

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инструментальные методы исследования функциональных материалов»

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Профиль – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры аналитической химии Е.Г. Винокуровым, к.х.н., заведующим кафедрой аналитической химии С.В. Стахановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «29» августа 2024 г., протокол №

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», специализация «Теоретическая и экспериментальная химия», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Инструментальные методы исследования функциональных материалов»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии, аналитической химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным группам методов исследования функциональных материалов, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых для проведения таких исследований.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ инструментальных методов анализа; классификации и применения инструментальных методов и средств диагностики для исследования и контроля, основы техники и теории, условия проведения современного физико-химического эксперимента.

Дисциплина **«Инструментальные методы исследования функциональных материалов»** преподается в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных компетенций:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенций
Естественно-научная подготовка	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
	ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР
	ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР
	ПК-1.4 Готовит объекты исследования
	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
	ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

-основные приемы обработки экспериментальных данных; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

Уметь:

– применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для

решения конкретных задач;

- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа
- планировать стадии научно-исследовательской работы

Владеть:

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			8	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80,4	2,23	80,4
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	1,33	48
Лабораторные работы (ЛР)	--	--	--	--
Самостоятельная работа	2,77	99.6	2,77	99.6
Контактная самостоятельная работа				
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		64		64
Виды контроля:				
Вид контроля (зач с оц/экзамен.)			зачет	зачет
Зачет				
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4		0.4
Подготовка к экзамену.				0,4
Вид итогового контроля:				зачет

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел дисциплины	Часов академ. часы				
	Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Самост. работа
Раздел 1. Введение.	16	4	4		8
Общая характеристика инструментальных методов анализа	16	4	4		8
Раздел 2. Методы исследования	126	20	38		68
Спектральные методы исследования и анализа	20	2	10		8
Электрохимические методы исследования и анализа	16	2	6		8

Радиометрические методы исследования и анализа. Активационный анализ	16	4	4		8
Масс-спектральные методы исследования анализа	14	2	4		8
Хроматографические методы анализа	14	2	4		8
Методы термического исследования	14	2	4		8
Основы рентгеновских методов исследования	18	4	2		12
Микроскопия	14	2	4		8
Раздел 3. Комплексный подход к исследованию	38	8	6		24
Комплексный подход к исследованию и анализу материалов	38	8	6		24
Итого в семестре 8	180	32	48		100
ВСЕГО ЧАСОВ	180	32	48		100

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Общая характеристика инструментальных методов анализа.

Классификация и применение инструментальных методов и средств диагностики для исследования и контроля. Основы техники и теории, условия проведения современного физико-химического эксперимента.

2. Спектральные методы исследования и анализа. Классификация спектроскопических методов. Основные типы взаимодействия вещества с излучением. Колебательная спектроскопия: инфракрасная (ИК)- и комбинационного рассеяния (КР)-спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия. Флуоресценция и фосфоресценция. Радиоспектроскопия. Методы ядерного магнитного резонанса (ЯМР), ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Ядерная спектроскопия: мессбауэровская, рентгеновская, α -, β -, γ -спектроскопия. Основы локального рентгеноспектрального и рентгенофлуоресцентного методов анализа. Применение спектральных методов анализа.

Электрохимические методы анализа. Вольтамперометрические методы. Физико-химические основы метода капиллярного электрофореза. Применение электрохимических методов анализа.

Радиометрические методы исследования и анализа. Активационный анализ. Применение радиометрических методов анализа.

Масс-спектральные методы исследования и анализа. Основы масс-спектрометрии. Принципиальная схема и типы масс-спектрометров. Элементный анализ. Интерпретация масс-спектров.

Хроматографические методы исследования и анализа. Классификация видов хроматографии. Хроматографы. Практическое применение хроматографических методов анализа.

Методы термического исследования и анализа. Термогравиметрический анализ (ТГА). Дифференциально-термический анализ (ДТА). Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК).

Основы рентгенофазного исследования и анализа. Идентификация веществ по рентгенограммам, рентгенофазовый анализ. Метод малоуглового рентгеновского рассеяния.

Методы исследования и анализа поверхности. Оже-электронная спектроскопия. Рентгенофотозлектронная спектроскопия (РФЭС). Мессбауэровская спектроскопия. Измерения удельной поверхности и пористости. Применение абсорбционных методов для исследования поверхности материалов.

Микроскопия. Практическое применение микроскопических методов анализа.

3. Комплексный подход к исследованию и анализу материалов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	<i>Знать:</i>	+	+	+
2	-основные приемы обработки экспериментальных данных;	+	+	+
3	- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;	+	+	+
	Уметь:			
4	планировать стадии научно-исследовательской работы	+	+	+
5	применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+
6	проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи	+	+	+
7	проводить расчеты на основе проведенных исследований	+	+	+
8	проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа	+	+	+
	Владеть:			
9	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа	+	+	+
10	приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок	+	+	+
11	методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике	+	+	+
12	основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа	+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:			

12	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР ПК-1.4 Готовит объекты исследования ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Часы
1	Раздел 1	Общая характеристика инструментальных методов анализа	2
2		Классификация инструментальных методов	2
3	Раздел 2	Классификация спектроскопических методов.	2
4		Колебательная спектроскопия: инфракрасная (ИК)- и комбинационного рассеяния (КР)-спектроскопия.	4
5		Радиоспектроскопия.	4
6		Основы локального рентгеноспектрального и рентгенофлуоресцентного методов анализа.	4
7		Электрохимические методы исследования анализа	4
8		Капиллярный электрофорез	2
9		Радиометрические методы анализа	4
10		Масс-спектральные методы	4
11		Хроматографические методы анализа	2
12		Термические методы анализа	4
13		Методы исследования и анализа поверхности	4
14	Раздел 3.	Комплексный подход к исследованию и анализу материалов	6

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавриата по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия не предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине *«Инструментальные методы исследования функциональных материалов»*.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по результатам итогового контроля в форме *зачета*.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Инструментальные методы исследования функциональных материалов*».

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущего контроля дисциплины не предусмотрено.

8.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен) в 8 семестре

Контрольные вопросы

1. Что называют коэффициентом пропускания и оптической плотностью? В каких пределах изменяются эти величины?
2. Какими уравнениями выражается основной закон светопоглощения Бугера–Ламберта–Бера?
3. Действие каких факторов может привести к нарушению линейной зависимости оптической плотности от концентрации раствора?
4. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? Какие факторы на него влияют: а) длина волны проходящего света; б) температура; в) концентрация раствора; г) природа вещества?
5. Что называют спектром поглощения вещества, и в каких координатах его можно представить?
6. В чем сущность метода градировочного графика и каковы его особенности?
7. Какова сущность метода добавок? Как рассчитывается концентрация определяемого вещества этим методом с помощью графика?
8. На чем основано фотометрическое определение смеси окрашенных веществ без их предварительного разделения?
9. Назовите фотометрические приборы, предназначенные для работы: а) в видимом; б) в ультрафиолетовом; в) в инфракрасном участке спектра.
10. В каком спектральном интервале в качестве источника света используют лампу накаливания, водородную лампу, штифт Нернста, ртутную лампу?
11. «Нефело» в переводе с греческого означает «облако». Почему так называют этот метод анализа?
12. На чем основаны методы нефелометрии и турбидиметрии?

13. От каких экспериментальных условий зависит точность измерения оптической плотности мутных растворов?
14. Почему нефелометрические измерения проводят в монохроматическом свете?
15. Как связаны интенсивность света, прошедшего через суспензию, с концентрацией анализируемого вещества в методе турбидиметрии?
16. Какое расчетное соотношение лежит в основе нефелометрического метода анализа?
17. Какие условия нужно соблюдать для обеспечения необходимой точности турбидиметрических и нефелометрических определений?
18. Требования, предъявляемые к пробоподготовке в ИК-спектроскопии.
19. Области применения ИК-спектроскопии.
20. В чем состоит классическая теория комбинационного рассеяния?
21. Основные групповые частоты в ИК- и КР-спектроскопии.
22. Основной закон, используемый для количественного анализа, и области его применения в ИК- и КР-спектроскопии.
23. Преимущества и недостатки колебательной спектроскопии при изучении структуры веществ.
24. Что называют люминесцентным излучением и какова его природа?
25. Основные закономерности люминесценции.
26. Какие виды люминесценции различают в зависимости от способа возбуждения?
27. Что такое флуоресценция?
28. Чем отличается фосфоресценция от флуоресценции?
29. Что такое квантовый выход в люминесценции и как он влияет на чувствительность анализа?
30. Принципиальная схема прибора для измерения интенсивности флуоресценции. С чем связана необходимость использования двух светофильтров и где их место в схеме?
31. Почему для измерения флуоресценции используют только разбавленные растворы концентрацией 10^{-3} – 10^{-4} моль/л и менее?
32. Как связана интенсивность флуоресценции с концентрацией? Какие приемы флуоресцентного анализа основаны на использовании этой зависимости?
33. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции.
34. Примеры качественных определений методом люминесценции в технике, сельском хозяйстве, медицине и т. д.
35. Основные узлы приборов для люминесцентного анализа.
36. Достоинства и недостатки люминесцентного анализа.
37. В результате каких процессов возникает тормозное и характеристическое рентгеновское излучение?
38. Как рассчитывается частота характеристического рентгеновского излучения?
39. Какое теоретическое и практическое значение имеет закон Мозли?
40. На чем основан рентгеноструктурный анализ?
41. Как проводится качественный рентгеноспектральный анализ?
42. Какие элементы определяют методом рентгеноспектрального анализа?
43. Какие основные приемы используют в количественном рентгеноспектральном анализе?
44. Каковы достоинства и недостатки рентгеноспектрального анализа?
45. В чем сущность ядерного магнитного резонанса (ЯМР)?
46. Какие ядра обладают парамагнитными, и какие диамагнитными свойствами?
47. Как рассчитывается химический сдвиг, что он характеризует?
48. В чем сущность качественного и структурного анализа по спектрам ЯМР?
49. Какие методы количественного анализа используют в ЯМР?
50. В чем сущность: а) метода эталонной шкалы; б) метода градуировочного графика; в) метода добавок?
51. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра.
52. Шкала химических сдвигов в спектроскопии ЯМР.
53. Взаимодействие спинового магнитного момента ядра и электрона с внешним магнитным полем: классический и квантовомеханический подход. Условие ядерного магнитного и электронного парамагнитного резонанса

54. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условие ЭПР.
55. g-фактор и его значение.
56. Блок-схема спектрометра ЭПР.
57. Достоинства и ограничения метода ЭПР.
58. Электрический квадрупольный момент ядер.
59. Приложения метода ЯКР и его возможности.
60. Методические особенности метода ЯКР.
61. Какие методы спектрального анализа основаны на явлениях поглощения и эмиссии света?
62. Сформулируйте основной закон поглощения. Какие факторы влияют на интенсивность света, проходящего через раствор?
63. Вычислите молярный коэффициент поглощения вещества (ϵ), если при фотометрировании раствора толщиной 1 см с молярной концентрацией 0,01 моль/л оптическая плотность (D) составляет 0,17. Поглощением растворителя пренебречь.
64. Чем фотоэлектроколориметры отличаются от спектрофотометров? Какие объекты можно анализировать этими методами?
65. В чем особенности метода атомно-абсорбционного анализа? Какие элементы можно определять данным методом?
66. Опишите, что происходит с пробой в процессе измерений методом пламенной фотометрии. Какие элементы лучше всего определять с помощью метода фотометрии пламени?
67. Какой способ атомизации пробы обладает наилучшими аналитическими характеристиками?
68. Чем флуоресценция отличается от фосфоресценции?
69. Какие вещества можно определять флуориметрически?
70. Какие методы рентгеновской спектроскопии находят наибольшее применение в практике?
71. Какие физические явления лежат в основе методов турбидиметрии, нефелометрии, рефрактометрии, поляриметрии? 2. Какие из данных методов анализа наиболее селективны?
72. В чем разница между турбидиметрией и нефелометрией? В чем особенность смесей, анализируемых этими методами?
73. Какую область спектра используют при исследовании светорассеивания?
74. Что такое рефракция? Опишите, в чем заключается явление полного внутреннего отражения света.
75. Пользуясь уравнением, вычислите значение показателя преломления растворителя (n_0), если при концентрации $\omega = 0,1$ показатель преломления раствора составляет 1,34, а при $\omega = 0,2$ $n = 1,35$.
76. Приведите примеры веществ, которые можно определять рефрактометрически.
77. Что такое оптическая активность вещества? Приведите примеры соединений, обладающих оптической активностью.
78. Вычислите концентрацию (в % масс.) раствора сахарозы, если при поляриметрировании в кювете длиной 1 дм и удельном вращении угла поляризации $+66,5$ измеренный угол вращения плоскости поляризации света β составляет $3,325^\circ$.
79. В чем суть явления ядерного магнитного резонанса?
80. Почему методы магнитного резонанса относятся к радиоспектроскопическим?
81. Какие виды ЯМР-исследований вам известны?
82. Что называют спектром ЯМР? Какую информацию о веществе можно получить по ЯМР-спектрам?
83. Что называют химическим сдвигом? Какое вещество используют в качестве эталона при качественном анализе органических веществ в методе ЯМР высокого разрешения?
84. В чем сущность магнитно-релаксационного титрования? Является ли данный метод ЯМР прямым или косвенным?
85. В чем заключаются особенности метода спинового эха? Какие физические характеристики можно измерить, изменяя импульсные последовательности?
86. Каковы области применения импульсного ЯМР в аналитическом контроле?
87. В чем состоит принцип ЯМР-томографии? Где он используется?
88. В чем заключается суть явления электронного парамагнитного резонанса? В какой области

аналитической химии его применяют?

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (зачет).

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (зачет).

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» _____ (должность, наименование кафедры) _____ (Подпись) (И.О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.		Министерство науки и высшего образования РФ	
		Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	
		Кафедра аналитической химии	
		040301 Теоретическая и экспериментальная химия	
		Теоретическая и экспериментальная химия	
		Инструментальные методы исследования функциональных материалов	
1.	Что называют коэффициентом пропускания и оптической плотностью? В каких пределах изменяются эти величины?	8	
2.	Какие условия нужно соблюдать для обеспечения необходимой точности турбидиметрических и нефелометрических определений?	8	
3.	На чем основан рентгеноструктурный анализ?	8	
4.	Блок-схема спектрометра ЭПР	8	
5.	В чем состоит принцип ЯМР-томографии? Где он используется?	8	

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. В 3 т. Т.2. Инструментальные методы анализа. Часть 1 / Под ред. Проф. А.А. Ищенко. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019 -472 с.
2. Аналитическая химия. В 3 т. Т.3. Инструментальные методы анализа. Часть 2 / Под ред. Проф. А.А. Ищенко. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2020 -505 с.
3. Будников Г.К., Карцова Л.А., Вершинин В.И. Методы и достижения современной аналитической химии. Учебник для вузов. – М.: Лань, 2020 – 588 с.

Б. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ Под ред.О.М. Петрухина. - М.: Химия, 2001. – 496 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство./Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
3. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М. Лаборатория знаний, 2020. 246 с.
4. М. Отто. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера. 2008. Т.1. -412 с
5. М. Отто. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера. 2008. Т.2. -281

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению практических работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство ELSEVIER на платформе Science Direct.

Доступ к коллекциям «**CHEMISTRY**» и «**CHEMICAL ENGINEERING**» (152 журнала) с 2002 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство **American Chemical Society (ACS)**

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство **Taylor & Francis**

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)** Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. — наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;
- «Nature Materials» - с 2002 г.
- «Nature Nanotechnology» - с 2006 г.
- "Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство **SPRINGER**

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал **SCIENCE**

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их.

Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://www.science.com>

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Analytica Chimica Acta» ISSN 0003-2670
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rusanalytchem.ru>
- <http://www.chemical-analysis.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеозаписи лекций по аналитической химии доц. Семеновой И.Н. и доц. Ермоленко Ю.В.
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе

обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Инструментальные методы исследования функциональных материалов*» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Штативы химические

Химическая посуда:

Пипетки Мора (емкость 5; 10, 25 мл).

Пипетки мерные (объем 5; 10 мл).

Бюретки (объем 25 мл).

Колбы мерные (емкость 50,0; 100,0 мл).

Колбы Эрленмейера (объем 100 , 250, 500, 750, 1000 мл).

Склянки для хранения растворов (объем 0,5; 1 л).

Оборудование:

pH-метр-милливольтметр pH-420

Весы лабораторные ВЛТЭ-510С

Микровесы ВЛ-120 М

Титратор потенциометрический автоматический АТП-02

Весы аналитические ВЛ-120-200 г.

Фотометр КФК-2

Микроскоп биологический монокулярный МикроВид

Аквадистиллятор АЭ-25

Вспомогательное оборудование:

Бани водяные с электрическим подогревом.

Хроматографические колонки с ионообменником КУ-2.

Баня песочная лабораторная БП-1

Колбонагреватели КН-250

Сушилка для пробирок

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Приемы работы в микрокристаллоскопии. Методические разработки по работе с оборудованием и на приборах химического анализа.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.mustr.ru;

[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

<http://www.chemical-analysis.ru/>

<http://analyt.chem.msu.ru/>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение	Знать: -основные приемы обработки экспериментальных данных; - принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;	Оценка за итоговую контрольную работу
Раздел 2.	Знать: -основные приемы обработки экспериментальных данных; - принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа; Уметь: - применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач; - проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи; - проводить расчеты на основе проведенных исследований; - проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа - планировать стадии научно-исследовательской работы Владеть: - основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа; - приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок; - методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике; - основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.	Оценка за итоговую контрольную работу

Раздел 3.	Знать: -основные приемы обработки экспериментальных данных; - принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа; Уметь: – применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач; – проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи; – проводить расчеты на основе проведенных исследований; – проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа – планировать стадии научно-исследовательской работы Владеть: – основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа; – приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок; – методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике; – основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.	Оценка за итоговую контрольную работу

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения

инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«История и методология химии»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена

заведующим кафедрой общей и неорганической химии, кандидатом химических наук
Свириденковой Н.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической
химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «28» мая 2024 г., протокол №6

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия, рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ.

Программа относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической подготовкой в области истории, общей неорганической химии, аналитической химии, физическая химия, органическая химия.

Цель дисциплины состоит в получении студентами представлений о химии, как о логически единой, закономерно развивающейся системе знаний, о материальном мире и о месте химии в этой системе. Изучение динамики развития химических знаний и способов их получения, выявление законов, управляющих их построением и развитием, установление перспективы развития химии.

Основными **задачами** изучения дисциплины «Строение вещества» является изучить основные этапы истории развития системы химических наук, ознакомить студентов с фундаментальными понятиями химии и их эволюцией; провести изучение основ методологического обоснования проведения теоретических и экспериментальных исследований в области получения веществ и материалов, изучения их структуры, состава и исследования их свойств; получить практические навыки обработки, анализа и обобщения научно-технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта в области химической науки; установить взаимосвязь между естественнонаучными и гуманитарными предметами.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «*История и методология химии*» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия направлено на приобретение следующих **универсальных компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-1. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	Производственные и научные подразделения.	ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	ПК-2.1. Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 А Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5) - Анализ опыта
		ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1. Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	

В результате изучения дисциплины «История и методология химии» студент должен
Знать: историю химии - это часть химии и как часть истории культуры; содержание и основные особенности современной химии; методологические проблемы химии, фундаментальные понятия химии и эволюцию их содержания, основные законы химии, классификацию основных методов исследования в химии; основные этапы развития химии, научные достижения наиболее выдающихся зарубежных и российских химиков, место химии в современном мире, в науках о жизни и в науках о земле и ее роль в мировоззрении личности.

Уметь: выделять сущность и значение информации химического характера в оценке качества жизни и развитии современного информационного общества
Владеть: логикой исторического развития химии, методологией систематизации и обобщения данных химического эксперимента.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Программа относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической подготовкой в области истории, общая неорганическая химия, аналитическая химия, физическая химия, органическая химия. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Всего		Семестр 6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,35	48	1,35	48
Лекции	0,45	16	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	0,9	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	0,74	23,8	0,74	23,8
Контактная самостоятельная работа	0,74	0,2	0,16	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		23,6		42,2
Вид контроля	0,01	0,2	0,01	0,2
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,2	0,01	0,2
Вид контроля	Зачет			

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Химия древнего мира и средних веков. Химия 17-18 века. Открытие гальванического электричества.	36	6	10	5,8
2	Раздел 2. Основные достижения химии XIX в. Химическая систематика элементов Развитие органической химии. Химия 20 и 21 века	37,8	4	12	6
3	Раздел 3. Структура и функции научного знания. Методологические проблемы химии. Место химии в системе научного знания	34	6	10	12

	Итого	72	16	32	24

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1.

Предмет и общие задачи истории химии. Место истории химии среди других наук.

Периодизация исторического развития химии: существующие подходы и важнейшие принципы. Периоды истории. Химические знания в преахимический период. Первые практико-химические знания древних людей. Практическая и ремесленная химия рабовладельческого общества.

Теоретические представления о природе веществ и их началах в Древней Индии и Китае. Античная натурфилософия. Алхимический период в истории химии. Общие условия развития науки и техники в средние века. Греко-египетская алхимия.

Арабская алхимия (Джабир ибн Гайан, Ар-Рази, Ибн-Сина.) Алхимия в Западной Европе (Василий Валентин, Альберт Великий, Роджер Бэкон).

Период технической химии и иатрохимии. Основные особенности и достигнутые результаты. Работы Теофраста Парацельса, Ваноччо Беренгуччо, Георгия Агрикола, Иоганна Рудольфа Глаубера.

Техническая химия в Древней (Допетровской) Руси.

Общая характеристика состояния науки в XVII веке. Становление химии как самостоятельной области научного знания. Роберт Бойль и его книга «Химик-скептик».

Возникновение и развитие теории флогистона. Основные положения.

«Подземная физика» и «Минеральный алфавит» И. Бехера. Учение Георга Штала. Отношение ученых к флогистонной теории.

Основные черты и условия развития химии в период господства флогистонной теории. Развитие аналитической химии. Пневмохимия. Открытие водорода, кислорода, азота, хлора и других газов.

Кризис теории флогистона. Химическая революция. Антуан Лоран Лавуазье и его кислородная теория. «Начальный курс химии». Учение о простых телах и элементах. Новая химическая номенклатура. Открытие стехиометрических законов. Полемика между Бертолле и Прустом о постоянстве состава химических соединений.

Химия в России XVIII века. Теоретические и экспериментальные исследования по химии М.В. Ломоносова.

Возникновение химической атомистики. Работы Дж. Дальтона и его атомное учение. Работы Я. Берцелиуса. Молекулярная теория Авогадро.

Возникновение органической химии. Витализм. Опровержение витализма. Работы Ф. Вёлера, Ю. Либиха, А. Кольбе, П. Бертло. Открытие изомерии. 3. Первоначальные представления о составе и строении органических соединений (теория сложных радикалов, теория ядер Лорана, теория типов (старая и новая теория типов)). Возникновение учения о валентности.

Классическая теория химического строения. Работы А. Кеккуле, А. Бутлерова. Стереохимия (Я. Вант-Гофф, Ж. Ле Бель, Л. Пастер).

Химия в России в первой половине XIX века. Петербургская научная школа химиков-неоргаников. Казанская школа химиков органиков Н.Н. Зинина.

«Периодический закон и периодическая система элементов Менделеева Д.И. Развитие неорганической во второй половине XIX века». Попытки классификации и систематизации химических элементов до открытия периодического закона. Периодический закон и таблица элементов Д.И. Менделеева.

Раздел 2.

Становление и развитие термохимии и термодинамики. Работы Г.И. Гесса. Химическая кинетика. Работы Джозая Гиббса, Я. Вант-Гоффа.

Учение о катализе.

Основы теории растворов. Работы Д.И. Менделеева, С. Аррениуса, Я. Вант-Гоффа, В. Оствальда

Прогресс прикладной неорганической химии в XIX веке. Создание химической промышленности

Основные направления развития органической химии на базе теории химического строения.

Развитие органического синтеза. Синтез красителей, лекарственных препаратов, взрывчатых веществ, полимеров. Исследование структуры природных веществ.

Возникновение и развитие промышленной органической химии.

Русские химики второй половины XIX века. Крупнейшие химические школы.

История открытия гальванического электричества

Работы ученых Гальвани, Вольты, Рихтера и их роль в развитии теории гальванического электричества.

Контактная и химическая теории гальванического электричества

Работы Дэви, Фарадея и др.

Основные черты развития неорганической химии в XX веке. Развитие представлений о природе химической связи.

Исследование радиоактивности. Работы М. и П. Кюри. Создание планетарной модели атома (Н. Бор, Э. Резерфорд).

Работы по химической термодинамике и химической кинетике в XX веке. Изучение цепных и сверхбыстрых реакций. Ядерные реакции.

Основные направления развития биоорганической химии в XX веке. Исследование низкомолекулярных природных соединений и витаминов.

Развитие медицинской химии.

Важнейшие направления развития биохимии. Изучение основных этапов обмена веществ.

Изучение фотосинтеза. Исследования в области биоэнергетики.

Возникновение молекулярной биологии. Изучение структуры и функций белков, углеводов и нуклеиновых кислот. Расшифровка генетического кода.

Роль отечественных ученых в развитии химии XX века.

Развитие химической термодинамики и химической кинетики в XX в.

Работы по химической термодинамике и химической кинетике в XX веке.

Изучение цепных и сверхбыстрых реакций.

Ядерные реакции.

Возникновение и развитие биоорганической химии . Химия ВМС. Важные открытия биоорганической химии: основные направления развития биоорганической химии в XX веке. Исследование низкомолекулярных природных соединений и витаминов.

Развитие медицинской химии.

Важнейшие направления развития биохимии. Изучение основных этапов обмена веществ.

Изучение фотосинтеза. Исследования в области биоэнергетики

Раздел 3.

Научное познание и его специфические признаки. Отличие науки от бытового знания.

Методология как учение о принципах, способах и методах теоретической и практической деятельности. Направляющая и организующая роль методологического знания. Роль методологического знания в условиях современного уровня развития науки. Методологические проблемы химии. Эмпирический и теоретический уровень научного знания. Эмпирический характер химических знаний.

Понятия как формы рационального познания. Философские, общенаучные и специфические химические понятия в химии. Категории диалектики в химии. Фундаментальные химические понятия (атом, молекула, химический элемент, химическая реакция, химическое соединение, химическая связь, химическое вещество, структура веществ). Эволюция химических понятий.

Методы научного познания. Классификация методов научного знания.

Общелогические и научные методы исследования.

Общие, особенные и частные (специфические) методы химии. Возникновение и развитие физических методов анализа веществ. Связь химии с биологией, физикой, медициной и др.

Роль ученого и его деятельности в развитии науки. Выдающиеся ученые химии.

Место химии в системе научного знания. Современные проблемы и перспективы развития химии. Возникновение и развитие супрамолекулярной химии и нанохимии.

Современное состояние российской химической науки. Роль отечественных ученых в развитии химии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№			Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1.	историю химии как часть истории культуры; содержание и основные особенности современной химии;		+	+	
2.	методологические проблемы химии			+	+
3.	фундаментальные понятия химии и эволюцию их содержания, основные законы химии, классификацию основных методов исследования в химии		+	+	+
4.	основные этапы развития химии, научные достижения наиболее выдающихся зарубежных и российских химиков, место химии в современном мире, в науках о жизни и в науках о земле и ее роль в мировоззрении личности.		+	+	+
	Уметь:				
5.	выделять химическую составляющую в нарушении природного баланса в результате антропогенного воздействия на примерах ряда химических катастроф последнего столетия и давать им общую оценку возможных отдаленных последствий		+	+	+
	Владеть:				
6	логикой исторического развития химии, методологией систематизации и обобщения данных химического эксперимента.		+	+	+
1 3.	ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	ПК-2.1. Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)	+	+	+

	ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1. Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Учебным планом подготовки химиков по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «История и методология химии» в объеме 32 часов в 5 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на расширение знаний об истории развития химии и методологии химии, закрепление знаний, полученных студентом на лекционных занятиях путем решения ряда практических задач.

Примерный перечень практических занятий

Раздел	Темы практических занятий
Раздел 1. Химия древнего мира и средних веков. Химия 17-18 века. Открытие гальванического электричества.	Алхимический период в развитии химии
	Возникновение химической атомистики. Работы Дж. Дальтона и его атомное учение. Работы Я. Берцелиуса. Молекулярная теория Авогадро.
	Периодический закон и периодическая система элементов Менделеева Д.И. Развитие неорганической во второй половине XIX века. Попытки классификации и систематизации химических элементов до открытия периодического закона. Периодический закон и таблица элементов Д.И. Менделеева.
Раздел 2. Основные достижения химии XIX в. Химическая систематика элементов. Развитие органической химии. Химия 20 и 21 века	Основные направления развития биоорганической химии в XX веке. Исследование низкомолекулярных природных соединений и витаминов. Развитие медицинской химии.
	Важнейшие направления развития биохимии. Изучение основных этапов обмена веществ. Изучение фотосинтеза. Исследования в области биоэнергетики. Возникновение молекулярной биологии. Изучение структуры и функций белков, углеводов и нуклеиновых кислот. Расшифровка генетического кода.
Раздел 3. Структура и функции научного знания. Методологические проблемы химии. Место химии в системе научного знания	Понятия как формы рационального познания. Философские, общенаучные и специфические химические понятия в химии.
	Методы научного познания. Классификация методов научного знания. Общелогические и научные методы исследования.

6.2. Лабораторные работы.

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Учебной программой дисциплины «Строение вещества» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 23,8 час. в 5 семестре.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- Ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- регулярную подготовку к практическим занятиям, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Текущий контроль осуществляется в устной форме в процессе проведения лекционных и практических занятий, при защите доклада-презентации и выполнении теста. Обсуждение представленных обучающимися докладов-презентаций проходит в форме дискуссии, в течение курса учащимся необходимо подготовить два доклада-презентации на выбранную им тему. Максимальная оценка одного доклада-презентации составляет 20 баллов.

Примерные темы докладов-презентаций.

1. Химические ремесла древности.
2. Периодизация исторического развития химии
3. Древнегреческая натурфилософия: учения о первоэлементах, античная атомистика. Воззрения представителей милетской школы, Эмпедокла, Платона, Аристотеля, Демокрита.
4. Основные периоды развития алхимии (александрийский (или греко-египетский), арабский, европейский). Укажите их временные рамки. Назовите представителей александрийского и арабского периодов, их основные идеи и практический вклад. Значение этих периодов в истории химии.
5. Основные периоды развития алхимии (александрийский (или греко-египетский), арабский, европейский). Укажите их временные рамки. Назовите представителей европейского периода, их основные идеи и практический вклад. Значение данного периода в истории химии.
6. Иатрохимический период развития химии: Парацельс, А.Либавий, И.Б.Ван Гельмонт, А.Сала, Ф.Д.Сильвий – основные достижения.
7. Развитие технической химии в XV-начале XVIII вв. (как примеры – стеклоделие, развитие металлургии, создание фарфорового производства; деятельность Р.Глаубера).
8. Философия механистического материализма в естествознании XVII в. Р.Бойль и возникновение химии как науки.

9. Представления о горении и дыхании в XVII в. (Ж.Рей, Р.Гук, Дж.Майов). Возникновение теории флогистона (И.Бехер, Г.Шталь), ее сущность. Достоинства и недостатки теории флогистона.
10. Роберт Бойль и его книга «Химик-скептик».
11. Основные этапы развития атомистических (корпускуляристских) концепций (древность – начало XIX в.). Вклад ученых XVII-XVIII вв. в развитие корпускуляристских представлений.
12. Развитие методов химического анализа в XVIII в. (Т.Бергман, К.Шееле). Внедрение новых физических приборов в химическую практику. История развития термометрии.
13. Пневматический период развития химии: временные рамки и представители, их вклад в развитие химических знаний.
14. А.Л.Лавуазье и его вклад в химию. Основные положения его кислородной теории.
15. Перечислите основные аспекты «химической революции» XVIII в. С чем были связаны эти глобальные изменения в химии?
16. Развитие элементаристского (субстанционального) и атомистического подходов к объяснению свойств веществ с древности до начала XIX века. Создание «химической атомистики». В чем ее сущность.
17. Исследования газов в начале XIX в. (работы Дж.Дальтона, Й.Берцелиуса, Ж.Гей-Люссака, А.Авогадро). Гипотезы Авогадро. Причины неприятия современниками гипотез Авогадро.
18. Характеристика состояния химии в области атомно-молекулярного учения к 1860 г. (дуалистические воззрения Й.Берцелиуса, унитарная теория Ш.Жерара, работы С.Канницаро). Основные договоренности химического конгресса в Карлсруэ.
19. Возникновение органической химии. Концепция "витализма" в химии. Первые исследования различных классов органических веществ (органические кислоты; алкалоиды; ароматические соединения).
20. Химия в России XVIII века. Теоретические и экспериментальные исследования по химии М.В. Ломоносова.
21. Перечислите попытки систематизации химических элементов, предшествовавшие созданию периодической таблицы Менделеева.
22. Открытие периодического закона и периодической системы элементов Менделеева. В чем заключается его методологическое значение.
23. Теории в органической химии первой половины XIX века. Назовите ученых - создателей теории строения органических соединений (кратко опишите их вклад).
24. Координационная теория Вёрнера.
25. Назовите ученых, сыгравших ключевую роль в развитии органической химии в XX веке. Кратко опишите их заслуги.
26. Исследование радиоактивности. Работы М. и П. Кюри. Создание планетарной модели атома (Н. Бор, Э. Резерфорд).
27. Развитие физических методов исследования.
28. Возникновение и развитие химии высокомолекулярных соединений.
29. Развитие квантовой химии во второй половине XX в.
30. Основные направления развития химии в 20-21 вв. Нанохимия, супрамолекулярная химия и др.
31. Научное познание, его цель и специфические признаки. Учение об истине.
32. Теоретический эмпирический уровни научного знания.
33. Роль практики в познании, в химической науке.

34. Методология ее роль в познании. Методы научного познания. Классификация методов научного познания Метод моделирования.
35. Общенаучные методы познания. Специальные методы познания .Системный подход к анализу сложных объектов науки.
36. Роль исторического подхода в химических исследованиях. Взаимосвязь истории и методологии химии.
37. Взаимосвязь химии с другими разделами естествознания.
38. Роль ученого и его деятельности в развитии науки.
39. Выдающиеся российские ученые-химики.
40. Современные проблемы и перспективы развития химии. Современное состояние российской химической науки.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Примеры контрольных работ

Для текущего контроля предусмотрены 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов соответственно.

Раздел	Примерные темы контрольных работ
Раздел 1.	Контрольная работа. Развитие химии от древних времен до окончания 19 века.
Раздел 2.	Контрольная работа. Химия в 20 и 21 веках
Раздел 3.	Контрольная работа. Структура и функции научного познания. Методы в химии

Контрольные работа по дисциплине «История и методология химии» проводится в 5 семестре в письменной тестовой форме. На выполнение заданий отводится 90 минут.

Билет для проведения итоговой контрольной работы содержит 20 вопросов, максимальная оценка за каждый вопрос – 1 балл. Общая оценка по дисциплине складывается путем суммирования оценок за работу по представлению доклада-презентации (максимум 40 баллов), контрольные работы (максимум 60 баллов). Максимальная оценка – 100 баллов.

Примеры вопросов итоговой контрольной работы

1. Распределите этапы в развитии химии в соответствии с их временной последовательностью:
 - а) современный; б) алхимический; в) иатро-технический;
 - г) утверждения теории флогистона; д) период количественных законов;
 - е) предалхимический.
2. Основная задача алхимии состояла в:
 - а) изучении химического состава неорганических соединений;
 - б) изучении основных закономерностей протекания химических реакций;
 - в) осуществлении превращений чистых металлов в золото;
 - г) поиске путей создания философского камня, эликсира долголетия и универсального растворителя.
3. Виднейшим представителем иатрохимии считают:
 - а) Георгия Агрикола; б) Ваноччо Бирингуччо
 - в) Теофраста Парацельса; г) Роберта Бойля.
4. В труде Ваноччо Бирингуччо “О пиротехнии” описывались:

- а) способы получения философского камня и трансмутации металлов;
 - б) описание важнейших металлургических операций;
 - в) представления о строении химических веществ;
 - г) способы получения лекарств.
5. Самое известное произведение Р. Бойля называется:
- а) “Химик-экспериментатор”; б) “Основы химии”; в) “Химик скептик”; г) “Пиротехния”.
6. Основоположником учения о флогистоне считают:
- а) Германа Бургава; б) Роберта Гука;
 - в) Николя Лемери; г) М.В. Ломоносова; д) Георга Шталя.
- Основное положения учения о флогистоне состоит в следующем:
- а) при прокаливании металла присоединяют флогистон и образуют извести;
 - б) при прокаливании металлы разлагаются, и на образовавшуюся окалину налипают частицы огненной материи;
 - в) при прокаливании металлы теряют флогистон и превращаются в земли.
7. Пневмохимия - период в истории химии, основные задачи которого состояли: а) изучение основных закономерностей протекания химических реакций;
- б) изучение свойств горючих веществ;
 - в) изучение технологических приемов обработки природных минералов; г) изучение свойств газообразных веществ и состава воздуха.
8. Приоритет открытия водорода принадлежит:
- а) Джозефу Блэку; б) Генри Кавендишу; в) М.В. Ломоносову; г) Джозефу Пристли.
9. Из приведенных ниже названий выберите те, которые соответствуют современному понятию “азот”:
- а) “связанный воздух”; б) “огненный воздух”;
 - в) “мефетический воздух”; г) “горючий воздух”;
 - д) “селитряный дух” е) “лесной дух”
10. Из приведенных ниже утверждений выберите те, которые были сформулированы в качестве положений кислородной теории:
- а) при горении тел образуются газообразные вещества отличные от воздуха; б) все тела горят только в “чистом воздухе”;
 - в) “чистый воздух” поглощается при горении и увеличение массы сгоревшего тела равно уменьшению массы воздуха;
 - г) воздух представляет собой смесь газов, свойства которых отличаются друг от друга и от свойств воздуха;
 - д) металлы при прокаливании образуют “земли”, горящие сера и фосфор – кислоты.
11. Кому из ученых принадлежит заслуга открытия закона эквивалентов (хотя он так и не смог сформулировать его в общем виде):
- а) Эмиль Фишер;
 - б) Иеремиа Рихтер;
 - в) Клод Луи Бертолле;
 - г) Жозеф Пруст;
 - д) Антуан Лавуазье.
12. Первая попытка определения относительных атомных весов была осуществлена:
- а) А. Лавуазье б) К. Бертолле в) Д. Дальтоном г) И. Ньютоном
14. Закон простых кратных отношений впервые был сформулирован:
- а) Амедео Авогадро в) Пьером Луи Дюлонгом
 - б) Джоном Дальтоном г) Алексисом Терез Пти.
- Приведите современную формулировку этого закона.
15. Как, согласно системе химических знаков Джона Дальтона следовало изображать молекулу воды:
- а) Н Н О б) Н О

16. Учение “витализм”, господствовавшее до начала 19 века в философии и естественнонаучных областях знания имело много сторонников и среди крупных химиков. На каких позициях они стояли:

а) органические вещества не могут быть превращены в неорганические;
б) органические вещества образуются только в живых организмах под влиянием особых “жизненных сил”.

в) неорганическое вещество, превращаясь в органическое, теряет “жизненную силу”.

17. Первоначальная теория строения молекул органических веществ Я. Берцелиуса называлась:

а) теория ядер б) теория типов

в) теория сложных радикалов г) теория простых радикалов

Сформулируйте её основные положения.

18. Старая теория типов предполагала возможность деления органических веществ на следующие типы:

а) механический б) физический в) химический

г) комбинированный.

Кого считают её основателем.

19. Выберите правильные парные сочетания имен предшественников Д.И. Менделеева в создании периодической системы и предлагаемые ими подходы к систематизации химических элементов.

а) И. Деберейнер А. “Закон октав”

б) А. де Шанкуртуа Б. “Земной винт”

в) Дж. Ньюлэндс

В. “Кривая атомных объемов” г) Ю. Мейер

Г. “Закон триад”

20. Открытие какой субатомной частицы впервые позволило говорить о делимости атома: а) нейтрона

в) протона б) электрона г) позитрона

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Азимов А. Краткая история химии : Развитие идей и представлений в химии/А. Азимов ; под ред. А. Н. Шамина ; пер. с англ. З. Е. Гельмана.-М.:Мир,1983.-189.-Библиогр.: с. 180-187

2. Зефирова О. Н. Краткий курс истории и методологии химии:учебное пособие для вузов/О. Н. Зефирова ; ред. В. В. Лунин.-Москва:Анабасис,2007, ISBN 5-91126-004-2.-140.-Библиогр.: с. 130-131

Б) Дополнительная литература:

1. Химия в университетах России: путь в полтора столетия (Ломоносовский сборник)/Моск. гос. ун-т.Репр. воспр. текста изд. 1901 г..-М.:Т-во тип. А. И. Мамонтова : Логос,2004, ISBN 5-94010-365-0.-716.

2. Сабадвари Ф.,Робинсон А. История аналитической химии/Ф. Сабадвари, А. Робинсон ; пер. Н. А. Васина ; ред. А. Н. Шамина.-Москва:Мир,1984.-304.

3. Джуа М. История химии/пер. с итал. Г. В. Быкова; под ред. С. А. Погодина.-М.:Мир,1975.-477.

4. Миттова И. Я. История химии с древнейших времен до конца XX века. учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности ВПО 020900 -

Химия, физика и механика материалов : [в 2 т.] Т. 1/И. Я. Миттова, А. М. Самойлов.- Долгопрудный:Интеллект,2009, ISBN 978-591559-077-8.-41612.-Библиогр.: с. 406-411

5. Соловьев Ю. И. История химии. Развитие химии с древнейших времен до конца 19 века:пособие для учителей/Ю. И. Соловьев.-Москва:Просвещение,1983.-368.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Журнал “Химия и жизнь- XXI век”

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Научно-электронная библиотека eLibrary.ru: <http://www.elibrary.ru>
- ЭБС «Издательство «Лань»»: <http://e.lanbook.com>

9.3 Средства обеспечения усвоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200)

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект наглядных материалов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к Разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.muctr.ru.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на	Контракт № 28-35ЭА/2020 от	26280 лицензий для студентов ВУЗа.	12 месяцев (ежегодное

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
	использование O365ProPlusOpenSt udents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	26.05.2020	Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	продление подписки с правом перехода на обновлённу ю версию продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённу ю версию продукта)
6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённу ю версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённу ю версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Химия древнего мира и средних веков. Химия 17-18 века. Открытие гальванического электричества.	Знает: - основные этапы развития химии от древнейших времен до 19 века; Умеет: - систематизировать и обобщать основные научные открытия по химии, сделанные в период от древнейших времен до 19 века Владеет: - четким представлениям о направлениях и уровнях развития химии в период от древнейших времен до 19 века.	Оценка за представление доклада презентации Оценка за 1 контрольную работу
Раздел 2. Основные достижения химии XIX в. Химическая систематика элементов. Развитие органической химии. Химия 20 и 21 века	Знает: - основные достижения химии в 20 и 21 веке; Умеет: - выделять основные научные достижения наиболее выдающихся зарубежных и российских химиков Владеет: - понимать сущность и значение информации химического характера в оценке качества жизни и развитии современного информационного общества	Оценка за представление доклада презентации Оценка за 2 контрольную работу
Раздел 3. Структура и функции научного знания. Методологические проблемы химии. Место химии в системе научного знания	Знает: - место химии в современном мире, в науках о жизни и в науках о земле и ее роль в мировоззрении личности Умеет: - формулировать основные принципы научного познания в химии, определять место химии в системе научного знания Владеет: - практическими навыками обработки, анализа и обобщения научно-технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта в области химической науки.	Оценка за представление доклада презентации Оценка за 3 контрольную работу

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Коллоидная химия»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» августа 2024 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2024

Программа составлена заведующим кафедрой коллоидной химии д.х.н., доцентом Н.Н. Гавриловой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Коллоидной химии

«18» апреля 2024 г., протокол №11/1.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Коллоидной химии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Коллоидная химия»** относится к обязательной части базовых дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам высшей математики, физики, общей и неорганической, органической и физической химии (в первую очередь химической термодинамики).

Цель дисциплины – приобретение обучающимися базовых знаний в области термодинамики поверхностных явлений и свойств дисперсных систем и получение умений в части использования этих знаний при исследовании, проектировании и создании реальных систем, являющихся в большинстве случаев дисперсными.

Задачи дисциплины – В задачи первой части дисциплины (разделы 1-4) входит рассмотрение особенностей поверхностных слоев, их термодинамических свойств, адгезии, смачивания, адсорбции, электрических явлений на поверхности. Во второй части дисциплины (разделы 5-13) основное внимание уделяется кинетическим свойствам дисперсных систем, вопросам агрегативной и седиментационной устойчивости, кинетике коагуляции, структурообразованию и структурно-механическим свойствам дисперсных систем. Рассматриваются также вопросы получения и свойства конкретных дисперсных систем.

Дисциплина **«Коллоидная химия»** преподается в 6 и 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1 Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов
		ОПК-1.2 Умеет интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
		ОПК-1.3 Владеет навыками делать заключения и формулировать выводы по результатам

		анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1 Знает принципы работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию.
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов).
- основные теории физической адсорбции.
- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.
- условия применимости закона Стокса; закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.
- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; основные положения теории ДЛФО; причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.
- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.

Уметь:

- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.
- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.
- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.
- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.
- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.
- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.

Владеть:

- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.
- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.
- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.

- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;
- методами определения электрокинетического потенциала.
- методом дисперсионного анализа.
- методами определения критической концентрации мицеллообразования;
- методами исследования кинетики коагуляции.
- методами измерения и анализа кривых течения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			6 семестр		7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	3	108	4	УП
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,44	160	УП	УП	УП	УП
Лекции	1,78	64	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,23	48	0,45	16	0,89	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	-	-	1,78	64
Самостоятельная работа	1,54	55,6	1,21	43,6	0,33	12
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,54		1,21		0,33	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55,2		43,2		12
Виды контроля:						
Вид контроля из УП (зач / зач с оц.)		0,4		0,4		
Экзамен (7 семестр)	1	36	-	-	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	-	-	1	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		-		35,6
Вид итогового контроля:			Зачёт с оценкой		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов				
		Всего	Лек	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Определение, основные понятия коллоидной химии	8	2	4	-	2
2	Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений	28	8	6	8	8
3	Раздел 3. Адсорбция газов и паров на твёрдых телах	23	8	4	-	7

4	Раздел 4. Адсорбция из растворов	20	4	4	8	4
5	Раздел 5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем	24	6	8	8	6
6	Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	16	4	4	8	4
7	Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем	18	6	4	8	4
8	Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	28	8	4	8	8
9	Раздел 9. Поверхностно-активные вещества	16	4	4	4	4
10	Раздел 10. Растворы высокомолекулярных соединений	6	4	2	4	2
11	Раздел 11. Структурообразование в дисперсных системах и их структурно-механические свойства	26	6	4	16	4
12	Раздел 12. Явления переноса в пористых телах и мембранные методы разделения смесей	2,6	2	-	-	0,6
13	Коллоидная химия и охрана окружающей среды	4	2	-	-	2
Итого		216	64	48	64	56

4.2 Содержание разделов дисциплины (в расчете на 64 часа лекций)

Раздел 1. Определение, основные понятия коллоидной химии

Коллоидная химия - наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях в них. Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Количественные характеристики дисперсности: удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и по взаимодействию

дисперсной фазы и дисперсионной среды, классификация свободно- и связнодисперсных систем.

Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе и химической технологии. Коллоидная химия и защита окружающей среды. Коллоидная химия и наноматериалы, нанотехнологии.

Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений

Основы термодинамики поверхностного слоя. Основные отличия свойств поверхностного слоя от свойств объемных фаз. Способы описания термодинамики поверхностных явлений. Метод избыточных величин Гиббса. Разделяющая поверхность и поверхность разрыва. Поверхностная энергия в обобщенном уравнении I и II начал термодинамики. Природа взаимодействующих фаз и поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение - мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Зависимость энергетических параметров поверхностного слоя от температуры.

Экспериментальные методы определения поверхностного натяжения жидких и твердых тел.

Поверхностное натяжение и адсорбция. Определение адсорбции. Уравнение состояния при адсорбции. Изотерма, изопикна, изобара, изостера адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (связь поверхностного натяжения с адсорбцией). Гиббсовская (избыточная) адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность веществ. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил взаимодействия при адгезии. Адгезионное соединение и его характеристики. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности.

Факторы, влияющие на установление равновесия при смачивании. Гистерезис краевого угла смачивания. Влияние ПАВ, температуры и шероховатости поверхности на смачивание. Условия растекания жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Избирательное смачивание.

Экспериментальные методы измерения краевого угла. Практическое значение адгезии и смачивания. Флотация.

Дисперсность и термодинамические свойства тел. Дисперсность как термодинамический параметр. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярные явления, их роль в природе и технологии. Капиллярный метод определения поверхностного натяжения (формула Жюрена). Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Уравнение капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода. Изотермическая перегонка.

Раздел 3. Адсорбция газов и паров на твердых телах

Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Отличия физической адсорбции от хемосорбции. Природа адсорбционных сил при физической адсорбции. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела при адсорбции.

Классификация изотерм адсорбции по Брунауэру, связь формы изотермы с механизмами адсорбции. Подвижная, локализованная и псевдолокализованная адсорбция. Метод оценки подвижности адсорбированных молекул. Теории и уравнения, описывающие адсорбцию на однородной поверхности дисперсных материалов.

Модели подвижной мономолекулярной адсорбции. Уравнения Генри, Фольмера и Хилла-Де-Бура. Константы уравнений, их определение из экспериментальных данных. Учет собственных размеров молекул и латерального взаимодействия.

Модели локализованной мономолекулярной адсорбции. Уравнения Ленгмюра и Фаулера-Гугенгейма. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных.

Модели полимолекулярной адсорбции. Уравнения Гаркинса-Юра, Френкеля-Хелси-Хилла. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных. Теория БЭТ, основные положения и ограничения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных.

Адсорбция на неоднородной поверхности. Уравнение Фрейндлиха, уравнение Темкина.

Расчет термодинамических параметров адсорбции. Интегральная и дифференциальная (адсорбционный потенциал) работы адсорбции; интегральная и дифференциальная энтропия и энтальпия (теплота) адсорбции и смачивания на энергетически однородной и неоднородной поверхностях.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.

Теория капиллярной конденсации. Изотермы капиллярной конденсации для модельных форм пор. Классификация типов петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса по Де-Буру. Уравнения и модели для расчета распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам.

Особенности адсорбции на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича).

Раздел 4. Адсорбция из растворов

Общие закономерности адсорбции из растворов. Классификация изотерм адсорбции по Джайлсу.

Обменная молекулярная адсорбция. Уравнение Гиббса для обменной молекулярной адсорбции. Изотерма гиббсовской адсорбции. Уравнение изотермы молекулярной адсорбции с константой обмена и ее анализ. Изотермы избирательной адсорбции, адсорбционная азеотропия.

Ионообменная адсорбция. Классификация ионитов и методы их получения. Основные физико-химические характеристики ионитов. Полная и динамическая обменные емкости, набухаемость и селективность. Константа равновесия ионного обмена, формула Никольского.

Уравнение изотермы ионного обмена. Практическое использование ионитов.

Адсорбция ПАВ на границе раствора с газом. Уравнение Гиббса. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Отличия адсорбции на поверхности жидкостей и твердых тел.

Поверхностные пленки нерастворимых веществ. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ. Весы Ленгмюра. Методы получения пленок Ленгмюра-Блуджетт (ЛБ-пленки). Применение ЛБ-пленок в биологии и технике.

Раздел 5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем

Образование двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым. Уравнение электрокапиллярной кривой. Определение параметров ДЭС по данным потенциометрического титрования.

Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Уравнение Гуи-Чепмена. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Емкость ДЭС. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы гидрофобного золя.

Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Уравнение Хюкеля-Онзагера, уравнение Генри. Потенциал течения (эффект Квинке) и седиментации (эффект Дорна). Экспериментальные методы определения электрокинетического потенциала. Практическое использование электрокинетических явлений.

Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем

Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Связь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии частиц (закон Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна-Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения. Осмотическое давление ультрамикроретерогенных систем. Связь размеров частиц со скоростью их осаждения. Закон Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Седиментация в центробежном поле. Равновесное ультрацентрифугирование как абсолютный метод определения массы макромолекул/частиц.

Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон.

Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем

Явления, наблюдающиеся при распространении света в дисперсных системах. Физическая сущность рассеяния света. Условия и виды рэлеевского рассеяния. Рассеяние малыми частицами поляризованного и неполяризованного света. Уравнение Рэлея и его

анализ. Форма индикатрисы рассеяния. Рассеяние поляризованного и неполяризованного света большими частицами. Причины угловой асимметрии рассеяния. Определение молекулярных масс высокомолекулярных соединений. Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэлея (уравнение Геллера). Уравнение Дебая для определения молекулярных и мицеллярных масс. Теория Ми. Квазиупругое (динамическое) светорассеяние, фотон-корреляционная спектроскопия как метод определения размеров частиц.

Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.

Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Методика проведения анализа.

Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Возможности и ограничения методов.

Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Получение дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Связь прочности с поверхностным натяжением (уравнение Гриффитса). Адсорбционное влияние среды на пластичность и прочность твердых тел и материалов.

Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации.

Общие вопросы устойчивости дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину. Растворы коллоидных ПАВ и полимеров как лиофильные системы. Процессы в дисперсных системах, обусловленные агрегативной неустойчивостью: изотермическая перегонка, коалесценция, коагуляция.

Получение лиофобных дисперсных систем. Методы диспергирования, оборудование. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Физико-химическое диспергирование осадков (пептизация).

Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Свободная энергия образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы (теория Гиббса-Фольмера) - нуклеация (зародышеобразование) и рост частиц. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации. Кинетика коагуляции лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Уравнение для скорости коагуляции, константа скорости и время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

Агрегативная устойчивость лиофобных систем. Факторы устойчивости лиофобных систем. Основные положения теории ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах. Основные направления развития расширенного варианта теории ДЛФО.

Электролитная коагуляция; нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Порог коагуляции. Пептизация коагулятов. Влияние на порог коагуляции заряда ионов электролита. Правило Эйлера-Корфа. Правило Шульце-Гарди (закон Дерягина).

Системы с жидкой дисперсионной средой. Лиозоли, жидкие кристаллы, суспензии. Стабилизация и коагуляция золь и суспензий в водных и органических средах. Золь-гель переход как способ получения новых материалов. Осаждение, фильтрация суспензий и использование коагулянтов, флокулянтов и ПАВ. Технические суспензии и пасты минеральных и органических веществ.

Эмульсии, их классификация. Стабилизация эмульсий ПАВ, ВМС и порошками. Обращение фаз эмульсий. Определение типа эмульсий. Разрушение эмульсий. Дезэмульгаторы. Микроэмульсии. Эмульсии в природе, технике и химической технологии.

Пены, их стабилизация и разрушение. Тонкие пленки (серые, черные). Поверхностное натяжение тонких пленок. Эффекты Гиббса и Марангони-Гиббса.

Системы с газообразной дисперсионной средой. Аэрозоли: дымы, пыли, туманы. Получение, свойства и способы разрушения аэрозолей. Факторы стабилизации аэрозолей. Физические основы улавливания аэрозолей на фильтрах. Порошки, их текучесть, склонность к коагуляции. Физико-химические основы переработки порошков.

Системы с твердой дисперсионной средой. Высокопористые материалы - адсорбенты и катализаторы. Пенопласты, пенобетон, пеностекло. Наполненные и закристаллизованные стекла и эмали. Наполненные полимеры, композиционные материалы. Металлические сплавы.

Раздел 9. Поверхностно-активные вещества

Общая характеристика и классификация ПАВ. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Точка Крафта. Энтропийная природа мицеллообразования в водной среде. Водные растворы ПАВ как лиофильные системы. Факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Точка Крафта. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), гидрофильно-олеофильное соотношение и их определения. Образование мицелл в неводной среде (обратных мицелл). Природа сил при мицеллообразовании в углеводородной среде. Термодинамика мицеллообразования. Квазихимический и псевдофазный подходы. Два уровня ассоциации. Солюбилизация. Основные факторы моющего действия в водной и неводной средах. Смеси ИПАВ и НПАВ. Биоразлагаемость и токсичность ПАВ.

Строение и полиморфные превращения мицелл. Классификация

жидкокристаллического состояния. Фазовые переходы в жидкокристаллических системах. Лиотропные жидкие кристаллы. Мембраноподобные системы (везикулы). Мицеллярный катализ.

Раздел 10. Растворы высокомолекулярных соединений

Фазовые диаграммы растворов полимеров. Термодинамический критерий деления растворов на разбавленные и концентрированные.

Конформационное состояние макромолекул. Размеры и форма макромолекул в растворе. Свойства гауссова клубка. Термодинамика набухания и растворения полимеров. Межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия в растворах полимеров. Свойства разбавленных растворов полимеров. Осмотическое давление. Термодинамическое сродство полимеров к растворителю и его критерии. Температура Флори. Концентрированные растворы полимеров. Применение правила фаз Гиббса к растворам полимеров. Растворы полиэлектролитов и их коллоидно-химические свойства. Белковые системы, комплексы полиэлектролитов и ПАВ.

Раздел 11. Структурообразование в дисперсных системах и их структурно-механические свойства

Структурообразование в дисперсных системах. Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Жидкокристаллическое состояние агрегативно-устойчивых дисперсных систем.

Формирование структур в различных дисперсных системах как частный случай коагуляции. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Теория структурообразования - основа получения новых материалов. Типы и прочность контактов между частицами в структурированных дисперсных системах. Влияние дисперсионной среды, ПАВ и электролитов на силы сцепления в контактах.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия реологии. Реологические свойства. Реологические модели идеальных тел (Гука, Сен-Венана-Кулона, Ньютона). Принципы моделирования реологических свойств реальных тел. Упруговязкие, вязкоупругие, вязкопластические тела (модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама). Время релаксации напряжения и деформации.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Тиксотропия и реопексия. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела. Методы измерения вязкости. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров.

Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Полная реологическая кривая. Зависимость вязкости от напряжения сдвига.

Экспериментальные методы определения вязкости. Различные типы вискозиметров и режимы их работы. Гели (студни); синерезис. Золь-гель технология неорганических материалов как контролируемый переход от свободнодисперсной системы (золя) к связнодисперсной (гелю) и материалу

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

	В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы дисциплины												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Знать:													
1.	- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов); основные теории физической адсорбции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	- условия применимости закона Стокса;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.	- закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; - основные положения теории ДЛФО; - причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.	- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; - классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:													
8.	- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9.	- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

10.	- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11.	- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12.	- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13.	- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14.	- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Владеть:														
15.	- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16.	- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17.	- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18.	- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19.	- методами определения электрокинетического потенциала.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20.	- методом дисперсионного анализа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21.	- методами определения критической концентрации мицеллообразования;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22.	- методами исследования кинетики коагуляции.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23.	- методами измерения и анализа кривых течения.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</i>														
24.	УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25.	УК-8 способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения	УК-8.2 Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	профессиональной деятельности.														
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>																
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК														
26.	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1 Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27.		ОПК-1.2 Умеет интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28.		ОПК-1.3 Владеет навыками делать заключения и формулировать выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности														
29.	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический	ОПК-2.1 Знает принципы работы с химическими веществами с соблюдением норм техники	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	безопасности														

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1 (4 акад. ч). Определение, основные понятия коллоидной химии	Практическое занятие 1-2. (4 ч) Дисперсные материалы, их количественные характеристики. Связь размера и формы частиц с удельной поверхностью и дисперсностью.	4
2	Раздел 2 (8 акад. ч). Термодинамика поверхностных явлений	Практическое занятие 3-4. (4 ч) Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Зависимость энергетических параметров поверхностного слоя от температуры. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (связь поверхностного натяжения с адсорбцией). Гиббсовская (избыточная) адсорбция.	4
		Практическое занятие 5-6. (4 ч) Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Факторы, влияющие на установление равновесия при смачивании. Гистерезис краевого угла смачивания. Влияние ПАВ, температуры и шероховатости поверхности на смачивание. Условия растекания жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел. Капиллярные явления. Уравнение капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода.	4
3	Раздел 3 (8 акад. ч). Адсорбция газов и паров на поверхности твердых тел	Практическое занятие 7-8. (4 ч) Уравнение Хилла-Де-Бура, Ленгмюра и Фаулера-Гугенгейма. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных. Уравнения Гаркинса-Юра, Френкеля-Хелси-Хилла. Области их применения. Физический смысл констант уравнений и их определение из	4

		экспериментальных данных. Теория БЭТ, Физический смысл констант уравнений и их определение из экспериментальных данных	
		Практическое занятие 9-10. (4 ч) Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции. Классификация типов петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса по Де-Буру. Уравнения и модели для расчета распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам.	4
4	Раздел 4. (8 акад. ч). Адсорбция из растворов	Практическое занятие 11-12. (4 ч) Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность веществ. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные вещества. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе.	4
		Практическое занятие 13-14. (4 ч) Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра	4
5	Раздел 5 (8 акад. ч). Электроповерхностные свойства дисперсных систем	Практическое занятие 15-16. (4 ч) Уравнение Гуи-Чепмена. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Емкость ДЭС. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы гидрофобного золя.	4
		Практическое занятие 17-18. (4 ч) Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Уравнение Хюкеля-Онзагера, уравнение Генри. Потенциал течения (эффект Квинке) и седиментации (эффект Дорна).	4

6	Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	Практическое занятие 19-20. (4 ч) Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон.	4
7	Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем	Практическое занятие 21-22. (4 ч) Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэлея (уравнение Геллера). Уравнение Дебая для определения молекулярных и мицеллярных масс.	4
8	Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Практическое занятие 23-24. (4 ч) Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину. Кинетика коагуляции лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Уравнение для скорости коагуляции, константа скорости и время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Электролитная коагуляция; нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Порог коагуляции. Пептизация коагулятов. Влияние на порог коагуляции заряда ионов электролита. Правило Эйлера-Корфа. Правило Шульце-Гарди (закон Дерягина).	4
		Практическое занятие 25-26. (4 ч) Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных	4

		дисперсных системах.	
9	Раздел 9. Поверхностно-активные вещества	Практическое занятие 27-28. (4 ч) Факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Точка Крафта. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), гидрофильно-олеофильное соотношение и их определения. Термодинамика мицеллообразования.	4
10	Раздел 11. Структурообразование в дисперсных системах и их структурно-механические свойства	Практическое занятие 29-30. (4 ч) Формирование структур в различных дисперсных системах как частный случай коагуляции. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Принципы моделирования реологических свойств реальных тел. Упруговязкие, вязкоупругие, вязкопластические тела (модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама). Время релаксации напряжения и деформации.	4
		Практическое занятие 31-32. (4 ч) Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Полная реологическая кривая. Зависимость вязкости от напряжения сдвига.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Коллоидная химия» выполняется в соответствии с учебным планом занимает 64 акад. часа для очной формы обучения. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины. В практикум входит 10 работ, примерно по 4 ч. на каждую работу и 24 часа выделено на защиту лабораторных работ. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ, их число может быть уменьшено.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Коллоидная химия*», а также дает знания о практическом

применении основных закономерностей коллоидной химии и особенностях методов измерения основных коллоидно-химических характеристик.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 35 баллов (максимально по 3,5 баллов за работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	часы
1	2	1. Определение краевого угла смачивания и работы адгезии.	4
2	4	2. Изучение адсорбции ПАВ из растворов на твердом адсорбенте. Определение удельной поверхности. 3. Исследование влияния строения молекул ПАВ на их поверхностную активность. Определение параметров адсорбционного слоя. 4. Хроматографическое разделение смеси ионов с помощью ионообменных смол. 5. Разделение смеси полимера и минеральной соли и определение молекулярной массы полимеров методом гель-хроматографии.	16
3	5	6. Электрофоретическое определение электрокинетического потенциала. 7. Определение изоэлектрической точки гидроксида железа методом электрофореза.	4
4	6	8. Дисперсионный анализ порошков методом седиментации в гравитационном поле. 9. Определение размеров частиц дисперсных систем турбидиметрическим методом.	8
5	7	10. Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям	4
6	9	11. Исследование мицеллообразования в растворах ПАВ различными методами.	4
7	8	12. Синтез гидрозоля гидроксида железа, изучение его коагуляции и стабилизации.	8
8	10	13. Определение молекулярной массы полимера турбидиметрическим методом. 14. Исследование растворов амфотерных полиэлектролитов	8
9	11	15. Исследование вязкости структурированной жидкости с помощью капиллярного вискозиметра. 16. Исследование реологических свойств неньютоновских жидкостей с помощью ротационного вискозиметра.	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Коллоидная химия» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося бакалавриата в объеме 55,6 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- выполнение индивидуального (домашнего) задания;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума по дисциплине;

– подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в 6 семестре складывается из оценок за выполнение 3 контрольных работ (максимальная оценка по 20 баллов) и промежуточного контроля в форме *зачёта с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка по дисциплине в 7 семестре складывается из оценок за выполнение 2 контрольных работ (максимальная оценка 16 и 9 баллов соответственно) и лабораторного практикума (максимальная оценка 35 балла). Итоговый контроль проводится в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 6 семестре предусмотрено 4 контрольных работы (максимальная оценка по 15 баллов за каждую контрольную работу). Каждая контрольная работа включает 3 вопроса по 5 баллов за каждый вопрос).

Пример задания по контрольной работе №1 (6 семестр)

1. Дайте определение адсорбции как поверхностного явления. Что такое изотерма, изостера и изопикна (изобара) адсорбции? В чем заключается отличие между величинами гиббсовской и абсолютной адсорбции? В каких случаях можно пренебречь их различием? Приведите вывод частного выражения адсорбционного уравнения Гиббса.
2. Каким образом можно создать пересыщение в паре или растворе? Каким уравнением выражается зависимость радиуса образующихся зародышей новой фазы от степени пересыщения при получении дисперсных систем методом конденсации?
3. Определите, возможно ли растекание воды по поверхности толуола, зная, что поверхностные натяжения этих жидкостей равны $\sigma_{\text{толуол-воздух}} = 27,9 \text{ мДж/м}^2$, $\sigma_{\text{вода-воздух}} = 72,0 \text{ мДж/м}^2$ соответственно. Величина межфазного натяжения составляет $\sigma_{\text{толуол-вода}} = 35,7 \text{ мДж/м}^2$.
4. Рассчитайте поверхностное натяжение жидкости, если при 25°C в капилляре диаметром 0,7 мм жидкость поднялась на высоту 19 мм. Примите, что краевой угол равен 0° , а плотность жидкости $1,0 \text{ г/см}^3$.

Пример задания по контрольной работе №2 (6 семестр)

1. Что собой представляют пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры? Как их получают? Приведите примеры.
2. Какие уравнения используются для расчёта распределения объёма мезопор по размерам? Какие экспериментальные данные нужны для построения интегральной и дифференциальной кривой распределения объёма пор по размерам? Приведите графический вид кривых распределения.

3. Определите общий объем микропор (в м³/кг) сажи (по уравнению Дубинина - Радushkevича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола $\rho = 0,8$ г/см³.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
A, моль/кг	0,40	0,56	0,65	0,70

4. Рассчитайте константы уравнения Ленгмюра и удельную поверхность адсорбента, используя данные об изотерме адсорбции красителя:

c , ммоль/л	0,06	0,20	0,40
A , моль/г	0,10	0,15	0,17

Площадь, занимаемую одной молекулой красителя, примите равной 0,6 нм².

Пример задания по контрольной работе №3 (6 семестр)

1. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на ζ -потенциал? Как будет изменяться ζ -потенциал отрицательно заряженных частиц при введении в золь нитратов калия, бария и лантана?
2. Какие уравнения состояния используются для адсорбционных плёнок? Какой физический смысл констант данных уравнений? Что собой представляют плёнки Ленгмюра-Блоджетт?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ $c = 0,1$ моль/л степень заполнения поверхности $\theta = 0,4$. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе, равной 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь $\omega = 0,2$ нм², поверхностное натяжение воды $\sigma = 71,66$ мДж/м².
4. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 15 и 25 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор NaCl с концентрацией $c_0 = 7 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), $T = 293$ К, $\varepsilon = 80,1$, $\varphi_\delta = 0,03$ В.

Пример задания по контрольной работе №1 (7 семестр)

1. Какие дисперсные системы относят к лиофильным? Приведите примеры таких систем. Как происходит формирование частиц дисперсной фазы в лиофильных системах?
2. Почему величина среднеквадратичного сдвига в законе Эйнштейна – Смолуховского пропорциональна корню квадратному из времени, а не времени, как это наблюдается при прямолинейном движении? Каковы следствия из теории броуновского движения?
3. Порог быстрой коагуляции гидрозоля, вызываемой NaNO₃, равен 64 ммоль/л, а электролитом Na₂SO₄ – 32 ммоль/л. Определите знак заряда частиц золя и, используя закон Дерягина, рассчитайте порог быстрой коагуляции для двух других электролитов: Zn(NO₃)₂ и Fe(NO₃)₃.
4. Рассчитайте численную концентрацию мицелл и мицеллярную массу в водном растворе ПАВ C₁₂H₂₅OSO₃Na, если число ассоциации $m = 62$, а общее содержание ПАВ превышает значение ККМ ($8,3 \cdot 10^{-3}$ моль/л) в 3,5 раза.

Пример задания по контрольной работе №2 (7 семестр)

1. Приведите классификацию структур, которые могут формироваться в дисперсных системах. Каковы причины их возникновения? Какие потенциальные кривые взаимодействия частиц соответствуют этим структурам?
2. Назовите простейшие идеальные реологические модели (элементы). Как зависят деформации этих моделей от приложенной нагрузки?

3. Используя уравнение Эйнштейна, рассчитайте вязкость золя Al_2O_3 , если плотность частиц равна $4,0 \text{ г/см}^3$, концентрация дисперсной фазы составляет, а) 8 % мас. и б) 8 % об. Плотность и вязкость дисперсионной среды составляют 1 г/см^3 и $1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.

8.3. Вопросы для промежуточного контроля (зачёт с оценкой), 6 семестр и итогового контроля освоения дисциплины (экзамен), 7 семестр.

Билет для зачёта с оценкой включает контрольные вопросы по разделам дисциплины, изученным в 6 семестре дисциплины и содержит 3 вопроса, ответы на вопросы 1 и 2 представляют собой изложение теоретического материала, тогда как ответ на вопрос 3 предполагает решение задачи. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса, ответы на вопросы 1 и 2 представляют собой изложение теоретического материала, тогда как ответ на вопрос 3 предполагает решение задачи. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов промежуточного контроля (зачёт с оценкой), 6 семестр и итогового контроля освоения дисциплины (экзамен), 7 семестр

1. Коллоидная химия - наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях в них. Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Количественные характеристики дисперсности: удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды, классификация свободно- и связнодисперсных систем.
2. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса-Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхностного слоя от температуры.
3. Метод избытков Гиббса. Вывод фундаментального адсорбционного уравнения Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
4. Адгезия и смачивание; определения. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания и уравнение Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга для работы адгезии. Влияние ПАВ на адгезию и смачивание. Растекание, коэффициент растекания по Гаркинсу.
5. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел (вывод и анализ уравнения Лапласа). Капиллярные явления (уравнение Жюрена).
6. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Вывод уравнения капиллярной конденсации Кельвина и его анализ. Влияние дисперсности на растворимость, температуру фазового перехода и константу равновесия химической реакции.
7. Методы получения дисперсных систем: диспергирование и конденсация. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Конденсация физическая и химическая. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы при гомогенной конденсации; роль пересыщения.
8. Классификация механизмов адсорбции. Природа адсорбционных сил и их особенности при физической адсорбции. Вывод уравнения для энергии дисперсионного взаимодействия атома адсорбата с адсорбентом. Изотерма, изостера, изопикна адсорбции.

9. Мономолекулярная адсорбция, форма изотермы адсорбции. Уравнение Генри. Основные положения теории Ленгмюра, вывод уравнения и его анализ. Линейная форма уравнения Ленгмюра.

10. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.

11. Количественные характеристики пористых материалов: пористость, удельная поверхность, размер пор. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.

12. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по их размерам.

13. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых.

14. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Обобщенное уравнение теории Дубинина (теория объемного заполнения микропор), частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Расчет общего объема микропор по изотерме адсорбции.

15. Особенности адсорбции ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность (правило Траубе-Дюкло). Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Вывод уравнения Шишковского.

16. Поверхностное давление адсорбционной пленки ПАВ. Уравнения состояния двумерного газа на поверхности жидкости (вывод); различные агрегатные состояния адсорбционных пленок. Весы Ленгмюра и определение размеров молекул ПАВ.

17. Ионообменная адсорбция. Природные и синтетические иониты. Классификация ионитов по кислотно-основным свойствам. Полная и динамическая обменные емкости. Константа равновесия ионного обмена, уравнение Никольского.

18. Вывод уравнения для скорости осаждения частиц в гравитационном поле. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ, расчет и назначение кривых распределения частиц по размерам.

19. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона.

20. Седиментационно-диффузионное равновесие. Вывод уравнения (гипсометрический закон). Мера седиментационной устойчивости. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.

21. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (вывод уравнений Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.

22. Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение для случая слабозаряженных поверхностей. Уравнение Гуи-Чепмена.

23. Современная теория строения ДЭС (теория Штерна); роль специфической адсорбции, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы (формулы ДЭС).

24. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал. Уравнение Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые уравнением Смолуховского (поверхностная проводимость, электрофоретическое

торможение, релаксационный эффект).

25. Два вида устойчивости дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности по Ребиндеру-Щукину. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем. Примеры лиофильных и лиофобных дисперсных систем.

26. Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика ПАВ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ в водных и углеводородных средах. Солюбилизация.

27. Лиофильные дисперсные системы. Истинно растворимые и коллоидные ПАВ, их классификация. Мицеллообразование, строение мицелл; методы определения ККМ. Факторы, влияющие на ККМ ионных и неионных ПАВ.

28. Леофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости леофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому (вывод уравнения). Определение константы скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

29. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие. Вывод уравнения для энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Потенциальные кривые взаимодействия частиц для агрегативно устойчивой и неустойчивой дисперсных систем.

30. Природа сил притяжения и отталкивания между частицами в дисперсных системах. Вывод уравнения для энергии притяжения между частицами (теория ДЛФО). Константа Гамакера и ее физический смысл. Анализ зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними.

31. Факторы агрегативной устойчивости леофобных дисперсных систем. Электролитная коагуляция (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Правило Шульце-Гарди и закон Дерягина. Способы стабилизации леофобных дисперсных систем.

32. Структурообразование в соответствии с теорией ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Условия перехода одних структур в другие. Классификация дисперсных систем по реологическим (структурно-механическим) свойствам.

33. Ньютонские жидкости, уравнения Ньютона и Пуазейля. Методы измерения вязкости. Уравнение Эйнштейна для вязкости дисперсных систем, условия его применения.

34. Реологический метод исследования структур в дисперсных системах. Реологические модели идеальных тел (модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона). Кривые течения реальных жидкообразных и твердообразных структурированных систем.

35. Моделирование реологических свойств тел, модель и уравнение Бингама. Кривые течения и вязкости жидкообразной и твердообразной структурированных систем. Ползучесть, предел текучести.

Примеры задач

Примеры задач по всем основным разделам программы приведены в учебном пособии Коллоидная химия. Практикум и задачник. / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2022. - 434 с.

1. Рассчитайте размер частиц ZnO , зная, что их растворимость на 7 % (масс.) больше растворимости крупных кристаллов. Межфазное натяжение при 298 К примите равным 960 мДж/м^2 , плотность ZnO $5,60 \text{ г/см}^3$. Молярная масса оксида цинка составляет $81,4 \text{ г/моль}$.

2. Рассчитайте полную поверхностную энергию 7 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 75 % мас. и дисперсностью 1 мкм^{-1} при температуре 353 К. Плотность

бензола составляет $0,858 \text{ г/см}^3$, межфазное натяжение $26,13 \text{ мН/м}$, температурный коэффициент межфазного натяжения примите $d\sigma/dT = -0,13 \text{ мДж/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

3. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор NaCl с концентрацией $c_0 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$ (индифферентный электролит), $T = 293 \text{ К}$, $\epsilon = 80,1$, $\kappa = 0,03 \text{ В}$.

4. Рассчитайте численную концентрацию мицелл и мицеллярную массу в водном растворе ПАВ $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$, если число ассоциации $m = 62$, а общее содержание ПАВ превышает значение ККМ ($8,3 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$) в 3,5 раза.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (6 семестр) и экзамена (7 семестр).

Зачёт с оценкой по дисциплине «*Коллоидная химия*» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам рабочей программы дисциплины, изученным в 6 семестре. Билет для зачёта с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ В.В. Назаров _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ			
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева			
	Кафедра коллоидной химии			
	04.03.01 Химия			
	Коллоидная химия			
Билет № 1				
1. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса - Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхности от температуры.				
2. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.				
3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, используя уравнение БЭТ. Площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое, составляет $16 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$.				
p/p_s 0,0286 0,136 0,200				
A, моль/кг 2,16 3,02 3,33				

Экзамен по дисциплине «*Коллоидная химия*» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся ко всем разделам дисциплины.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ В.В. Назаров _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра коллоидной химии
	04.03.01 Химия
Коллоидная химия	Билет № 1 1. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона. 2. Природа сил притяжения и отталкивания между частицами в дисперсных системах. Вывод уравнения для энергии притяжения между частицами (теория ДЛФО). Константа Гамакера и ее физический смысл. Анализ зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними. 3. Определите удельную поверхность (в м²/г) монодисперсного порошка оксида алюминия, если известно, что его частицы сферической формы полностью оседают в водной среде с высоты 10 см за 1600 с. Плотность оксида алюминия равна 4 г/см³; плотность и вязкость воды составляют 1 г/см³ и 10⁻³ Па·с, соответственно.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Назаров, В. В. Коллоидная химия [Текст]: учебник / В. В. Назаров. - М.: ДеЛи плюс, 2015. - 250 с.
2. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.]; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
3. Гаврилова Н.Н., Назаров В.В. Анализ пористой структуры материалов на основе адсорбционных данных. – 2-е изд. испр. и доп. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2022. – 150 с.
4. Сборник задач по коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / Н. Н. Гаврилова [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 131 с.

Б. Дополнительная литература

1. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст]: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. - 3-е изд., стер., испр. Перепеч. с изд. 1989 г. - М.: Альянс, 2004. - 464 с.
2. Гаврилова, Н. Н. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов [Текст]: учебное пособие / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров, О. В. Яровая. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 51 с.
3. Основные понятия и уравнения коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / сост. А. С. Гродский [и др.]. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 40 с.
4. Назаров, В. В. Тестовые задания по курсу коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / В. В. Назаров, О. В. Жилина, А. С. Гродский. М.А. Мячина - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. - 148 с.
5. Русанов, А.И. Лекции по термодинамике поверхностей: учебное пособие / А.И. Русанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1487-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6602>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии: учебник / Д.А. Фридрихсберг. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1070-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4027>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для академического бакалавриата / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 444 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01191-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/444075>.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

1. Коллоидный журнал ISSN: 0023-2912.
<http://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/kolloidnyj-zhurnal>.
2. Журнал физической химии. ISSN: 0044-4537.
<https://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/zhurnal-fizicheskoy-himii/>
3. Advances in Colloid and Interface Science. ISSN: 0001-8686.
<https://www.journals.elsevier.com/advances-in-colloid-and-interface-science>.
4. Journal of Interface and Colloid Science. ISSN: 0021-9797.
<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-colloid-and-interface-science>.
5. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. ISSN: 0927-7757.
<https://www.journals.elsevier.com/colloids-and-surfaces-a-physicochemical-and-engineering-aspects>.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect
<http://www.sciencedirect.com>.
- Издательство American Chemical Society (ACS)
<http://pubs.acs.org>.
- Международная издательская компания NaturePublishingGroup (NPG)
<http://www.nature.com>.
- Издательство Wiley-Blackwell
<http://www3.interscience.wiley.com>.
- Издательство SPRINGER
<http://www.springerlink.com>.
- Журнал SCIENCE
<http://www.science.com>
- Российская научная электронная библиотека
<http://www.elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов 234);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 462);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 462).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1727628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Коллоидная химия*» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная традиционной учебной доской и/или электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Учебные лаборатория поверхностных явлений и лаборатория дисперсных систем, оснащенные необходимой лабораторной мебелью, аквадистиллятором АЭ, сушилкой для пробирок и колб Stegler и установками, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с учебным планом.

Установки (приборы) для определения поверхностного и межфазного натяжений, установки для определения краевых углов, в том числе гониометры ЛК-1 с программным обеспечением для обработки данных, установки для определения критической концентрации мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ, ионообменные колонки, установки для определения электрокинетического потенциала методом электрофореза, ротационные вискозиметры, капиллярные вискозиметры с насосом вакуумным N86 KN18.KNF, оптические микроскопы Биомед-5 с цифровой камерой Livenhuk, спектрофотометры однолучевые СФ-102, фотометры фотоэлектрические КФК-3-01, pH-метры милливольтметры pH-420, весы порционные ANDHT-500, мешалка магнитная без подогрева MM-135 Tagler, электрическая плитка IRITIR-8004, лабораторный высокоскоростной гомогенизатор-мешалка XNF-DYSTEGLER, кондуктометры, торсионные весы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-наглядные пособия не предусмотрены

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Определение основных понятий коллоидной химии	<i>Знает:</i> - признаки объектов коллоидной химии и их классификацию. <i>Умеет:</i> - рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность. <i>Владеет:</i> - представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за экзамен.
Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений	<i>Знает:</i> - основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов). <i>Умеет:</i> - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений. <i>Владеет:</i> - методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.	Оценка за контрольную работу №1, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 3. Адсорбция газов и паров на твердых телах	<i>Знает:</i> - основные теории физической адсорбции. <i>Умеет:</i> - рассчитывать основные характеристики пористой структуры. <i>Владеет:</i> - знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.	Оценка за контрольную работу №1, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 4. Адсорбция из растворов	<i>Знает:</i> - основные теории физической адсорбции. <i>Умеет:</i> - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений. <i>Владеет:</i> - знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - основные представления о строении двойного электрического слоя; - природу электрокинетического потенциала; - основные электрокинетические явления. <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ.

	- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза. <i>Владеет:</i> - знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского; - методами определения электрокинетического потенциала.	Оценка за экзамен.
Раздел 6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - условия применимости закона Стокса; - закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа. <i>Умеет:</i> - рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам. <i>Владеет:</i> - методами дисперсионного анализа.	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем	<i>Знает:</i> - закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа. <i>Умеет:</i> - рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам. <i>Владеет:</i> - методами дисперсионного анализа.	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем	<i>Знает:</i> - природу седиментационной и агрегативной устойчивости; - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; - основные положения теории ДЛФО; - причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции. <i>Умеет:</i> - рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц. <i>Владеет:</i> - методами определения критической концентрации мицеллообразования; - методами исследования кинетики коагуляции.	Оценка за контрольную работу №3, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 9. Поверхностно-активные вещества	<i>Знает:</i> - основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; <i>Умеет:</i> - проводить расчёты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений; <i>Владеет:</i> - методами определения критической	Оценка за контрольную работу №3, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен

	концентрации мицеллообразования	
Раздел 10. Растворы высокомолекулярных соединений	<i>Знает:</i> - основные свойства растворов ПАВ, полимеров и ВМС как лиофильных систем; <i>Умеет:</i> - проводить расчёты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений; <i>Владеет:</i> - методами измерения и анализа кривых течения.	Оценка за контрольную работу №3, Оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен
Раздел 11. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; - классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам. <i>Умеет:</i> - рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем. <i>Владеет:</i> - методами измерения и анализа кривых течения.	Оценка за контрольную работу №3, Оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 12. Явления переноса в пористых телах и мембранные методы разделения смесей	<i>Знает:</i> - основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений <i>Умеет:</i> - рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность. <i>Владеет:</i> - методами определения электрокинетического потенциала.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за экзамен.
Раздел 13. Коллоидная химия и охрана окружающей среды	<i>Знает:</i> - природу седиментационной и агрегативной устойчивости; <i>Умеет:</i> - рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц. <i>Владеет:</i> - представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за экзамен.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Коллоидная химия»**

**основной образовательной программы
04.03.01 Химия**

код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Коллоидно-химические свойства полимерных систем»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» августа 2024 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2024

Программа составлена доцентами кафедры коллоидной химии, к.х.н. А.С. Гродский,
к.х.н. И.А. Беловой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры коллоидной химии
« 18 » апреля 2024 г., протокол № 11/1

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО 3++), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой коллоидной химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Коллоидно-химические свойства полимерных систем»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической, коллоидной и аналитической химии.

Цель дисциплины – дать современные и научно обоснованные знания о полимерах и полимерсодержащих системах, их особенностях и коллоидно-химических свойствах и тем самым сформировать теоретическую базу у магистров, специализирующихся в области полимерных материалов.

Задачи дисциплины - ознакомить с закономерностями межфазных явлений полимерсодержащих систем; рассмотреть термодинамику растворов полимеров и их свойства, позволяющие определить основные характеристики макромолекул в растворе; ознакомить с основными коллоидно-химическими характеристиками наполнителей полимеров, методами их определения и влияния на процессы агрегации и структурообразования; показать роль коллоидно – химических явлений и процессов в технологии наполненных полимеров, в технологии полимерных пленкообразующих композиций и в других технологиях полимерных материалов, ознакомить обучающихся с коллоидно - химическими основами управления процессами структурообразования в полимерных композиционных материалах.

Дисциплина **«Коллоидно-химические свойства полимерных систем»** преподается в восьмом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных	- Химическое, химико-	ПК-1 Способен	ПК-1.1 Планирует	Профессиональный стандарт

х и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	технологическое производство - Сквозные виды проф. деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исслед. и опытно-конструк. работ в области химического и хим.-тех. производства).	выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	«Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 25.12.2014)
			ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	
			ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	
			ПК-1.4 Готовит объекты исследования	
		ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональ	

		решении профессиональных задач	ных задач	
		ПК-5 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные достижения и направления развития современной коллоидной химии, а также химии полимеров;
- особенности молекулярного строения полимеров, положения кинетической теории изолированных полимерных цепей и использование их для объяснения влияния конформаций макромолекул на состояние растворов;
- термодинамические аспекты самопроизвольного диспергирования полимеров в низкомолекулярных жидкостях и агрегативной устойчивости растворов полимеров;
- закономерности и особенности протекания поверхностных явлений в полимерных системах;
- положения и следствия из термодинамических теорий растворов полимеров;
- коллоидно-химические свойства растворов полимеров в органических жидкостях и в воде;
- основные коллоидно – химические характеристики дисперсных наполнителей полимеров и методы их определения;
- способы регулирования прочности контактов, возникающих между частицами в дисперсных системах;
- основные характеристики пространственных структур в полимерных системах, определяемые по их реологическим свойствам.

уметь:

- обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений;
- проводить анализ научно-технической литературы, грамотно анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы;
- устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой системе;
- использовать полученные знания для решения профессиональных задач;
- выбирать эффективные модификаторы поверхности частиц наполнителей полимеров с учетом данных об их коллоидно-химических характеристиках.

владеть:

- базовой терминологией, относящейся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития коллоидной химии и химии полимеров;
- современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем;
- методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям молекулярной массы полимера;
- методами определения поверхностного натяжения жидкостей и угла смачивания (краевого угла);
- реологическими методами исследования наполненных полимерных систем и способами расчета прочности единичного контакта между частицами наполнителя.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5,0	180	135
Лекции	0,9	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36,0
Самостоятельная работа	2,76	99,6	74,7
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины			
Вид контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Коллоидно-химические свойства полимерных систем.	14	6	6	20
2.	Раздел 2. Межфазные слои и поверхностные явления в полимерных системах.	20	6	8	20
3.	Раздел 3. Растворы полимеров и их коллоидно-химические свойства.	24	6	12	20
4.	Раздел 4. Полимерные композиционные материалы.	24	7	6	20
5.	Раздел 5. Реологические свойства наполненных полимерных систем.	26	7	16	20
	ИТОГО	180	32	48	100

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Коллоидно-химические свойства полимерных систем.

Признаки объектов коллоидной химии. Особенности молекулярного строения полимеров и влияние их на свойства полимерных систем и материалов. Разновидности гетерогенно-дисперсного состояния полимерных систем. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы. Коллоидно-химические свойства пластифицированных полимеров, пластизолов и пластигелей, латексов, лакокрасочных композиций, наполненных полимеров, полимерных пленок, волокон, и мембран.

Растворы полимеров как переходные системы между истинными (гомогенными) и коллоидными системами. Условия самопроизвольного диспергирования (растворения) полимеров в низкомолекулярных жидкостях, роль энтропийного фактора. Комбинаториальная и некомбинаториальная составляющие энтропии смешения полимеров с растворителем. Особенности ассоциации макромолекул в растворах. Образование в растворах полимеров надмолекулярных и пространственных структур. Свойства полимеров и их реологические свойства.

Раздел 2. Межфазные слои и поверхностные явления в полимерных системах.

Поверхностное натяжение полимеров. Влияние молекулярной массы, температуры, физического и фазового состояния полимеров на их поверхностное натяжение. Расчетные и экспериментальные методы определения поверхностного натяжения полимеров в твердом состоянии. Поверхностные слои в полимерных системах, их структура и свойства. Особенности поверхностных явлений в полимерных системах. Закономерности адсорбции полимеров из растворов на поверхности твердых тел.

Раздел 3. Растворы полимеров и их коллоидно-химические свойства.

Термодинамика набухания и растворения полимеров. Следствия из термодинамических теорий растворов полимеров. Основные положения теории

фракционирования полимеров. Влияние длины и гибкости полимерной цепи, а также «качества» растворителя на конформации макромолекул и коллоидно-химические свойства растворов полимеров. θ -растворы полимеров как коллоидные системы. Экспериментальное определение молекулярной массы полимеров и термодинамических параметров их взаимодействия с растворителем методами светорассеяния, седиментации в центробежном поле и методом капиллярной вискозиметрии.

Полиэлектролиты и коллоидно-химические свойства их растворов. Изоэлектрическая точка, полиэлектролитный и электровязкостный эффекты.

Раздел 4. Полимерные композиционные материалы.

Наполненные полимеры как дисперсные системы, их классификация. Дисперсные и волокнистые наполнители полимеров, их коллоидно-химические характеристики и методы определения. Энергия и сила парного взаимодействия частиц наполнителя, уравнения для их расчета. Формирование структур в полимерных системах за счет возникновения контактов между частицами и в результате отталкивания частиц. Типы межчастичных контактов. Понятие о прочности единичного контакта между частицами. Теория прочности коагуляционных структур и следствия из нее.

Раздел 5. Реологические свойства наполненных полимерных систем.

Реологическое поведение систем с коагуляционными структурами. Полные реологические кривые для дисперсных систем с коагуляционно – тиксотропными структурами. Расчет прочности единичных контактов по данным реологических измерений. Практическое использование тиксотропных дисперсных систем. Реологическое поведение систем с дилатантной структурой. Реологическая (обратимая) и рейнольдсовская (необратимая) дилатансия.

Коллоидно-химические основы получения полимерных композиционных материалов. Влияние дисперсности наполнителей, формы частиц, гидрофильно – гидрофобной мозаичности их поверхности на процессы образования и разрушения пространственных структур. Предварительное дезагрегирование и адсорбционное модифицирование поверхности частиц наполнителей при получении полимерных композиционных материалов. Выбор стабилизаторов при получении полимерных композиционных материалов в зависимости от природы активных центров на поверхности частиц наполнителя.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	Основные достижения и направления развития современной коллоидной химии, а также химии полимеров.	+	+			
2	Особенности молекулярного строения полимеров, положения кинетической теории изолированных полимерных цепей и использование их для объяснения влияния конформаций макромолекул на состояние растворов.	+	+			
3	Термодинамические аспекты самопроизвольного диспергирования полимеров в низкомолекулярных жидкостях и агрегативной устойчивости растворов полимеров.	+		+		

4	Закономерности и особенности протекания поверхностных явлений в полимерных системах.		+			+
5	Положения и следствия из термодинамических теорий растворов полимеров.			+		
6	Коллоидно-химические свойства растворов водорастворимых полимеров и растворов полимеров в органических жидкостях			+		
7	Основные коллоидно – химические характеристики дисперсных наполнителей полимеров и методы их определения.				+	
8	Способы регулирования прочности контактов, возникающих между частицами в дисперсных системах.					+
9	основные характеристики пространственных структур в полимерных системах, определяемые по их реологическим свойствам.					+
	Уметь:					
10	Обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений.	+	+	+	+	+
11	Проводить анализ научно-технической литературы и анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы.	+	+	+	+	+
12	Устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой системе.	+	+	+	+	+
13	Использовать полученные знания для решения профессиональных задач.	+	+	+	+	+
14	Выбирать эффективные модификаторы поверхности частиц наполнителей с учетом данных об их коллоидно-химических характеристиках.				+	+
	Владеть:					
15	Базовой терминологией, относящейся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития коллоидной химии и химии полимеров.	+	+	+	+	+
16	Современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем.	+	+	+	+	+
17	Методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям молекулярной массы полимера.			+		

18	Методами определения поверхностного натяжения жидкостей и угла смачивания (краевого угла)		+				
19	Реологическими методами исследования наполненных полимерных систем и способами расчета прочности единичного контакта между частицами наполнителя.						+
Профессиональные компетенции							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
20	Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)	Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР (ПК-1.1)	+	+	+	+	+
		Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР (ПК-1.2)	+	+	+	+	+
		Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР (ПК-1.3)	+	+	+	+	+
		Готовит объекты исследования (ПК-1.4)	+	+	+	+	+
21	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных Задач (ПК-4)	Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ПК-4.1)	+	+	+	+	+

23	Способен использовать основные законы естественнонауч. дисциплин в проф. деятельности (ПК-5)	Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-5.1)	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, формирование понимания связей между теоретическими положениями рассматриваемых основ и методологией решения практических задач по тематике лекций, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению **04.03.01 «Химия»** предусмотрено проведение практических (семинарских) занятий по дисциплине **«Коллоидно-химические свойства полимерных систем»** в объеме 48 часов (36 зач. ед.).

Примерные темы практических (семинарских) занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Особенности молекулярного строения полимеров, макросвойства их и полимерных систем	2
2	Раздел 1	Гетерогенно-дисперсионное состояние полимеров и полимерных систем, их коллоидно-химические свойства	4
3	Раздел 2	Структура межфазных слоев в полимерных системах и поверхностные явления в них.	4
4	Раздел 2	Поверхностное натяжение полимеров и методы его определения	4
5	Раздел 3	Свойства разбавленных растворов полимеров и методы определения их молярной массы.	6
6	Раздел 3	Методы определения молярной массы полиэлектролитов.	2
7	Раздел 3	Основы теории фракционирования полимеров и экспериментальные методы определения ММР	4
8	Раздел 4	Наполнители полимеров, их коллоидно-химические характеристики и методы определения.	4
9	Раздел 4	Природа сил взаимодействия между частицами дисперсной фазы в наполненных полимерах.	2
10	Раздел 5	Образование пространственных структур в полимерных системах, их разновидности и коллоидно-химические характеристики.	2

11	Раздел 5	Седиментационная устойчивость пространственных структур в полимерных системах.	2
12	Раздел 5	Определение прочности межчастичных контактов в полимерных системах с коагуляционной структурой.	4
13	Раздел 5	Влияние концентрации дисперсной фазы, полярности и вязкости дисперсионной среды на реологические свойства наполненных полимерных систем.	2
14	Раздел 5	Влияние дисперсности, формы частиц и их энергетической неоднородности их поверхности на структурно-механические свойства наполненных полимеров	4
15	Раздел 5	Направленной регулирование процессов структурообразования и реологических свойств наполненных полимерных систем.	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля усвоения материала *разделов 1-2* предусмотрена контрольная работа № 1 и по *3-ему разделу* - предусмотрена контрольная № 2. Каждый билет содержит по 2 вопроса, ответ на каждый вопрос оценивается в **15 баллов**. Две контрольных работы оцениваются по **30 баллов** каждая.

8.1. Примеры вопросов к контрольной к работе № 1 (разделы 1-2)

В процессе самостоятельной работы обучающиеся не только прорабатывают материал путем регулярного повторения законспектированного лекционного материала, но также дополняют его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. Изучение материала первого и второго разделов, а также третьего заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Ниже приведены

примеры контрольных вопросов и примеры заданий для написания контрольных работ. Каждая контрольная работа содержит по 2 вопроса, ответ на каждый вопрос оценивается в 8 баллов.

Контрольная работа №1 (Разделы 1-2)

Примеры контрольных вопросов

1. Макросвойства полимеров и особенности их молекулярного строения.
2. Рассмотрите основные характеристики макромолекул, определяющие коллоидно-химические свойства полимерных систем. При каких конформациях макромолекул растворы полимеров проявляют свойства гомогенных и гетерогенных систем?
3. Какие системы относят к лиофильным коллоидным системам и как их классифицирует?
4. В каких случаях возможно самопроизвольное диспергирование (растворение) полимеров в низкомолекулярных жидкостях? Какова роль при этом энтропийного фактора?
5. Рассмотрите особенности образования ассоциатов в растворах полимеров. Какие факторы влияют на этот процесс?
6. Рассмотрите механизмы образования первичных и вторичных надмолекулярных структур в растворах полимеров, их разновидности.
7. Какие факторы влияют на процесс образования надмолекулярных структур? В каких случаях возможно образование кристаллических надмолекулярных структур в этих системах?
8. Рассмотрите условия образования в растворах полимеров обратимых и необратимых пространственных структур. Покажите, в чем состоит основное различие между этими типами пространственных структур.
9. Рассмотрите разновидности гетерогенно-дисперсного состояния полимерсодержащих систем (приведите примеры) и их коллоидно-химические свойства.
10. Какие параметры используют для количественной характеристики смачивания и адгезии? Покажите взаимосвязь между адгезией и способностью жидкости смачивать поверхность твердых тел. В чем состоит различие между явлениями адгезии и смачивания?
11. Что характеризует равновесный краевой угол? Какие краевые углы называют углами натекания и оттекания и как их определяют? Как по ним можно найти равновесных краевой угол?
12. Как влияет шероховатость и энергетическая неоднородность поверхности твердых тел на их смачивание жидкостями?
13. Какие существуют механизмы адгезии и каковы ее особенности для полимеров?
14. Каковы особенности протекания адсорбции в полимерных системах? Какие изменения происходят при переходе макромолекул на межфазную поверхность?
15. Рассмотрите особенности образования поверхностных (граничных) слоев в полимерных системах. Какова роль адсорбционных взаимодействий при формировании поверхностных слоев в этих системах? Чем отличаются граничные слои, возникающие в дисперсных системах полимер-полимер (смеси полимеров)? Приведите основные характеристики граничных слоев, возникающих на низкоэнергетических и высокоэнергетических поверхностях.
16. Как влияет молекулярная масса и гибкость цепи полимеров на структуру адсорбционных и граничных слоев? Как зависит толщина адсорбционных слоев в полимерных системах от значения межфазного натяжения и поверхностного натяжения взаимодействующих фаз?

17. Какие методы используют для описания термодинамики поверхностных явлений и что лежит в их основе? Рассмотрите составляющие поверхностного натяжения полимеров.
18. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения полимеров от молекулярной массы и температуры? Как влияют изменения физического состояния полимеров и фазовый переход кристалл-расплав на температурный коэффициент поверхностного натяжения?
19. Какие методы могут быть использованы для определения поверхностного натяжения полимеров в твердом состоянии и каковы ограничения в их применении?
20. Рассмотрите коллоидно-химические свойства синтетических латексов, механизмы их получения и области применения? Каковы механизмы коагуляции и стабилизации латексов?
21. Какие системы являются пластизолями? Каковы их разновидности и где их применяют? Рассмотрите коллоидно-химические свойства пластизолов и механизм их желатинизации.

Примеры билетов к контрольной работе № 1

Билет № 1

1. Основные характеристики макромолекул, определяющие коллоидно-химические свойства полимерных систем. При каких конформациях макромолекул их растворы проявляют свойства гомогенных и гетерогенных систем?
2. Особенности образования поверхностных (граничных) слоев в полимерных системах. Какова роль адсорбционных взаимодействий при формировании поверхностных слоев в этих системах?

Билет № 2

1. Разновидности гетерогенно-дисперсного состояния полимерсодержащих систем (приведите примеры) и их коллоидно-химические свойства.
2. Специфика адсорбции из растворов полимеров, строение адсорбционных слоев на поверхности твердых тел. Экспериментальное определение ориентации макромолекул в адсорбционных слоях (уравнение Перкеля-Алмана). Основные закономерности адсорбции из растворов полимеров.

8.2. Примеры вопросов к контрольной к работе № 2 (раздел 3)

1. Каковы особенности растворения полимеров? В каких случаях их растворение становится невозможным?
2. Какие существуют механизмы набухания полимеров? Какие параметры используют для описания процесса набухания полимеров? Как их определяют?
3. Какие факторы влияют на набухание и растворение полимеров? В каких случаях возможно самопроизвольное диспергирование полимеров в низкомолекулярных жидкостях и образование однородных растворов, а в каких случаях происходит только их ограниченное набухание?
4. Чем обусловлено возникновение давления набухания при контакте полимера с растворителем? Запишите и проанализируйте уравнения, связывающие это давление с относительным давлением паров растворителя и степенью набухания полимера?
5. Как изменяется осмотическое давление растворов полимеров с ростом их концентрации? Что характеризуют вириальные коэффициенты в уравнении для осмотического давления растворов полимеров?
6. Какие растворы полимеров относят к квазиидеальным? Как изменяются конформации макромолекул при замене “хороших” растворителей на “плохие”?

7. Рассмотрите классификации растворов методами активностей (по Льюису) и избыточных термодинамических функций (по Скетчарду).
8. Каковы термодинамические признаки идеальных растворов и почему растворы полимеров нельзя отнести к ним?
9. Рассмотрите основные положения термодинамической теории Флори-Хаггинса.
10. В каких случаях смешение полимера и низкомолекулярной жидкости можно рассматривать как атермическое? Запишите и проанализируйте уравнения для изменения энтропии и энергии Гиббса при атермическом смешении полимера с растворителем.
11. Каким образом в теории растворов полимеров Флори-Хаггинса учитывается взаимодействие между компонентами? Запишите основное уравнение состояния растворов полимеров и проведите его анализ.
12. Каков физический смысл константы Хаггинса? Покажите ее взаимосвязь со вторым вириальным коэффициентом. Какими методами определяют значения этих термодинамических параметров?
13. Какие растворы полимеров относят к разбавленным? Рассмотрите их особенности и основные положения термодинамической теории разбавленных растворов полимеров.
14. Запишите уравнение состояния разбавленных растворов полимеров и проанализируйте его.
15. Какие растворы относят к θ -растворам? Как конформации макромолекул характерны для таких растворов? Каков физический смысл параметра θ в теории разбавленных растворов полимеров? Какие методы используют для определения параметра θ ?
16. Какие характеристики полимеров в растворе можно определить, исследуя их свойства? Что такое среднечисловая, среднемассовая и средневязкостная молекулярная масса полимеров и какими методами определяют их значения?
17. Какие параметры используют в качестве характеристик размеров и гибкости макромолекул в растворе? Как их можно определить?
18. Что называют относительной, удельной, приведенной и характеристической вязкостью? Как их определяют?
19. Запишите и проанализируйте уравнение Хаггинса для приведенной вязкости растворов полимеров. При каких условиях оно выполняется? Какие параметры можно определить с помощью этого уравнения?
20. Как влияет молекулярная масса полимеров на вязкость их растворов? От чего зависят величины констант в уравнении Марка-Хаувинка? Как определяют молекулярную массу полимеров вискозиметрическим методом?
21. Чем обусловлено рассеяние света в растворах низкомолекулярных веществ, в растворах полимеров и в дисперсных системах? Какие теории описывают светорассеяние в этих системах?
22. Каковы особенности рассеяния света растворами полимеров? Изложите основные положения метода Дебая (рассеяние света молекулярными растворами полимера).
23. В каких случаях в растворах полимера наблюдается явление внутримолекулярной интерференции? Покажите вид индикатрисы светорассеяния для систем, в которых проявляется это явление. Каким образом явление внутримолекулярной интерференции учитывается в уравнении Дебая?
24. Как определяют молекулярную массу полимеров методом асимметрии (Дебая)? Как подготавливают растворы полимеров для измерений этим методом?
25. Изложите основы метода двойной экстраполяции данных светорассеяния растворами полимеров (метод Зимма). Какие характеристики макромолекул в растворе можно определить этим методом?

26. Какие полимеры относят к полиэлектролитам и как их классифицируют (приведите примеры)?
27. Каковы основные особенности растворов полиэлектролитов (отличие их свойств от свойств растворов низкомолекулярных электролитов и растворов неионогенных полимеров)?
28. В каких случаях наблюдаются полиэлектролитный и электровязкостный эффекты и на какие свойства растворов полиэлектролитов они влияют?
29. Как влияют низкомолекулярные электролиты на конформации и размеры молекул полиэлектролитов (проиллюстрируйте это концентрационными зависимостями вязкости)?
30. Как влияет pH раствора на конформации и заряд макромолекул полиамфолитов? Как изменяется при этом вязкость и интенсивность рассеянного света? Что такое изоэлектрическая точка? Какие конформации характерны для молекул полиэлектролитов в изоэлектрической точке?
31. Каким образом определяют молекулярную массу полиэлектролитов методами светорассеяния и вискозиметрии?
32. Что такое полиэлектролитные комплексы? Как они образуются и какими свойствами обладают?
33. Где применяют полиэлектролиты и с какой целью?

Примеры билетов к контрольной работе № 2

Билет № 1

1. Две стадии растворения полимеров, механизмы их набухания.
2. Особенности растворов полиэлектролитов. Полиэлектролитный и электровязкостный эффекты. Области применения полиэлектролитов.

Билет № 2

1. Термодинамические характеристики сродства растворителя к полимеру и методы их определения.
2. Особенности рассеяния света растворами полимеров. Определение молекулярной массы полимеров методом Дебая.

8.3. Контрольные вопросы для итогового контроля дисциплины

Итоговый контроль освоения материала курса проводится в форме письменной контрольной по материалу разделов 4 и 5. Билеты этой контрольной состоят из 3-х вопросов. Первый и второй вопросы билета предусматривает развернутые ответы студента по достаточно объемной тематике, третий – краткий ответ по конкретизированной тематике. Ответы на вопросы билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый и второй вопросы – максимальной оценкой по 15 баллов каждый, третий вопрос – максимум 10 баллами. Общая оценка по дисциплине складывается путем суммирования оценок, полученных на первой и второй контрольных, на лабораторных занятиях и ответа на заключительной контрольной. Максимальная общая оценка составляет 100 баллов.

8.3.1. Перечень вопросов на итоговой контрольной (разделы 4 и 5)

1. Полимерные композиционные материалы и их коллоидно-химические свойства.
2. С какой целью в полимеры вводятся наполнители и какие требования к ним предъявляются? Классификация наполнителей.
3. Способы получения высокодисперсных наполнителей полимеров и их основные коллоидно-химические характеристики.

4. Методы определения дисперсного состава наполнителей полимеров и их удельной поверхности.
5. Методы определения поверхностного натяжения твердых наполнителей и гидрофильно-гидрофобной мозаичности их поверхности.
6. Параметры, характеризующие плотность упаковки частиц в наполнителе и факторы, влияющие на их значения.
7. Каковы причины агрегации частиц в порошках? Какие силы относят к поверхностным силам и от чего они зависят?
8. Что такое расклинивающее давление и в каких случаях оно возникает? Составляющие расклинивающего давления, обуславливающие притяжение и отталкивание частиц в дисперсных системах.
9. Энергия и сила парного взаимодействия дисперсных частиц в жидкой среде, уравнения для их расчета.
10. Приведите типичные виды изотерм расклинивающего давления $P(h)$, сил взаимодействия частиц $F(h)$ и энергии их взаимодействия $U(h)$. При каком виде кривых парного взаимодействия $U(h)$ и $F(h)$ дисперсные системы устойчивы к коагуляции и в каком случае в них будет происходить агрегация частиц в первом и втором минимумах?
11. В каких случаях в дисперсных системах происходит перикинетическая и ортокинетическая коагуляция? Какие факторы влияют на эти процессы?
12. Молекулярная составляющая расклинивающего давления и расстояние ее действия. Физический смысл константы Гамакера.
13. Структурная составляющая расклинивающего давления и факторы, влияющие на ее знак и величину.
14. Адсорбционная составляющая расклинивающего давления и возможные механизмы влияния адсорбционных слоев на взаимодействие дисперсных частиц.
15. Механизмы «стерического» взаимодействия адсорбционных слоев ПАВ и полимеров.
16. Типы пространственных структур в полимерных системах, условия их образования.
17. Типы контактов между дисперсными частицами в структурированных системах.
18. Теория прочности коагуляционных структур и следствия из нее.
19. Реологическое поведение коагуляционно-тиксотропных структур. Покажите виды кривых течения и эффективной вязкости, характерных для систем стакой пространственной структурой. Какие изменения происходят в них при приложении сдвиговых напряжений $P < P_k$, $P_k < P < P_m$ и $P > P_m$?
20. Методы расчета прочности единичных контактов между частицами по данным реологических измерений структурированных систем с коагуляционной структурой.
21. Как влияет концентрация дисперсной фазы на прочность пространственных коагуляционных структур? Понятие о ККС-1 и ККС-2. Покажите вид зависимости прочности единичного контакта между частицами от концентрации дисперсной фазы в таких системах.
22. Какие реологические измерения необходимо провести для определения прочности единичного контакта между частицами в структурированных дисперсных системах?
23. Седиментационная устойчивость пространственных структур коагуляционного типа. Каким образом ее можно регулировать? От чего зависят значения критического размера частиц, при котором происходит седиментационное разрушение структуры?
24. В каких дисперсных системах и при каких условиях образуются пространственные структуры второго типа (дилатантные структуры). В чем выражается специфика их реологического поведения (проиллюстрируйте это кривыми течения и эффективной вязкости)?
25. Каковы причины и механизмы дилатансии дисперсных систем со структурой второго типа?

26. Как влияет концентрация твердой фазы на реологические характеристики дисперсных систем со структурой второго типа? Каким образом можно изменить реологическое поведение дисперсных систем от дилатантного к тиксотропному?
27. Как влияет концентрация дисперсной фазы, полярность и вязкость дисперсионной среды на процессы структурообразования и реологические характеристики полимерсодержащих систем?
28. Как влияют размеры частиц и полидисперсность наполнителей, форма частиц и энергетическая неоднородность их поверхности на структурно-механические свойства дисперсных систем?
29. Каким образом осуществляют направленное регулирование процессов структурообразования и реологических свойств полимерсодержащих систем?
30. Рассмотрите коллоидно-химические основы получения полимерных композиционных материалов и покрытий с заданными свойствами.

Пример билета к зачету с оценкой

«Утверждаю» Зав.каф. коллоидной химии _____ Н.Н. Гаврилова «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра коллоидной химии
	04.03.01 Химия Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»
	Коллоидно-химические свойства полимерных систем
Билет №1 1. В каких случаях в дисперсных системах происходит перикинетическая и ортокинети́ческая коагуляция? Какие факторы влияют на эти процессы? 2. Какие реологические измерения необходимо провести для определения прочности единичного контакта между частицами в структурированных дисперсных системах? 3. С какой целью в полимеры вводятся наполнители и какие требования к ним предъявляются? Классификация наполнителей.	

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	15	15	10	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Коллоидная химия полимеров. лабораторный практикум: учеб. пособие / А.С. Гродский, В.С. Макулова, И.А. Белова. -М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – 172 с.

2. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов/ В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.]; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
2. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов/ М. С. Аржаков [и др.]; под редакцией А. Б. Зезина. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 340 с.
3. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов/ В. В. Киреев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 365 с
4. Киреев, В.В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов/ В.В. Киреев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 243 с.

Б. Дополнительная литература

1. Кирсанов Е.А., Матвеев В.Н. Вязкость и упругость структурированных жидкостей. — М. : Техносфера, 2022. — 284 с.
2. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для вузов/ Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 444 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

Научно-технические журналы:

- «Коллоидный журнал» ISSN: 0023-2912;
- «Журнал общей и неорганической химии» ISSN: 0044-457X;
- «Высокомолекулярные соединения» ISSN:0203-5150;
- «Физико-химия поверхности» ISSN: 0044-1856;
- «Журнал прикладной химии» ISSN: 0044-4618;
- «Перспективные материалы» ISSN: 1028-978X
- «Неорганические материалы» ISSN:0002-337X;
- «Химическая промышленность сегодня» ISSN: 0023-110X
- «Журнал неорганической химии» ISSN: 1044-457X

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.sciencedirect.com>.
- <http://pubs.acs.org>.
- <http://www.informaworld.com>.
- <http://www.nature.com>.
- <http://scitation.aip.org>.
- <http://www3.interscience.wiley.com>.
- <http://www.springerlink.com>
- <http://www.science.com>
- <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>
- <http://www.elibrary.ru>
- <https://www.nature.com/nrmicro/>

- <http://journals.asm.org/>).
- <https://www.springer.com/journal/253/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1727628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Коллоидно-химические свойства полимерных систем*» проводятся в форме контактной (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками микроорганизмов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копирующие аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Перечень ресурсов.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам полимеров; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образоват

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
					ельных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Разделы 1 Коллоидно-химические свойства полимерных систем.	<i>Знает:</i> - основные достижения и направления развития современной коллоидной химии, а также физической химии полимеров, - особенности молекулярного строения полимеров и характеристики макромолекул, обуславливающее переход их растворов из гомогенного состояния в коллоидное; - термодинамические аспекты самопроизвольного диспергирования полимеров в низкомолекулярных жидкостях и агрегативной устойчивости растворов полимеров; <i>Умеет:</i> - обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений; - грамотно анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы; - устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой системе; - использовать полученные знания для решения профессиональных задач. <i>Владеет:</i> - современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем с жидкой дисперсионной средой; - методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям параметров взаимодействия между полимером и растворителем.	Оценка за контрольную работу №1

Раздел 2. Межфазные слои и поверхностные явления в полимерных системах.	<i>Знает:</i> - основные достижения и направления развития современной коллоидной химии, а также физической химии полимеров; - особенности молекулярного строения полимеров и характеристики макромолекул, обуславливающее переход их растворов из гомогенного состояния в коллоидное; - закономерности и особенности протекания поверхностных явлений в полимерных системах; <i>Умеет:</i> - обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений; - грамотно анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы; - устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой системе; - использовать полученные знания для решения профессиональных задач. <i>Владеет:</i> - современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем с жидкой дисперсионной средой; - методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям параметров взаимодействия между полимером и растворителем; - реологическими методами исследования наполненных полимерных систем и способами расчета прочности единичного контакта между частицами наполнителя.	Оценка за контрольную работу №1 и за 2 лабораторных работы.
Раздел 3. Растворы полимеров и их коллоидно-химические свойства	<i>Знает:</i> - термодинамические аспекты самопроизвольного диспергирования полимеров в низкомолекулярных жидкостях и агрегативной устойчивости растворов полимеров; - природу сил взаимодействия между частицами дисперсной фазы наполненных полимерных систем; - основные коллоидно – химические характеристики дисперсных наполнителей полимеров и методы их определения. <i>Умеет:</i> - обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений; - грамотно анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы; - устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой	Оценка за контрольную работу № 2 и оценка за 2 лабораторных работы.

	системе; - использовать полученные знания для решения профессиональных задач; <i>Владеет:</i> - современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем с жидкой дисперсионной средой; - методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям параметров взаимодействия между полимером и растворителем; - методами определения поверхностного натяжения жидкостей и угла смачивания (краевого угла).	
Раздел 4. Полимерные композиционные материалы.	<i>Знает:</i> - способы регулирования прочности контактов, возникающих между частицами в дисперсных системах и получения полимерных композиционных материалов с заданным комплексом свойств. <i>Умеет:</i> - обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений; - грамотно анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы; - устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой системе; - использовать полученные знания для решения профессиональных задач; - рассчитывать гистограммы и кривые распределения частиц наполнителя по раз мерам; - проводить измерения на капиллярных и ротационных вискозиметрах, строить реологические зависимости по полученным данным и анализировать их. <i>Владеет:</i> - современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем с жидкой дисперсионной средой; - методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям параметров взаимодействия между полимером и растворителем	Оценка за 2 лабораторных работы.
Раздел 5. Реологические свойства наполненных полимерных систем.	<i>Знает:</i> - природу сил взаимодействия между частицами дисперсной фазы наполненных полимерных систем; <i>Умеет:</i> - обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений;	Оценка за 2 лабораторных работы.

	- грамотно анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы; - устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой системе; - использовать полученные знания для решения профессиональных задач; - рассчитывать гистограммы и кривые распределения частиц наполнителя по раз мерам; - проводить измерения на капиллярных и ротационных вискозиметрах, строить реологические зависимости по полученным данным и анализировать их. <i>Владеет:</i> - современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем с жидкой дисперсионной средой; - методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям параметров взаимодействия между полимером и растворителем.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Коллоидно-химические свойства полимерных систем»

основной образовательной программы
04.03.01 Химия

Профиль подготовки
«Теоретическая и экспериментальная химия»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математика»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

профиль "Теоретическая и экспериментальная химия"

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19» июня 2024 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2024 г.

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.п.н. М.А Меладзе., доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «11» апреля 2024 г., протокол № 4.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение пяти семестров.

Дисциплина «**Математика**» относится к базовой части блока дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ элементарной математики, изучаемой в школьном курсе.

Цель дисциплины - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

Задачи дисциплины - создание фундаментальной математической базы, а также развитие навыков математического мышления и использование их для решения практических задач.

Дисциплина «**Математика**» преподается в 1-5 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретения следующих **общефессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1 Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности
ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1 Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

уметь:

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;

- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- использовать основные методы статистической обработки данных;
- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

владеть:

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;
- методами статистической обработки информации.

3. ОБЪЕМ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы			Семестр									
	Всего		1		2		3		4		5	
	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	18	648	4	144	4	144	4	144	3	108	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	10,22	368	2,67	96	1,78	64	2,22	80	1,78	64	1,78	64
Лекции	4,44	160	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	5,78	208	1,78	64	0,89	32	1,33	48	0,89	32	0,89	32
Самостоятельная работа	5,78	208	1,33	48	1,22	44	0,78	28	1,22	44	1,22	44
Контактная самостоятельная работа	5,78	1,2	1,33	0,4	1,22	0	0,78	0	1,22	0,4	1,22	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		206,8		47,6		44		28		43,6		43,6
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+					+	+	+	+
Вид контроля – Экзамен	2	72			1	36	1	36				
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8			1	0,4	1	0,4				
Подготовка к экзамену.		71,2				35,6		35,6				
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

Вид учебной работы			Семестр									
	Всего		1		2		3		4		5	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	18	486	4	108	4	108	4	108	3	81	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	10,22	276	2,67	72	1,78	48	2,22	60	1,78	48	1,78	48
Лекции	4,44	120	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	5,78	156	1,78	48	0,89	24	1,33	36	0,89	24	0,89	24
Самостоятельная работа	5,78	156	1,33	36	1,22	33	0,78	21	1,22	33	1,22	33
Контактная самостоятельная работа	5,78	0,9	1,33	0,3	1,22	0	0,78	0	1,22	0,3	2,22	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		155,1		35,7		33		21		32,7		32,7
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+					+	+	+	+
Вид контроля – Экзамен	2	54			1	27	1	27				
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6			1	0,3	1	0,3				
Подготовка к экзамену.		53,4				26,7		26,7				
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет с оценкой		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов			
		Всего	Лекции	Практи- ческие занятия	Самостоя- тельная работа
1 СЕМЕСТР					
	Введение	1	1		
	Раздел 1. Элементы алгебры	25	5	12	8
1.1	Числовые множества, комплексные числа. Элементы векторной алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	12	2	6	4
1.2	Матрицы. Теорема Кронекера - Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы матрицы. Квадратичные формы.	13	3	6	4
	Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.	22	4	8	10
2.1	Элементарные функции. Предел функции в точке и на бесконечности.	9	2	4	3
2.2	Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Основные теоремы о пределах.	7	1	2	4
2.3	Непрерывность функции в точке и на промежутке.	6	1	2	3
	Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	42	8	16	18
3.1	Производная функции. Уравнения касательной и нормали.	10	2	4	4
3.2	Дифференциал функции. Производная сложной функции.	11	2	4	5
3.3	Основные теоремы дифференциального исчисления. Производные высших порядков.	10	2	4	4
3.4	Монотонность функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции. Общая схема исследования функций и построение их графиков.	11	2	4	5
	Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.	54	14	28	12
4.1	Первообразная функции. Неопределенный интеграл и его свойства.	15	3	6	6
4.2	Методы интегрирования.	23	7	14	2

4.3	Определенный интеграл, его геометрический смысл. Приложения определенного интеграла.	16	4	8	4
	ИТОГО	144	32	64	48
	Зачет с оценкой				
	ИТОГО	144	32	64	48

2 СЕМЕСТР					
	Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.	38	10	10	18
5.1	Функции двух и более переменных. Предел функции в точке. Частные производные. Дифференцируемость функции.	12	3	3	6
5.2	Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции, заданной неявно.	12	3	3	6
5.3	Производная по направлению. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных.	14	4	4	6
	Раздел 6. Кратные интегралы	38	12	12	14
6.1	Двойной интеграл. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат.	14	4	4	6
6.2	Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла.	12	4	4	4
6.3	Тройной интеграл. Вычисление тройного интеграла. Приложения тройного интеграла.	12	4	4	4
	Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.	32	10	10	12
7.1	Криволинейный интеграл по координатам. Приложения криволинейного интеграла.	12	4	4	4
7.2	Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру.	12	4	4	4
7.3	Поверхностный интеграл. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.	8	2	2	4
	ИТОГО	108	32	32	44
	Экзамен	36			
	ИТОГО	144	32	32	44

3 СЕМЕСТР					
	Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.	27	8	12	7
8.1	Дифференциальные уравнения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения (ДУ) с разделяющимися переменными.	9	3	4	2
8.2	Однородные уравнения I-го порядка. Линейные уравнения I-го порядка. Уравнения Бернулли.	9	3	4	2
8.3	Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.	9	2	4	3
	Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.	27	8	12	7
9.1	Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка (ЛОДУ и ЛНДУ).	7	2	3	2
9.2	Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система ЛОДУ второго порядка.	7	2	3	2
9.3	ЛОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами. ЛНДУ второго порядка с постоянными коэффициентами.	7	2	3	2
9.4	Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Алгоритм построения общего решения.	6	2	3	1
	Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.	27	8	12	7
10.1	Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения.	9	3	4	2
10.2	Системы ЛДУ первого порядка. Метод вариации произвольных постоянных, метод Эйлера. Создание математических моделей.	9	3	4	2
10.3	Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	9	2	4	3
	Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.	27	8	12	7
11.1	Числовые ряды. Ряды Дирихле. Знакопередающийся ряд, признак Лейбница.	7	2	2	3
11.2	Функциональные ряды. Степенные ряды, теорема Абеля. Свойства степенных рядов.	7	2	2	3

11.3	Ряды Тейлора и Маклорена. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена.	7	2	2	3
11.4	Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов.	6	2	2	2
	ИТОГО	108	32	48	28
	Экзамен	36			
	ИТОГО	144	32	48	28

4 СЕМЕСТР					
	Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.	54	16	16	22
12.1	Случайные события. Виды случайных событий. Алгебра событий. Классическое определение вероятности.	10	3	2	5
12.2	Теоремы сложения и умножения вероятностей. Условная вероятность. Теорема о полной вероятности. Формула Байеса.	10	3	2	5
12.3	Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.	10	4	2	4
12.4	Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Биномиальное распределение.	12	3	5	4
12.5	Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей и функция распределения случайной величины. Равномерный закон распределения, его параметры. Нормальный закон распределения, его параметры.	12	3	5	4
	Раздел 13. Математическая статистика.	54	16	16	22
13.1	Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Статистический ряд выборочной совокупности. Интервальный статистический ряд. Полигон частот.	14	4	4	6
13.2	Точечные и интервальные статистические оценки параметров распределения случайной величины.	14	4	4	6
13.3	Проверка статистических гипотез: формулировка основной и конкурирующей гипотезы. Уровень	13	4	4	5

	значимости. Выбор критерия для проверки гипотезы.				
13.4	Элементы теории корреляции. Коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционный момент k_{xy} - их оценки по выборочным данным. Уравнения линейной регрессии.	13	4	4	5
	ИТОГО	108	32	32	44
	Зачет с оценкой				
	ИТОГО	108	32	32	44

5 СЕМЕСТР					
	Раздел 14 Ряды Фурье.	36	11	11	14
14.1	Периодические функции и их свойства. Ортогональные и ортонормированные системы функций.	18	6	5	7
14.2	Разложение в ряд Фурье непериодической функции. Разложение в ряд Фурье функции, определенной на произвольном промежутке.	18	5	6	7
	Раздел 15. Дифференциальные уравнения в частных производных (УЧП) 1-го порядка.	35	10	10	15
15.1	Основные понятия, связанные с уравнениями в частных производных (УЧП). Использование УЧП при создании математических моделей.	12	3	4	5
15.2	ЛОДУ 1-го порядка, теорема о структуре его общего решения. ЛНДУ 1-го порядка и теорема об общем интеграле этого уравнения.	12	4	3	5
15.3	Решение задачи Коши.	11	3	3	5
	Раздел 16 Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 2-го порядка.	36	10	11	15
16.1	Классификация уравнения 2-го порядка и приведение их к каноническому виду. Основные задачи для УЧП, понятия корректности задачи.	9	3	2	4
16.2	Уравнения гиперболического типа.	9	2	3	4
16.3	Уравнения параболического типа.	9	3	2	4
16.4	Уравнения эллиптического типа.	9	2	3	3
	Заключение	1	1		
	ИТОГО	108	32	32	44
	Зачет с оценкой				
	ИТОГО	108	32	32	44

4.2. Содержание разделов дисциплины

1 СЕМЕСТР

Введение.

Предмет и методы математики. Описание основных разделов курса. Правила и требования при изучении курса.

Раздел 1. Элементы алгебры.

Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков. Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка. Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.

Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.

Функция. Способы задания функции. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Пределы на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства и взаимная связь. Свойства пределов. Первый и второй замечательные пределы. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Свойства функций, непрерывных на отрезках. Точки разрыва функции и их классификация.

Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.

Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Правила дифференцирования. Таблица основных производных. Дифференциал функции, его применения к приближенным вычислениям. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная сложной функции. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием производной. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя (раскрытие неопределенностей). Производные высших порядков. Локальный экстремум функции. Необходимые и достаточные условия экстремума. Правило исследования функции на монотонность и экстремум. Признаки выпуклости и вогнутости функции. Точки перегиба. Необходимое и достаточное условия перегиба. Асимптоты функции, их виды и способы нахождения. Общая схема исследования функций, построение их графиков.

Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.

Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, интегрирование подстановкой, интегрирование по частям. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций. Определенный интеграл, его геометрический смысл. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Теорема о среднем значении. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Приложения определенного интеграла к вычислению площадей плоских фигур. Понятие несобственных интегралов: определения, свойства, методы вычисления.

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Элементы теории поля.

Функции двух и более переменных: определение, область определения, область изменения, геометрическая интерпретация, линии уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции нескольких переменных. Достаточные условия дифференцируемости. Полная производная. Производная сложной функции. Полный дифференциал. Инвариантность полного дифференциала. Аналитический признак полного дифференциала. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и полные дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для

функции двух переменных). Локальные экстремумы функции двух переменных: необходимое и достаточное условия экстремума. Условный экстремум (метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значение функции в замкнутой области. Основные понятия теории поля. Скалярное поле. Поверхности и линии уровня. Производная по направлению. Градиент скалярного поля и его свойства. Векторное поле. Дивергенция поля. Ротор поля. Связь между градиентом и производной по направлению.

Раздел 6. Кратные интегралы.

Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Вычисление двойного интеграла в декартовой и полярной системах координат. Интеграл Пуассона. Тройной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Вычисление тройного интеграла. Приложения двойного и тройного интегралов.

Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.

Криволинейный интеграл по координатам: определение, свойства, вычисление. Работа в силовом поле. Формула Грина. Криволинейные интегралы, не зависящие от пути интегрирования. Потенциальная функция, потенциальное поле. Понятие поверхностного интеграла. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

3 СЕМЕСТР

Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Дифференциальные уравнения: порядок, решение, теорема существования и единственности решения. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго и n -го порядка.

Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. Свойства решений. Линейная независимость функций. Определитель Вронского. Структура общего решения линейного дифференциального уравнения второго порядка. Фундаментальная система решений. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: построение общего решения. Метод Эйлера. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Общее и частное решения неоднородных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения, метод вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами. Алгоритм построения общего решения.

Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.

Системы дифференциальных уравнений первого порядка: общие понятия, теорема существования и единственности общего решения. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка: интегрирование методом исключения. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения, метод вариации постоянных. Системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Элементы теории устойчивости. Методы численного решения дифференциальных уравнений.

Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

Числовые ряды: основные понятия, свойства сходящихся рядов, необходимый признак сходимости. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Признаки сравнения рядов с положительными членами. Признак Даламбера. Интегральный и радикальный признаки Коши. Знакопередающие ряды: признак Лейбница. Знакопеременные ряды: понятия абсолютной и условной сходимости, признак абсолютной сходимости, свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.

Функциональные ряды: основные понятия, область сходимости. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов. Ряды Тейлора и Маклорена:

свойства, условие сходимости ряда к исходной функции, основные разложения. Разложение функции в ряд Маклорена с помощью основных разложений. Главное значение функции. Эквивалентные функции. Применение рядов Тейлора и Маклорена для вычисления пределов.

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.

Предмет теории вероятностей. Случайные события. Противоположные события. Независимые события. Относительная частота. Классическое и геометрическое определение вероятности. Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей. Пространство элементарных событий. Классическое определение вероятности. Алгебра событий: теоремы о вероятности суммы событий, противоположных событий, сумма вероятностей несовместных событий, образующих полную группу. Аксиоматическое определение вероятности. Статистическое определение вероятности. Условная вероятность. Теоремы о вероятности произведения зависимых и независимых событий. Полная вероятность. Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.

Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайной величины. Функция распределения, ее свойства, график. Плотность распределения непрерывной случайной величины (плотность вероятности). Формула для вероятности попадания непрерывной случайной величины в данный интервал, выраженный через плотность вероятности, геометрический смысл формулы. Биномиальное распределение, распределение Пуассона, равномерное распределение, нормальное распределение, экспоненциальное распределение.

Раздел 13. Математическая статистика.

Предмет математической статистики. Основные задачи математической статистики. Выборочный метод. Статистическое описание. Выборки. Гистограмма и полигон частот. Статистическая (эмпирическая) функция распределения. Выборочные характеристики и их распределения. Состоятельные, эффективные смещенные и несмещенные оценки параметров. Статистическое среднее, статистическая дисперсия и статистическое среднее квадратичное как точечные оценки неизвестных: математического ожидания, дисперсии, среднего квадратичного отклонения. Доверительные интервалы и интервальные оценки. Доверительные оценки неизвестной вероятности по большим выборкам. Доверительная оценка математического ожидания при неизвестной дисперсии. Доверительная оценка среднего квадратичного отклонения. Точные выборочные распределения: Стюдента (t -распределение), Фишера-Снедекора (F -распределение), Пирсона (χ^2 -распределение). Проверка статистических гипотез. Математические методы проверки статистических гипотез. Элементы теории корреляции.

5 СЕМЕСТР

Раздел 14. Ряды Фурье.

Периодические функции и их свойства. Ортогональность тригонометрической системы функций на отрезке $[-l; l]$. Тригонометрический ряд и ряд Фурье. Ряд Фурье для непериодической функции. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций. Гармонический анализ. Преобразование Фурье.

Раздел 15. Дифференциальные уравнения в частных производных (УЧП) 1-го порядка.

Дифференциальные уравнения в частных производных: основные понятия. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 1-го порядка. Использование УЧП при создании математических моделей. ЛОДУ 1-го порядка, теорема о структуре его общего решения. ЛНДУ 1-го порядка и теорема об общем интеграле этого уравнения. Решение задачи Коши.

Раздел 16. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.

Классификация линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка. Приведение уравнений к каноническому виду. Физический смысл линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка. Основы математического моделирования природных процессов. Задача Коши для уравнения гиперболического типа. Физическая и геометрическая интерпретация метода характеристик. Смешанная задача для уравнений гиперболического и параболического типов, ее физический смысл. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения гиперболического типа. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения параболического типа. Уравнения эллиптического типа. Гармонические функции и их свойства. Решение краевых задач.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ

[illegible]

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1 Знает теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1 Знает базовые математические и физические принципы при планировании работ химической направленности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1 семестр			
1.	1.1	Практическое занятие 1-3. Числовые множества, комплексные числа. Определители II и III порядков. Векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведение векторов. Аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка.	6
2.	1.2	Практическое занятие 4-6. Матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса. Ранг матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.	6
3.	2.1	Практическое занятие 7-8. Функция: область определения, чётность, нечётность, точки пересечения с осями координат. Элементарные функции, их свойства и графики.	4
4.	2.2 2.3	Практическое занятие 9-10. Вычисления пределов функций с помощью алгебраических преобразований. Вычисление пределов с помощью первого и второго замечательных пределов.	4
5.		Контрольная работа № 1	2
6.	3.1 3.2	Практическое занятие 11-12. Производная: определение, геометрический смысл. Правила дифференцирования. Таблица производных элементарных функций. Производная сложной функции и высшего порядка. Дифференциал функции.	4
7.	3.3	Практическое занятие 13-14. Вычисления пределов с помощью правила Лопиталья.	4
8.	3.4	Практическое занятие 15-17. Нахождения асимптот функции. Исследование функции на монотонность и экстремумы. Исследование функции на выпуклость, вогнутость, точки перегиба. Полное исследование функции и построение её графика.	6
9.		Контрольная работа № 2	2
10.	4.1	Практическое занятие 18-19. Таблица основных интегралов. Непосредственное интегрирование (табличное, введение под знак дифференциала, разложение).	4
11.	4.2	Практическое занятие 20-21. Интегрирование заменой и по частям.	4
12.	4.2	Практическое занятие 22-23. Интегрирование рациональных дробей.	4
13.	4.2	Практическое занятие 24-25 Интегрирование некоторых иррациональностей и тригонометрических функций.	4
14.	4.3	Практическое занятие 26-27. Определенный интеграл.	4

15.	4.3	Практическое занятие 28-29. Несобственные интегралы.	4
16.		Контрольная работа № 3	2
ИТОГ	64 часа		

2 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	5.1	Практическое занятие 1. Повторение: дифференцирование и интегрирование функции одной переменной.	2
2.	5.1	Практическое занятие 2. Частные производные функции 2-х и 3-х переменных. Полный дифференциал функции 2-х переменных.	2
3.	5.2	Практическое занятие 3. Производные сложной функции. Полная производная. Дифференцирование функции, заданной неявно.	2
4.	5.2	Практическое занятие 4. Частные производные и дифференциалы высших порядков.	2
5.	5.3	Практическое занятие 5. Производная по направлению и градиент.	2
6.		Контрольная работа №1	2
7.	5.3	Практическое занятие 6. Экстремум функции 2-х переменных.	2
8.	5.3	Практическое занятие 7. Условный экстремум.	2
9.	6.1	Практическое занятие 8. Двойной интеграл: переход к повторному интегралу, изменение порядка интегрирования. Примеры.	2
10.	6.1	Практическое занятие 9. Вычислить двойной интеграл в декартовой системе координат.	2
11.	6.2 6.3	Практическое занятие 10. Вычислить двойной интеграл в полярной системе координат. Приложения двойного интеграла.	2
12.		Контрольная работа №2	2
13.	7.1	Практическое занятие 11. Криволинейный интеграл по координатам (вычисление). Вычисление работы по перемещению материальной точки в силовом поле.	2
14.	7.2	Практическое занятие 12. Вычисление криволинейного интеграла по замкнутому контуру с помощью формулы Грина.	2
15.	7.3	Практическое занятие 13. Вычисление криволинейного интеграла, независимого от пути интегрирования (с помощью выбора оптимального пути или с помощью потенциальной функции).	2
16.		Контрольная работа №3	2
ИТОГ	32 часа		

3 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	8.1	Практическое занятие 1-2. Повторение интегрирования Решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными.	4
2.	8.1 8.2	Практическое занятие 3. Решение однородных дифференциальных уравнений I-го порядка. Решение линейных дифференциальных уравнений Бернулли.	2
3.	8.3	Практическое занятие 4-5. Уравнения в полных дифференциалах и допускающих интегрирующий множитель вида $\mu(x)$ и $\mu(y)$.	4
4.	8.3	Практическое занятие 6. Решение различных уравнений I-го порядка для подготовки к контрольной работе.	2
5.		Контрольная работа № 1	2
6.	9.1	Практическое занятие 7. Решение дифференциальных уравнений II -го порядка, допускающих понижение порядка.	2
7.	9.2	Практическое занятие 8-9. Решение ЛОДУ II -го порядка с постоянными коэффициентами по методу Эйлера. Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $P_n(x) \cdot e^{ax}$.	4
8.	9.3	Практическое занятие 10-11. Решение ЛНДУ II -го порядка с правой частью вида $e^{ax} \cdot (A \cos bx + B \sin bx)$.	4
9.	9.4	Практическое занятие 12. Метод вариации произвольных постоянных для ЛНДУ II -го порядка с постоянными коэффициентами.	2
10.	10.1 10.2	Практическое занятие 13-14. Решение систем линейных дифференциальных уравнений I-го порядка с постоянными коэффициентами. Метод исключения. Метод Эйлера для однородных линейных систем, далее для неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных.	4
11.		Контрольная работа № 2	2
12.	11.1	Практическое занятие 15. Числовые ряды: основные понятия, общий член, частичная сумма, понятие сходимости ряда. Необходимый признак сходимости. Интегральный признак Коши.	2
13.	11.2	Практическое занятие 16-17. Исследование сходимости по признакам сравнения рядов и признаку Даламбера.	4
14.	11.3	Практическое занятие 18-19.	4

		Исследование сходимости знакопеременяющихся рядов по признаку Лейбница. Абсолютная и условная сходимость рядов.	
16.	11.4	Практическое занятие 20-21. Степенной ряд, нахождение его области сходимости.	4
16.		Контрольная работа №3	2
ИТОГ	48 часов		

4 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	12.1	Практическое занятие 1. Решение задач по комбинаторике.	2
2.	12.1	Практическое занятие 2. Действия над событиями. Классическое определение вероятности события, вычисление вероятности случайного события.	2
3.	12.2	Практическое занятие 3. Вычисление вероятностей случайных событий с помощью теорем вероятностей: суммы и произведения событий, противоположных событий.	2
4.	12.2	Практическое занятие 4. Теорема полной вероятности. Формула Байеса.	2
5.	12.3	Практическое занятие 5. Повторные события. Формула Бернулли. Локальная и интегральная формула Лапласа. Формула Пуассона.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	12.4	Практическое занятие 6. Дискретная случайная величина: вероятностный ряд, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Биномиальный закон распределения д.с.в. Закон Пуассона.	2
8.	12.5	Практическое занятие 7. Непрерывная случайная величина: функция плотности вероятностей, функция распределения вероятностей, числовые характеристики. Равномерный закон распределения н.с.в.	2
9.	12.5	Практическое занятие 8. Нормальный закон распределения н.с.в.: нахождение функции $F(x)$ по данной $f(x)$ и наоборот, числовые характеристики, вероятность попадания с.в. в заданный промежуток.	2
10.		Контрольная работа № 2	2
11	13.1	Практическое занятие 9. Начальная обработка статистических данных: статистический (вариационный) ряд, эмпирическая функция распределения частот, полигон частот. Интервальный статистический ряд, гистограмма частот.	2
12.	13.2	Практическое занятие 10.	2

		Точечные оценки параметров распределения генеральной совокупности, формулы для этих оценок. Метод условных вариантов для упрощения расчета оценок.	
13.	13.2	Практическое занятие 11. Построения доверительных интервалов для истинного математического ожидания, при известной и неизвестной дисперсии генеральной совокупности и для среднего квадратического отклонения.	2
14	13.3	Практическое занятие 12. Проверка статистических гипотез: а) равенства дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей, б) равенства математических ожиданий двух нормальных генеральных совокупностей с известной и неизвестной дисперсией, в) равенства математического ожидания нормальной генеральной совокупности некоторому заданному числу.	2
15	13.4	Практическое занятие 13. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности: критерий согласия Пирсона (с расчетом теоретических частот нормального распределения).	2
16		Контрольная работа № 3	2
Итого	32 часа		

5 семестр			
№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	14.1	Практическое занятие 1. Повторение: числовой ряд, степенной ряд, ряд Тейлора. Разложение в ряд Фурье периодической функции в интервале $[-l, l]$.	2
2.	14.2	Практическое занятие 2. Разложение в ряд Фурье непериодической функции. Разложение только по косинусам или только по синусам.	2
3.	15.1 15.2	Практическое занятие 3. Решение простейших УРЧП. Решение ЛОДУ 1-го порядка.	2
4.	15.2 15.3	Практическое занятие 4. Решение ЛНДУ 1-го порядка. Решение задачи Коши.	2
5.		Контрольная работа № 1	2
6.	16.1	Практическое занятие 5. Классификация уравнений 2-го порядка.	2
7.	16.1	Практическое занятие 6. Приведение линейных уравнений 2-го порядка к каноническому виду.	2
8.	16.2	Практическое занятие 7.	2

		Решение задачи Коши для уравнения гиперболического типа.	
9.	16.2	Практическое занятие 8. Задача Штурма-Лиувилля.	2
10.	16.2	Практическое занятие 9. Метод Фурье решения смешанной задачи для волнового уравнения.	2
11.		Контрольная работа № 2	2
12.	16.3	Практическое занятие 10. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности.	2
13.	16.3	Практическое занятие 11. Решение методом разложения по собственным функциям смешанной задачи для неоднородного уравнения параболического типа.	2
14.	16.4	Практическое занятие 12. Метод решения задачи Дирихле для прямоугольника и для круга.	2
15.	16.4	Практическое занятие 13. Метод функции Грина.	2
16.		Контрольная работа № 3	2
Итого	32 часа		

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (2 и 3 семестры), *зачета с оценкой* (1, 4, 5 семестры) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **1** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы во **2** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **3** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **4** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов), **3** контрольные работы в **5** семестре (максимальная

оценка за каждую контрольную работу **20** баллов). Максимальная оценка текущей работы в **1, 2, 3, 4 и 5** семестрах составляет **60** баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов завершается контролем его освоения в форме **зачета с оценкой в 1, 4 и 5 семестрах** (максимальная оценка **40** баллов), экзаменов во **2 семестре** (максимальная оценка **40** баллов) и в **3 семестре** (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 15 контрольных работ (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1-15 (1-5 семестр) составляет 20 баллов за каждую работу.

1 СЕМЕСТР

Раздел 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

1) Решить систему уравнений методом Крамера:

$$\begin{cases} x + 2y + 3z = 5 \\ 2x - y - z = 1 \\ x + 3y + 4z = 6 \end{cases}$$

2) С помощью обратной матрицы A^{-1} решить матричное уравнение $AX=B$ и сделать проверку:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Вычислить пределы:

3) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - 5x + 3}{\sqrt{x+8} - 3}$

4) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{1 - \cos 8x}$

5) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+5}{x+2} \right)^{3x}$

Вариант 2.

1) Даны вершины тетраэдра $ABCD$: $A(2; -1; 2)$, $B(1; 2; -1)$, $C(3; 2; 1)$, $D(-4; 2; 5)$. Найти объем тетраэдра и высоту, опущенную из вершины D .

2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_4 = 4 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 = 7 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 + x_4 = -3 \\ 5x_1 - 3x_3 + x_4 = 11 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

3) $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{6n^2 + 5n + 4}{3n^2 - 5n + 1}$

4) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{11-x} - \sqrt{7+x}}{3x^2 - 4x - 4}$

5) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+1}{x} \right)^{2-5x}$

Вариант 3.

1) Даны векторы $\vec{a}=(-5; 8; 10)$, $\vec{b}=(-1; 6; 4)$; $\vec{c}=(-3; 4; -12)$. Найти проекцию вектора $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$ на вектор $\vec{c}$.

2) С помощью обратной матрицы A^{-1} решить матричное уравнение $XA=B$ и сделать проверку:

$$A = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -4 & 7 \\ -7 & 11 \end{pmatrix}.$$

Вычислить пределы:

3) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{5x^2}{1 - \cos 3x}$

4) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^2 - 3x - 9}{\sqrt{x^2 + 16} - 5}$

5) $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3x)^{\frac{8}{x}}$

Вариант 4.

1) Дан $\triangle ABC$: $A(28; 2)$; $B(4; -5)$; $C(0; -2)$. Составить уравнения AC , медианы из $t.C$ и найти угол между ними.

2). Исследовать систему на совместность и найти ее общее решение методом Гаусса:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 - 2x_4 = 7 \\ 2x_1 + 3x_2 - x_4 = 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 4x_4 = -7 \end{cases}$$

Вычислить пределы:

3) $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n^3 - 2n + 7}{3n^3 + n^2 - 1}$

4) $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x^2 - 7x - 4}{\sqrt{9 - 2x} - \sqrt{5 - x}}$

5) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^3 2x}{5x^3}$

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \ln \frac{x^2 + 1}{3x} - \operatorname{arctg} \sqrt{1 - x} + x \cdot 3^{\sin^2 x}$

2. Найти $y'(0)$, $y''(0)$ для $y = (2x^3 + 1) \cdot \cos x$

3.. $y = \frac{\sqrt{x} + \operatorname{arctg} x}{\cos x}$; $dy = ?$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

a. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\ln(x^2 - 3)}{x^2 - 3x + 2}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{8^{3x} - 7^x}{\arcsin 3x - 5x^2}$

5. Показать, что функция $y = e^{-x} \sin 3x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 2y' + 10y = 0$.

Вариант 2

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \operatorname{tg} 2x \cdot \ln \frac{1}{x} + \frac{\arcsin \sqrt{x}}{x} + 3x^2$

2. Найти $y'(1), y''(1)$ для $y = \frac{\ln x}{x^3}$

3. Тело движется по закону: $x(t) = \frac{2t^3}{3} + \frac{t^2}{2} + 3t$ вдоль оси Ox . Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 3$.

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

а. $\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{\cos 3x - \cos x}{\operatorname{tg}^2 2x}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{7^{2x} - 5^{3x}}{2x - \operatorname{arctg} 3x}$

5. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 5x^2 - 2x + 3$, параллельной прямой $y = 5 - 12x$.

Вариант 3

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = \log_2 \frac{\cos x}{x} - 3^{\arcsin \frac{1}{x}} + x \cdot \sin(2x - 3)$

2. Найти $y'(0), y''(0)$ для $y = (4x + 3) \cdot e^{-x}$

3. $y = \frac{\frac{3}{\sqrt{2x}} - 3 \operatorname{arctg} 4x}{\ln(3x + 2)}$; $dy - ?$

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

а. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\operatorname{arctg}(x^2 - 2x)}{\sin(3\pi x)}$

б. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 10x}{e^{x^2} - 1}$

5. Показать, что функция $y = 3e^{2x} \cdot \cos 5x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' - 4y' + 29y = 0$.

Вариант 4

1. Найти $f'(x)$: $f(x) = x \cdot \ln \left(\operatorname{tg} \frac{x}{2} \right) - 3^{\cos \frac{\pi x}{2}} + \sqrt{\frac{x-1}{x+1}}$

2. Найти $y'(0), y''(0)$ для $y = e^x \cdot \sin 2x$

3. Точка движется по прямой по закону: $S(t) = 5t^2 - 10t + 1$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени $t = 2$.

4. Вычислить пределы по правилу Лопиталья:

$$a. \lim_{x \rightarrow 3} \frac{2^{\sin \pi x} - 1}{\ln(x^3 - 6x - 8)}$$

$$б. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{4^x - 2^{7x}}{\operatorname{tg} 3x - x}$$

5. В каких точках касательная к графику функции $y = x^3 - 12x^2 + 36x - 1$ параллельна оси Ox .

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = (2x + 1)e^{\frac{-x^2}{3}}$.

Вычислить интегралы:

$$2. \int (3 - x) \sin \frac{x}{2} dx;$$

$$3. \int \cos^3 3x \cdot \sin^7 3x dx;$$

$$4. \int \frac{3x^2 + x - 6}{x^3 + 2x^2} dx;$$

$$5. \int_{-1}^7 \frac{5 - 2x}{\sqrt{x + 2}} dx.$$

Вариант 2.

1. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = \frac{x^2 - 6x + 13}{x - 3}$.

Вычислить интегралы:

$$2. \int (3x - 4) \cos 6x dx;$$

$$3. \int \cos^3 \frac{x}{2} \cdot \sin^6 \frac{x}{2} dx$$

$$4. \int \frac{x^2 - 3x - 7}{(x - 2)(x^2 + 5)} dx.$$

$$5. \int_{-1}^2 \frac{2x + 1}{\sqrt{x + 2}} dx$$

Вариант 3.

1. Найти промежутки выпуклости, вогнутости и точки перегиба графика функции $y = \frac{x}{x^2 + 1}$.

Вычислить интегралы:

$$2. \int (8x^3 - 6x^2 + x) \ln x dx;$$

$$3. \int \operatorname{ctg}^2 5x dx;$$

$$4. \int \frac{5x^2 - 2x + 1}{(3x + 1)(x^2 + 1)} dx.$$

$$5. \int_0^3 \frac{dx}{2 + \sqrt{x + 1}}.$$

Вариант 4.

1. Найти асимптоты графика функции $y = \frac{x^3 - 3x}{x^2 - 1}$.

Вычислить интегралы:

2. $\int (2x+1)e^{4x} dx;$
3. $\int \cos^4 2x \cdot \sin^5 2x dx;$
4. $\int \frac{2x^2 + 3x - 12}{x^3 - 4x^2} dx.$
5. $\int_4^9 \frac{\sqrt{x}}{1 - \sqrt{x}} dx$

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

1. Найти dz если $z = \frac{\operatorname{tg}^3 3x}{\sqrt{y}}$
2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \ln(e^x - e^y)$, где $y = \operatorname{ctg} 5x$.
3. Найти производную функции $u = \operatorname{arctg} \frac{xy}{z}$ в точке $M(1;2;2)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(2;3;-3)$
4. Найти $g\ddot{r}adu$ в точке $M(1;0;-3)$ его длину и направление, если $u = \ln(x^2 + y^2) + xyz$
5. Найти экстремумы функции $z = -3x + xy - x^2 + 3y - y^2 + 1$

Вариант 2.

1. Найти du в точке $M(2;-1;2)$ если $u = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + zx$
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = x^2 \ln y$, где $x = \frac{u}{v}$, $y = 3u - 2v$.
3. Найти производную функции $u = \frac{\cos^2 y}{5x - 2z}$ в точке $M(1; \frac{\pi}{4}; 2)$ в направлении составляющем равные острые углы с осями координат.
4. Найти величину наибольшей скорости изменения функции $u = x^2 + 2y^2 + 3z^2 - 3x - 2y - 6z$ в точке $M(1;1;1)$.
5. Найти экстремумы функции $z = 6x - 4y - x^2 - y^2 + 10$

Вариант 3.

1. Найти dz если $z = \operatorname{arctg} \sqrt{x^y}$.
2. Найти $\frac{dz}{dx}$ если $z = \operatorname{tg} \frac{\sqrt{2y}}{x}$, где $y = 5^{-x}$.

3. Найти производную функции $u = \frac{3z}{x^2 + y^2 + z^2}$ в точке $M(1; -1; 1)$ в направлении вектора $2\vec{i} + \vec{j} - 2\vec{k}$.
4. Найти gradu в точке $M(1; 1; -2)$ его длину и направление, если $u = \ln(2x + y) + x^3 y z^2$.
5. Найти экстремумы функции $z = x^2 + xy + y^2 - 6x - 9y$.

Вариант 4.

1. Найти dz если $z = \ln(y + \sqrt{x^2 + y})$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$ если $z = \sin^2(2x + 3y)$, где $x = \frac{u+1}{v}$, $y = u \cos v$.
3. Найти производную функции $u = e^{3x - \sin \pi y}$ в точке $M(-1; 0)$ в направлении идущем из точки M в точку $N(3; 4)$.
4. Найти gradu в точке $M(2; 2; 1)$ его длину и направление, если $u = \ln(x^2 + y^2 - z^2 + 1)$.
5. Найти экстремумы функции $z = 4x - 4y - x^2 - y^2$.

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_{-1}^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x^2} f(x; y) dy$.
2. $\int_1^e dy \int_{\ln y}^{e+1-y} f(x, y) dx$

Вычислить:

3. $\iint_D (2x - y) dx dy$, $D: y = x^2; y = x; x = 2$.
4. $\iint_D (1 + \frac{y^2}{x^2}) dx dy$, $D: x^2 + y^2 \geq \pi; x^2 + y^2 \leq 4\pi; y \geq 0; y \leq x$.
5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y^2 = 1; y + 2x + 1 = 0$.

Вариант 2

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_{-1}^1 dy \int_{y^2-1}^{1-y^2} f(x; y) dx$.
2. $\int_0^1 dx \int_{2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x, y) dy$

Вычислить:

3. $\iint_D (x-y) dx dy$, $D: y = 2 - x^2; y = 2x - 1; x \geq 0$.

4. $\iint_D \frac{dx dy}{x^2 + y^2 + 1}$, $D: x^2 + y^2 \leq 1; x \geq 0$.

5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $x + y = 1$; $x - 1 = 0$; $y = e^x$.

Вариант 3

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_0^1 dx \int_x^{2-x^2} f(x; y) dy$.

2. $\int_0^3 dy \int_4^{\sqrt{25-y^2}} f(x, y) dx$

Вычислить:

3. $\iint_D (x+2y) dx dy$, $D: y = x; 2y = x; x = 2$.

4. $\iint_D (x^2 + y^2) dx dy$, $D: x^2 + y^2 \leq 2x$.

5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y^2 = 1 + x$; $y - x + 1 = 0$.

Вариант 4

Изменить порядок интегрирования:

1. $\int_0^2 dy \int_{2-y}^{4-y^2} f(x; y) dx$

2. $\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x, y) dy$

Вычислить:

3. $\iint_D (x+y) dx dy$, $D: y = x; y + x = 4; x = 0$.

4. $\iint_D \sqrt{x^2 + y^2} dx dy$, $D: x^2 + y^2 \geq 1; x^2 + y^2 \leq 4$.

5. Найти площадь области, ограниченной линиями: $y = 2 - x^2$; $y = x$; $x \geq 0$.

Раздел 7. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

1. Вычислить: $\int_l (x^2 - y^2) dx + xy dy$, если l : прямая AB, A(1;1), B(3;4)

2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C xy dx + y^2 dy$, если $C: x^2 + y^2 = 4$

3. Вычислить: $\iint_D (x-y) dx dy$, если $D: x + y = 2; y = x; y = 0$

4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C x^2 y dx - xy^2 dy$, если $C : x^2 + y^2 = 1$

5. Вычислить: $\int_{(0;0)}^{(2;2)} (y^2 + 2xy)dx + (2xy + x^2)dy$

Вариант 2

1. Вычислить: $\int_l 2xy dx - x^2 dy$, если $l : x = 2y^2$ от точки $O(0;0)$ до точки $A(2;1)$

2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C 2xy dy - y^2 dx$, если $C : x^2 + y^2 = R^2$

3. Вычислить: $\int_l \frac{dx}{y^2} + x^2 dy$, если $l : y = \frac{1}{x}$ от точки $A(1;1)$ до точки $B(4;1/4)$..

4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C x^3 dx + xy dy$, если $C : x^2 + y^2 = R^2$

5. Вычислить: $\int_{(1;2)}^{(3;4)} \frac{y}{x} dx + (y + \ln x) dy$

Вариант 3

1. Вычислить: $\int_l x^2 dx + \frac{dy}{y^2}$, $l : y = \frac{1}{x}$ от точки $A(1;1)$ до точки $B(5;1/5)$

2. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C (x + 2y^3) dx + (3y^2 - y) dy$, если $C : x^2 + y^2 = 1$

3. Вычислить: $\int_l \cos^3 x dx + y dy$, если $l : y = \sin x$ от точки $A(0;0)$ до точки $B\left(\frac{\pi}{2}; 1\right)$.

4. Вычислить по формуле Грина: $\oint_C (x + 2x^2) dx - (3x^3 + y) dy$, если $C : x^2 + y^2 = 4$

5. Вычислить: $\int_{(2;3)}^{(3;4)} (6xy^2 + 2x^3) dx + (6x^2 y + 3y^2) dy$

3 СЕМЕСТР

Раздел 8. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант № 1

Вариант № 2

$$1) (\sqrt{xy} - x)dy + ydx = 0, \quad y(1) = 1$$

$$2) y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos^3 x}$$

$$3) (e^x \sin y + x)dx + (e^x \cos y + y)dy = 0$$

$$4) 2x + 2xy^2 + \sqrt{2 - x^2} y' = 0$$

$$5) (1 - x^2 y)dx + x^2 (y - x)dy = 0$$

Вариант № 3

$$1) xy' - y + \sqrt{x^2 + y^2} = 0, \quad y(1) = 0$$

$$2) xy' + y - e^x = 0$$

$$3) \frac{3x^2}{\sqrt{y}} dx + \left(\ln y - \frac{x^3}{2\sqrt{y^3}} \right) dy = 0$$

$$4) (1 + e^x)yy' = e^x$$

$$5) (x^2 \cos x - y)dx + xdy = 0$$

$$1) y' = \frac{\frac{y}{xe^x} + y}{x}, \quad y(1) = 0$$

$$2) y' - y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$$

$$3) \frac{y}{x} dx + (y^3 + \ln x) dy = 0$$

$$4) 2xdx - ydy = yx^2 dy - xy^2 dx$$

$$5) (2e^x + y^4)dy - ye^x dx = 0$$

Вариант № 4

$$1) y' = \frac{x+y}{x-y}, \quad y(1) = 0$$

$$2) xy'(x-1) + y = x^2(2x-1)$$

$$3) (x \cos 2y + 1)dx - x^2 \sin 2y dy = 0$$

$$4) 3(x^2 y + y)dy + \sqrt{2 + y^2} dx = 0$$

$$5) (y + \ln x)dx - xdy = 0$$

Раздел 9, 10. Примеры вопросов к контрольной работе № 8. Контрольная работа содержит 5 вопросов 4 балла за вопрос.

Вариант № 1

$$1. 4y^3 y'' = y^4 - 1; y(0) = \sqrt{2}; y'(0) = \frac{1}{2\sqrt{2}}.$$

$$2. y'' x \ln x = y'$$

$$3. y'' - 4y' + 4y = -e^{2x} \sin 6x$$

$$4. y'' - 2y' + y = e^x \ln x$$

$$5. \begin{cases} x' = x - 3y, \\ y' = 3x + y. \end{cases}$$

Вариант № 2

$$1. y'' + 2 \sin y \cos^3 y = 0; y(0) = 0; y'(0) = 1$$

$$2. y'' - y' = 2x + 3;$$

$$3. y'' - 2y' + 2y = (6x - 11)e^{-x}$$

$$4. y'' + 4y = \frac{1}{\cos 2x}$$

$$5. \begin{cases} x' + x - 8y = 0, \\ y' - x - y = 0. \end{cases}$$

Вариант № 3

1. $y'' \cdot y^3 + 49 = 0, y(3) = -7; y'(3) = -1.$
2. $y'' \cdot \operatorname{ctg} 2x + 2y' = 0$
3. $y'' + 2y' = 6e^x (\sin x + \cos x);$
4. $y'' - 2y' + y = 3e^x \sqrt{x-1}.$
5. $\begin{cases} x' = -7x + y, \\ y' = -5y - 2x. \end{cases}$

Вариант № 4

1. $y'' + 8\sin y \cdot \cos^3 y = 0, y(0) = 0; y'(0) = 2.$
2. $y'' + \frac{2x}{x^2 + 1} y' = 2x$
3. $y'' + 3y' + 2y = (1 - 2x)e^{-x}$
4. $y'' + 16y = \operatorname{ctg} 4x$
5. $\begin{cases} x' = 2y - 3x, \\ y' = y - 2x. \end{cases}$

Раздел 11. Примеры вопросов к контрольной работе № 9. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1.

Исследовать ряды на сходимость

1. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt[4]{n^3}}{\sqrt{n^3 + 3}}.$
2. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(3n+2) \cdot \ln^2(3n+2)}.$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

3. $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n}{(n+1)(n+2)(n+3)}.$
4. $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n+1}{n^2+1}.$

5. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-7)^{2n}}{4^n \cdot \sqrt{n(n+1)}}$

Вариант 2.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n-3}{\sqrt{2n^3+1}}.$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{10n+1}{(3n+2)!}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2n+1}{2^n}.$$

$$4. \sum_{n=2}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2}{n \ln n}.$$

$$5. \text{Найти область сходимости степенного ряда} \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+5)^n}{(n+1) \cdot \ln(n+1)}$$

Вариант 3.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n+7}{3n^3+n}.$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(8n-3) \cdot \sqrt{\ln(8n-3)}}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3n+2}{5^n}.$$

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{5n+1}{\sqrt{4n^3+7}}.$$

$$5. \text{Найти область сходимости степенного ряда} \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-3)^n}{5^n \cdot (n+1)}$$

Вариант 4.

Исследовать ряды на сходимость

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^{n-1}}{5n-2}.$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{\operatorname{arctg}(3n+2)}}{1+(3n+2)^2}.$$

Исследовать на абсолютную и условную сходимость

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{7n+3}{n(9n+2)}.$$

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{\ln(n+1)}.$$

$$5. \text{ Найти область сходимости степенного ряда } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+2)^n}{(4n+1) \cdot 4^n}$$

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 10. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

- 1) Сколько четырехзначных чисел, делящихся на 5, можно составить из цифр $\{0,1,4,5,9\}$, если каждое число не должно содержать одинаковых цифр?
- 2) В цехе работают 6 мужчин и 4 женщины. По табельным номерам наудачу отобрали 7 человек. Найти вероятность того, что среди отобранных лиц окажутся 3 женщины.
- 3) Три стрелка стреляют по одной мишени. Первый попадает с вероятностью $p_1 = 0,8$, второй – $p_2 = 0,7$, третий – $p_3 = 0,6$. Найти вероятность того, что при одном залпе в мишень попадет хотя бы один стрелок.
- 4) В первой коробке находится 20 батареек для фонарика, из них 18 годных к употреблению. Во второй коробке – 10 батареек, из них – 9 годных. Из второй коробки наудачу взяли 2 батарейки и переложили в первую. Найти вероятность того, что батарейка, наудачу извлеченная из первой коробки, будет годной.
- 5) Вероятность попадания мячом в корзину для данного баскетболиста равна 0,8. Игрок делает три броска. Какова вероятность того, что все три раза он попал?

Вариант 2

- 1) Игральная кость подбрасывается один раз. Найти вероятность того, что число выпавших очков кратно трем.
- 2) Из водоема, в котором находится 10 рыб, вылавливают 6 рыб, помечают и выпускают их обратно. Найти вероятность того, что второй улов того же объема содержит 4 меченые рыбы.
- 3) В урне 12 шаров, из которых 7 белых. Наудачу вытаскивается один шар, а затем возвращается обратно в урну. Найти вероятность хотя бы одного извлечения белого шара, если шар извлекали дважды.
- 4) В пирамиде установлены 15 винтовок, 10 из них снабжены оптическим прицелом. При стрельбе из винтовки с оптическим прицелом вероятность поражения мишени – 0,9, а при стрельбе из обычной винтовки – 0,7. Какова вероятность того, что стрелок поразил мишень из наудачу взятой винтовки? Найти также вероятность того, что мишень поражена из винтовки с оптическим прицелом.
- 5) Вероятность появления события в каждом из 3000 независимых испытаний равна 0,75. Найти вероятность того, что событие появится не менее 1480 раз.

Раздел 12. Примеры вопросов к контрольной работе № 11. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

Вариант 1

1) Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	-4	-2	0	1	2
p	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$, дисперсию $D[\xi]$, функцию распределения $F(x)$.

2) В ящике 7 белых шаров и 3 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ξ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ξ . Найти ее $M[\xi]$ и $D[\xi]$.

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2(x-1), & x \in [1; 2] \\ 0, & x \notin [1; 2] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей $F(x)$ и ее график, $M[\xi]$, $D[\xi]$, $P(1,5 < \xi < 3)$.

4) Случайная величина ξ распределена равномерно на $[1; 7]$. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M[\xi]$ и $D[\xi]$. Вычислить $P(0 \leq \xi \leq 4)$.

5) Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием $M[\xi] = 0$ и дисперсией $D[\xi] = 3$. Написать функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \leq \xi \leq 3)$.

Вариант 2

1) Случайная величина ξ имеет ряд распределения:

ξ	1	3	4	6	7
p	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1

Найти математическое ожидание $M[\xi]$, дисперсию $D[\xi]$, функцию распределения $F(x)$

2) В ящике 6 белых шаров и 4 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ξ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ξ . Найти ее $M[\xi]$ и $D[\xi]$.

3) Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2 - \frac{x}{2}, & x \in [2; 4] \\ 0, & x \notin [2; 4] \end{cases}$$

Найти: функцию распределения вероятностей $F(x)$ и ее график, $M[\xi]$, $D[\xi]$, $P(3 < \xi < 5)$.

4) Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием $M[\xi] = 0$ и дисперсией $D[\xi] = 4$. Написать функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-2 \leq \xi \leq 4)$

5) Случайная величина ξ распределена равномерно на $[2; 10]$. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M[\xi]$ и $D[\xi]$. Вычислить $P(1 \leq \xi \leq 5)$.

Раздел 13. Примеры вопросов к контрольной работе № 12. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. По заданной выборке

45	46	58	59	47	55	58	46	45
38	40	41	62	43	61	40	42	50
58	41	51	44	47	47	47		

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

1,0	1,1	1,3	0,9	1,2	1,1	0,8	1,0	1,2

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
 - а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, объемы которых $n = 12$ и $m = 16$, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y с неизвестными дисперсиями, найдены исправленные дисперсии: $s_x^2 = 9,52$ и $s_y^2 = 4,1$. При уровне значимости $0,05$ проверить гипотезу $H_0 : D[X] = D[Y]$ при конкурирующей гипотезе $H_1 : D[X] > D[Y]$.

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = \sqrt{D[\xi]}\sigma = 20$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 9 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 215 единиц/час. С уровнем значимости $\alpha = 0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.

Вариант 2

1. По заданной выборке

7	4	9	13	9	9	13	9	11
11	11	5	12	9	10	15	14	10
10	12	8	10	11	10	4		

- 1) составить вариационный ряд;
- 2) вычислить относительные частоты;
- 3) построить полигон относительных частот;
- 4) составить эмпирическую функцию распределения;
- 5) построить график эмпирической функции распределения;
- 6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_e, D_e, \sigma = \sqrt{D_e}, S^2, S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,0	2,1	2,5	1,9	2,3	2,4	2,2	2,3

- 1) составить вариационный ряд;

- 2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
- а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
 - б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
 - в) среднеквадратичного отклонения.
3. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 1$ г, фасует чай в пачки со средним весом $a = 100$ г. В случайной выборке объемом $n = 25$ пачек средний вес $\bar{X} = 101,5$ г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность $\gamma = 0,95$.
4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = \sqrt{D[\xi]} = 18$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 10 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 200 единиц/час. С уровнем значимости $\alpha = 0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.

5 СЕМЕСТР

Раздел 14. Примеры вопросов к контрольной работе № 13. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

1. Найти область сходимости степенного ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-1)^{2n}}{9^n \cdot \sqrt{n+1}}$$

2. Написать формулу Тейлора для $n = 3$ с остаточным членом в форме Лагранжа в точке $x_0 = 0$ для функции $f(x) = \sqrt{1+x^2}$.

3. Разложить в ряд по степеням x функцию $f(x) = \frac{9}{20-x-x^2}$ и найти интервал сходимости полученного ряда.

4. Разложить функцию $f(x) = -x - \frac{\pi}{4}$ в ряд Фурье по синусам на промежутке $[0; 1]$ и нарисовать графики $f(x)$ и $S(x)$, вычислить $S(-\pi)$, $S(3)$.

5. Найти решение, удовлетворяющее указанным начальным условиям.

$$x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} = 2xy; \quad z = y = x^2$$

Раздел 15. Примеры вопросов к контрольной работе № 14. Контрольная работа содержит 5 вопросов по 4 балла за вопрос.

1. Привести уравнение к каноническому виду

$$u_{tt} + 2u_{tx} - 3u_{xx} + 2u_t + 6u_x = 0$$

2. Найти общее решение $\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} = 5x$.

3. Найти решение уравнения

$$x^2 \cdot \frac{\partial z}{\partial x} - xy \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = y,$$

проходящее через пространственную кривую $L: \begin{cases} y = x \\ z = \frac{1}{x^2} \end{cases}$.

4. Найти решение уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 3 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} + 2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0,$$

удовлетворяющее начальным условиям:

$$u(0; x) = 2(3 + x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}(0, x) = 2.$$

5. Найти собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля для уравнения

$$y'' + \lambda y = 0, \quad x \in [0; 1], \\ y'(0) = y(1) = 0.$$

Раздел 16. Примеры вопросов к контрольной работе № 15. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

1. Методом Фурье решить смешанную задачу для уравнения теплопроводности

$$u_t' = 16u_{xx}'', \quad 0 \leq x \leq 4, \quad t \geq 0 \\ u(x; 0) = x(4 - x), \quad u_x'(0; t) = u_x'(4; t) = 0.$$

2. Методом Фурье решить смешанную задачу для волнового уравнения $u_{tt}'' = 4u_{xx}''$,
($0 \leq x \leq 2, \quad t \geq 0$)

$$\begin{cases} u(x; 0) = 0 \\ u_t'(x; 0) = 4 \sin \frac{5\pi x}{2}, \end{cases} \quad u(0; t) = u(2; t) = 0$$

3. Найти функцию $u = u(x; y)$, удовлетворяющую внутри круга $x^2 + y^2 < 4$ уравнению Лапласа $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$, если на границе (γ) этого круга она задается формулой:

$$u(x; y)|_\gamma = 2x^2 - 4xy + 3x - 4y.$$

4. В прямоугольнике $\begin{cases} 0 \leq x \leq 2 \\ 0 \leq y \leq 1 \end{cases}$ найти решение уравнения Лапласа $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$,

удовлетворяющее краевым условиям: $\begin{cases} u(0; y) = 0 \\ u(2; y) = 0 \end{cases}, \begin{cases} u(x; 0) = 0 \\ u(x; 1) = 1 \end{cases}$.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

(1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен, 4 семестр – зачет с оценкой, 5 семестр - зачёт с оценкой)

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Векторы: координаты, проекция вектора на ось, направляющие косинусы.
2. Линейные операции над векторами.
3. Скалярное и Векторное произведение двух векторов, их свойства.
4. Смешанное произведение трех векторов и его свойства.
5. Прямая на плоскости. Различные виды уравнения прямой на плоскости.
6. Кривые второго порядка.
7. Уравнение плоскости.
8. Уравнение прямой в пространстве.
9. Комплексные числа, действия с комплексными числами.
10. Многочлены. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена на множители.

11. Рациональные дроби. Разложение рациональных дробей на сумму простейших дробей.
12. Матрицы, операции над матрицами.
13. Элементарные преобразования строк матрицы.
14. Приведение матрицы к ступенчатому виду и виду Гаусса.
15. Ранг матрицы. Ранг системы векторов.
16. Определитель квадратной матрицы, его свойства, методы вычисления.
17. Обратная матрица: свойства, способы построения.
18. Совместность и определенность системы линейных алгебраических уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
19. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью обратной матрицы.
20. Решение систем линейных алгебраических уравнений с помощью правила Крамера.
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
22. Линейная однородная система алгебраических уравнений, ее фундаментальная система решений. Связь решений линейных однородных и неоднородных систем.
23. Собственные значения, собственные векторы матрицы.
24. Присоединенные векторы матрицы.
25. Последовательность. Предел числовой последовательности. Функция. Способы задания функции.
26. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Предел функции на бесконечности.
27. Непрерывность функции. Точки разрыва функции и их классификация.
28. Производная функции: определение, геометрический смысл.
29. Правила вычисления производной.
30. Производная сложной функции.
31. Производные высших порядков.
32. Дифференцируемость функции. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием производной.
33. Дифференциал функции и его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала.
34. Раскрытие неопределенностей (правило Лопиталя).
35. Исследование функции: область определения, четность (нечетность), точки пересечения с координатными осями, промежутки знакопостоянства, непрерывность, точки разрыва.
36. Асимптоты графика функции.
37. Достаточные условия монотонности функции.
38. Достаточные условия экстремумов функции.
39. Достаточные условия выпуклости, вогнутости, точки перегиба графика функции.
40. Общая схема исследования функции и построение графика.
41. Первообразная. Неопределенный интеграл. Теорема об общем виде первообразных.
42. Основные свойства неопределенного интеграла.
43. Таблица основных интегралов.
44. Методы интегрирования: табличный, разложения.
45. Интегрирование подведением под знак дифференциала.
46. Интегрирование с помощью замены переменной.
47. Определенный интеграл: определение, свойства.
48. Формула Ньютона - Лейбница.

49. Вычисление определенного интеграла с помощью замены переменной.
50. Некоторые приложения определенного интеграла.
51. Интегралы с бесконечными пределами: определения, свойства.

8.2.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5-7 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Функции нескольких переменных: область определения, линии уровня, геометрическая интерпретация.
2. Предел функции в точке, частные производные первого и второго порядков функции нескольких переменных.
3. Частные производные первого порядка.
4. Частные производные второго порядка.
5. Полный дифференциал (для функции двух переменных).
6. Производная сложной функции.
7. Производная функции по направлению.
8. Градиент функции и его свойства.
9. Экстремумы функции двух переменных: необходимое и достаточное условия экстремума.
10. Условный экстремум (метод множителей Лагранжа).
11. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.

8.2.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 вопрос – 5 баллов, 2 вопрос – 5 баллов, 3 вопрос – 5 баллов, 4 вопрос – 5 баллов, 5 вопрос – 5 баллов, 6 вопрос – 5 баллов, 7 вопрос – 5 баллов, 8 вопрос – 5 баллов.

1. Дифференциальные уравнения: определения, порядок, решение, общее решение.
2. Примеры задач, приводящих к дифференциальным уравнениям.
3. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
4. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
5. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.
6. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка с переменными коэффициентами: свойства решений, структура общего решения.
7. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод Эйлера).
8. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами (метод вариации).

9. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Метод подбора в случае правой части вида квазимногочлена.
10. Основные уравнения математической физики.
11. Числовые ряды: основные понятия, свойства сходящихся рядов.
12. Необходимый признак сходимости.
13. Гармонический ряд. Ряды Дирихле.
14. Признаки сравнения рядов с положительными членами.
15. Признак Даламбера.
16. Интегральный и радикальный признаки Коши.
17. Знакопередающие ряды: признак Лейбница.
18. Знакопеременные ряды: абсолютная и условная сходимости.
19. Признак абсолютной сходимости.
20. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
21. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости.
22. Свойства степенных рядов.
23. Ряды Тейлора и Маклорена: свойства, основные разложения.
24. Разложение функции в ряд Маклорена с помощью основных разложений.
25. Ряды Фурье: определение, свойства.
26. Разложение периодической функции в ряд Фурье.
27. Разложение непериодической функции в ряд Фурье.

8.2.4. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 12-13 рабочей программы дисциплины и содержит 6 вопросов. 1 вопрос – 6 баллов, 2 вопрос – 6 баллов, 3 вопрос – 7 баллов, 4 вопрос – 7 баллов, 5 вопрос – 7 баллов, 6 вопрос – 7 баллов.

1. Основные правила комбинаторики. Размещения, сочетания, перестановки (с повторениями и без повторений).
2. Случайные события, виды событий. Классическое определение вероятности. Схема случаев.
3. Относительная частота. Статистическое определение вероятности. Геометрическая вероятность.
4. Противоположные события. Вероятность появления хотя бы одного из событий, независимых в совокупности.
5. Алгебра событий. Теоремы сложения вероятностей.
6. Условная вероятность. Независимые события. Теоремы умножения вероятностей.
7. Формула полной вероятности. Формулы Байеса.
8. Повторные испытания. Формула Бернулли. Формула Пуассона.
9. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа.
10. Функция распределения случайной величины, ее свойства.
11. Плотность распределения непрерывной случайной величины, ее свойства.
12. Математическое ожидание случайной величины, его свойства.
13. Дисперсия случайной величины, ее свойства. Среднеквадратичное отклонение.
14. Биномиальное распределение, его числовые характеристики.
15. Распределение Пуассона, его числовые характеристики.

16. Равномерное распределение, его числовые характеристики.
17. Показательное распределение, его числовые характеристики.
18. Интеграл Лапласа, его свойства. Кривая Гаусса (нормальная кривая), ее свойства, график.
19. Нормальное распределение, его числовые характеристики. Выражение функции распределения через интеграл Лапласа. Вероятность попадания нормально распределенной случайной величины в заданный промежуток. «Правило трех сигм».
20. Случайные величины: дискретные, непрерывные. Закон распределения дискретной случайной величины. Многоугольник распределения.
21. Математическое ожидание дискретной и непрерывной случайных величин, формулы для вычисления.
22. Дисперсия дискретной и непрерывной случайных величин, формулы для вычисления.
23. Закон больших чисел. Центральные предельные теоремы теории вероятностей.
24. Распределения, связанные с нормальным распределением: Хи-квадрат, Стьюдента, Фишера-Снедекора.
25. Задачи математической статистики. Выборки. Способы и виды отбора.
26. Статистическое распределение выборки (вариационный ряд, полигон частот). Эмпирическая функция распределения.
27. Интервальная таблица, гистограмма частот.
28. Статистические оценки параметров распределения, свойства оценок.
29. Выборочное и генеральное среднее. Генеральная и выборочная дисперсия. Метод условных вариантов (метод произведений).
30. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднеквадратичного отклонения.
31. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Критическая область. Область принятия гипотезы.
32. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Критерий согласия Пирсона. Методика вычисления теоретических частот нормального распределения.
33. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий нормальных распределений.
34. Проверка гипотезы о равенстве средних значений нормальных распределений при известной и неизвестной дисперсии. Сравнение среднего значения с гипотетической генеральной средней при известной и неизвестной дисперсии.
35. Элементы статистической теории корреляции. Виды зависимостей между случайными величинами.
36. Числовые характеристики корреляционной зависимости. Оценка корреляционного момента, коэффициента корреляции по выборочным данным
37. Проверка гипотезы о значимости коэффициента корреляции.
Линейная корреляция. Уравнение линейной регрессии по выборочным данным

8.2.5. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 14-16 рабочей программы дисциплины и содержит 6 вопросов. 1 вопрос – 6 баллов, 2 вопрос – 6 баллов, 3 вопрос – 7 баллов, 4 вопрос – 7 баллов, 5 вопрос – 7 баллов, 6 вопрос – 7 баллов

1. Ряды Фурье.
2. Периодические функции и их свойства.
3. Ортогональность тригонометрической системы функций на отрезке $[-l; l]$.
4. Ряды Фурье: определение, свойства.
5. Тригонометрический ряд и ряд Фурье.
6. Ряд Фурье для непериодической функции.

7. Разложение непериодической функции в ряд Фурье.
8. Разложение периодической функции в ряд Фурье.
9. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций.
10. Гармонический анализ.
11. Преобразование Фурье.
12. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка.
13. Дифференциальные уравнения в частных производных: основные понятия.
14. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 1-го порядка.
15. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.
16. Классификация линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
17. Приведение уравнений к каноническому виду.
18. Физический смысл линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
19. Основы математического моделирования природных процессов.
20. Задача Коши для уравнения гиперболического типа.
21. Физическая и геометрическая интерпретация метода характеристик.
22. Смешанная задача для уравнений гиперболического и параболического типов, ее физический смысл.
23. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения гиперболического типа.
24. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения параболического типа.
25. Уравнения эллиптического типа.
26. Гармонические функции и их свойства.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

1 СЕМЕСТР

Зачет с оценкой по дисциплине «Математика» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
БИЛЕТ № 1	
1. Теорема о свойствах интеграла с переменным верхним пределом. 2. Свойства пределов, связанные с неравенствами. 3. Вычислить $\lim_{x \rightarrow 0} (1-x)^{7/x}$ 4. $y = \operatorname{arctg} \ln x \cdot \operatorname{ctg} 5^x$, $y' - ?$ 5. Найти интервалы возрастания и убывания функции $y = 2x^3 - 21x^2 - 48x + 8$ 6. Найти $\int \frac{(x+2)dx}{(x-1)(x+8)}$ 7. Вычислить $\int_{-2}^0 (x^2 + 2)e^{x/2} dx$	

8. Вычислить $\int_{\pi}^{2\pi} \frac{1 - \cos x}{(x - \sin x)^2} dx$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
БИЛЕТ № 2	
1. Необходимое и достаточное условие существования асимптот функции (с доказательством). 2. Приложение определенных интегралов. 3. Вычислить: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{tg x}{2x}$ 4. $y = \log_3(5x^2 - 3)$, $y' - ?$ 5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 3x^3 - 5x^2 + 2$ 6. Найти: $\int \frac{x}{x^2 + 9} dx$ 7. Найти: $\int ctg x dx$ 8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $S - ?$, $y = x^3$, $x = 1$, $y = 0$	

2 СЕМЕСТР

Экзамен по дисциплине «Математика» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5-7 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
БИЛЕТ № 1	
1. Теорема о производной сложной функции нескольких переменных (с док-вом). 2. Формула для вычисления площади области D: $a \leq x \leq b, y_1(x) \leq y \leq y_2(x)$ 3. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, если $z = (2x - 1)y^2 + \frac{y}{x}$, $\bar{l} = (3; 4)$, $A(1; 2)$ 4. Найти $\overline{grad} z(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\frac{\pi}{4}; 2\right)$	

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^0 dx \int_{-2x}^2 f(x; y) dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (2-x) dx dy, D: y+x=2, y=x, x=2$.
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y-x)\vec{i} + (2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:
 $\oint_C (5x+2xy)dx + (4y-2x^2)dy, C: x=0, y=1, y=x$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
БИЛЕТ № 2	
1. Теорема о среднем значении для двойного интеграла (с доказательством).	
2. Дифференциал второго порядка функции $z = f(x, y)$.	
3. Найти полную производную $\frac{dz}{dt}$, если $z = \ln(e^{2t} + 4\sqrt{x} - \sin y)$ и $x = t \operatorname{tg} t, y = ct \operatorname{tg} t$.	
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, если $z = (2x-1)y^2 + \frac{y}{1+x}, \vec{l} = (3;4), A(1;2)$	
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_0^x f(x; y) dy + \int_1^2 dx \int_0^{2-x} f(x; y) dy$	
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x+1) dx dy, D: y+x=2, y=x, x=2$.	
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y-2x)\vec{i} + (x+2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до точки B(1;4).	
8. Вычислить: $\int_{A(1;0)}^{B(3;2)} (6x-2y)dx + (3y-2x)dy$.	

3 СЕМЕСТР

Экзамен по дисциплине «Математика» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 8-11 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 8 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю»	Министерство науки и высшего образования РФ

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Российский химико-технологический университет имени. Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
БИЛЕТ № 1 1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае кратных корней характеристического уравнения (случай $D=0$) (с доказательством). 2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка. 3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов. 4. Решить дифференциальное уравнение: $(\cos y + y \cdot \sin x)dx + (2y - x \cdot \sin y - \cos x)dy = 0$ 5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot \cos x = 2y' \cdot \sin x$, $y(0) = -1$; $y'(0) = 1$ 6. Решить дифференциальное уравнение: $5y'' - y' = 5 - 2x$ 7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{4^n + 1}$ 8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{\sqrt[3]{2n+1}}$	

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени. Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
	БИЛЕТ № 2 1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница. 2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши. 3. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала. 4. Решить дифференциальное уравнение: $xy' - y = x \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{x}$ 5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot y^3 + 1 = 0$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 1$ 6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' + y = 2x(1 - x)$ 7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{7+3n}$

8. Найти область сходимости степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (x-2)^n}{\sqrt{n+11}}$$

4 СЕМЕСТР

Зачет с оценкой по дисциплине «Математика» проводится в 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 12-13 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 6 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика

БИЛЕТ № 1

- Функция распределения случайной величины, ее свойства.
- Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Критическая область. Область принятия гипотезы.
- При разрыве бронебойного снаряда крупные осколки составляют 20% от общего числа осколков, средние – 30%, мелкие – 50%. Вероятность того, что крупный осколок пробьет броню $p_1 = 0,8$; для средних и мелких осколков соответственно $p_2 = 0,5$ и $p_3 = 0,2$. Найти вероятность пробивания брони.
- Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины ξ имеет вид
$$f(x) = \begin{cases} c(x+2), & x \in [1, 5] \\ 0, & x \notin [1, 5] \end{cases}$$

Найти параметр c , $M[\xi]$, $D[\xi]$, $F(x)$, $P(-1 < \xi < 3)$, построить графики $F(x)$ и $f(x)$.
- По заданной выборке

2,3	2,4	2,7	2,3	2,5	2,4	2,1	2,3	2,5

составить вариационный ряд, построить полигон частот, вычислить выборочную среднюю, выборочную дисперсию, исправленное среднееквадратичное отклонение.
- Инвестиция №1 рассчитана на $n_1 = 14$ лет, дисперсия ежегодных прибылей $s_1^2 = 15\%^2$. Инвестиция №2 рассчитана на $n_2 = 12$ лет, дисперсия ежегодных прибылей $s_2^2 = 20\%^2$. Предполагается, что распределение ежегодных прибылей на инвестиции подчиняется нормальному закону распределения. Равны ли риски (σ^2) инвестиций №1 и №2? Доверительная вероятность $\gamma = 0,99$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика

БИЛЕТ № 2

1. Плотность распределения непрерывной случайной величины, ее свойства.
2. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднеквадратичного отклонения.
3. Баскетболист забрасывает мяч в корзину с вероятностью $p = 0,4$ при одном броске. Найти вероятность того, что он забросит хотя бы один мяч, если он произвел 3 броска.
4. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины ξ имеет вид

$$f(x) = \begin{cases} c(x+2), & x \in [2, 6] \\ 0, & x \notin [2, 6] \end{cases}$$

Найти параметр c , $M[\xi]$, $D[\xi]$, $F(x)$, $P(4 < \xi < 8)$, построить графики $F(x)$ и $f(x)$.

5. По заданной выборке

3,3	3,2	3,4	2,9	3,2	3,1	2,8	3,2

составить вариационный ряд, построить полигон частот, вычислить выборочную среднюю, выборочную дисперсию, исправленное среднеквадратичное отклонение.

6. По двум независимым малым выборкам, объемы которых $n = 12$ и $m = 10$, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, найдены выборочные средние: $\bar{X} = 25,1$; $\bar{Y} = 26,0$ и исправленные дисперсии: $s_x^2 = 1,3$ и $s_y^2 = 2,4$. При уровне значимости $0,05$ проверить гипотезу $H_0 : M[X] = M[Y]$ при конкурирующей гипотезе $H_1 : M[X] \neq M[Y]$.

5 СЕМЕСТР

Зачет с оценкой по дисциплине «Математика» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 14-16 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 6 вопросов, относящихся к указанным разделам.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
БИЛЕТ № 1	
1. Периодические функции и их свойства. 2. Задача Коши для уравнения гиперболического типа. 3. Разложить функцию $f(x)$ в ряд Фурье на указанном промежутке. Нарисовать график функции, определяющей сумму ряда. 4. Разложить функцию $f(x)$ в ряд Фурье по $\cos$ кратных дуг на промежутке от 0 до правой границы указанного промежутка. Нарисовать график функции, определяющей сумму ряда.	
$f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{2}, & x \in [-\pi, 0] \\ x + \frac{1}{2}, & x \in (0, \pi] \end{cases}$	
5. Методом характеристик привести уравнение к каноническому виду и найти решение задачи Коши.	
$3u''_{tt} + 4u''_{xt} + u''_{xx} = 0; \quad \begin{cases} u(x; 0) = 0 \\ u'_t(x; 0) = 4x^2 \end{cases}$	
6. Методом Фурье решить смешанную задачу для параболического уравнения.	

$u'_t = u''_{xx},$ $0 \leq x \leq 1,5, \quad t \geq 0$	$u(x; 0) = 2 \cos 7\pi x$ $\begin{cases} u'_x(0; t) = 0 \\ u(1,5; t) = 0 \end{cases}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	04.03.01 Химия
	Математика
БИЛЕТ № 1 - Ряды Фурье: определение, свойства. - Физическая и геометрическая интерпретация метода характеристик. - Привести уравнение к каноническому виду $u_{tt} + 2u_{tx} - 3u_{xx} + 2u_t + 6u_x = 0$ - Разложить функцию $f(x)$ в ряд Фурье по $\sin$ кратных дуг на промежутке от 0 до правой границы указанного промежутка. Нарисовать график функции, определяющей сумму ряда. - Найти решение, удовлетворяющее указанным начальным условиям. $2xz \frac{\partial z}{\partial x} + 2yz \frac{\partial z}{\partial y} = z^2 - x^2 - y^2; \quad \begin{cases} x = 2 \\ z^2 - y^2 = 4 \end{cases}$ - Методом Фурье решить смешанную задачу для гиперболического уравнения. $u''_{tt} = 9u''_{xx},$ $0 \leq x \leq 6, \quad t \geq 0$ $\begin{cases} u(x; 0) = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 3 \\ 6 - x, & 3 < x \leq 6 \end{cases} \\ u'_t(x; 0) = 0 \\ u'_x(0; t) = u'_x(6; t) = 0 \end{cases}$	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

- «Сборник задач по высшей математике» (часть 1), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 576 с.: ил. – (Высшее образование).
- «Сборник задач по высшей математике» (часть 2), Письменный Д.Т., Лунгу К.Н. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 592 с.: ил. – (Высшее образование).
- «Конспект лекций по высшей математике», Письменный Д.Т. –М., изд. «Айрис», 2010 г. – 608 с.: ил. – (Высшее образование).
- Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс]: учебник для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
- Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017, 304 с.

Б) Дополнительная литература:

- Элементы алгебры: учебное пособие / А. Н. Шайкин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 119 с.: ил.
- Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Меладзе М.А., Гордеева Е.Л., Осипчик В.В. / Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.

3. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Аверина О.В., Воронов С.М., Старшова Т.Н., Хлынова Т.В., Ригер Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –132 с.
4. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (теория и практика): учебное пособие / Е. Г. Рудаковская, Рушайло М.Ф., Шайкин А.Н., Меладзе М.А., Арсанукаев З.З., Воронов С.М. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. –120 с.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения: конспект лекций по высшей математике: учебное пособие / сост.: Е. М. Чечеткина, В. М. Азриэль, Е. Ю. Напеденина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 64 с.
6. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г. Рушайло М.Ф., Хлынова Т.В., Ригер Т.В., Казанчян М.С., Ситин А.Г. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –116 с.
7. Ряды. Теория и практика. Рудаковская Е.Г., Арсанукаев З.З., Меладзе М.А., Напеденин Ю.Т. /Учебное пособие. –М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011. –72 с.
8. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Напеденина Е.Ю., Меладзе М.А, Хлынова Т.В. /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Рушайло М.Ф.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –92 с.
9. Дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных (примеры и задачи). Рудаковская Е.Г., Меладзе М.А, Хлынова Т.В., Шайкин А.Н., Ригер Т.В., /Учебное пособие под ред. Рудаковской Е.Г., Шайкина А.Н.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –108 с.
10. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
11. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –136 с.
12. Дифференциальные уравнения в частных производных (конспект лекций): учебное пособие /Чечеткина Е.М., Рудаковская Е.Г. –М., РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2013. –84с.
13. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том I. Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной и нескольких переменных. Элементы алгебры. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Старшова Т.Н., Ригер Т.Ф., Меладзе М.А., Бурухина Т.Ф., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –148 с.
14. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том II. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Осипчик В.В., Аверина О.А., Чечеткина Е.И., Напеденина Е.Ю., Напеденин Ю.Т., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2016. –120 с.
15. Сборник расчетных работ по высшей математике. Том III. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Напеденина Е.Ю., Осипчик В.В., Напеденин Ю.Т., Орлова В.Л., Шайкин А.Н., Иншакова К.А. /Учебное пособие в 3-х томах под ред. Рудаковской Е.Г.: –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017. –124 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:
<http://kvm.muctr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 1600);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 15 контрольных работ, общее число вариантов – 750);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 5 итоговых аттестаций, общее число билетов – 250).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет **1 727 628 экз.**

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Математика» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры: <http://kvm.muctr.ru/> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева: <https://lib.muctr.ru/>.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
3.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно
4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1 семестр		
Раздел 1. Элементы алгебры. Аналитическая геометрия на плоскости.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка на зачете
Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками	Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр) Оценка на зачете

	использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр) Оценка на зачете
Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;	Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр) Оценка на зачете

	методами статистической обработки информации.	
2 семестр		
Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 4 (2 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 6. Кратные интегралы	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками	Оценка за контрольную работу № 5 (2 семестр) Оценка на экзамене

	использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 6 (2 семестр) Оценка на экзамене
3 семестр		
Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет:	Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр) Оценка на экзамене

	основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр) Оценка на экзамене
Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет:	Оценка за контрольную работу № 8 (3 семестр) Оценка на экзамене

	основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 9 (3 семестр) Оценка на экзамене
4 семестр		
Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.	Оценка за контрольную работу № 10 (4 семестр) Оценка на зачете

	Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 13. Математическая статистика.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 11 (4 семестр) Оценка на зачете
5 семестр		
Раздел 14. Ряды Фурье.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания	Оценка за контрольную работу № 12 (5 семестр) Оценка на зачете

	на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	
Раздел 15. Дифференциальные уравнения в частных производных (УЧП) 1-го порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне. Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	Оценка за контрольную работу № 13 (5 семестр) Оценка на зачете
Раздел 16. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 2-го порядка.	Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей; основы применения математических моделей и методов. Умеет: выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи; использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов; выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов; использовать основные методы статистической обработки данных; применять математические знания на междисциплинарном уровне.	Оценка за контрольную работу № 14 (5 семестр) Оценка на зачете

	Владеет: основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«_____Математика_____»

основной образовательной программы

___04.03.01___ «_____Химия_____»

код и наименование направления подготовки (специальности)

«_____»

наименование ООП

Форма обучения: _____ очная _____

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методика преподавания химии»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена

заведующей кафедры общей и неорганической химии, кандидатом химических наук Н.В.
Свириденковой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии
РХТУ им. Д.И. Менделеева «28» мая 2024 г., протокол №6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта для направления подготовки **04.03.01 Химия**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **Общей и неорганической химии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «**Методика преподавания химии**» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической, аналитической, физической, органической химии, высшей математики.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся прочных теоретических знаний и практических навыков в области преподавания химии на основе изучения целей, содержания и методов преподавания химии для подготовки специалистов, умеющих думать, искать и находить собственные решения.

Основными задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов понимания роли химических знаний как фактора повышения образования общества;
- изучение основных тенденций подготовки бакалавров, магистров и специалистов в области химии и особенностей реформирования образования на современном уровне;
- изучение основных особенностей подготовки бакалавров, магистров и специалистов и методов их формирования;
- овладение основными методами преподавания и планирования подготовки выпускников высшей школы;
- формирование представления об основных особенностях чтения лекции, ведения семинара, лабораторного занятия, организации самостоятельной работы;
- овладение основными методами оценки уровня подготовки выпускников с высшим образованием;
- изучение методов воспитания при преподавании химии;
- изучение управления познавательным процессом, основных методов развития умственных способностей учащихся на основе проблемного подхода к обучению;
- изучение основных форм развития творческих способностей учащихся.

Дисциплина «**Методика преподавания химии**» преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «**Методика преподавания химии**» при подготовке бакалавров по направлению подготовки **04.03.01 Химия**, профиль подготовки – «**Теоретическая и экспериментальная химия**» направлено на приобретение следующих **универсальных компетенций и индикаторов их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и	УК-3.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели

	реализовывать свою роль в команде	УК-3.2. При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников УК-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строит продуктивное взаимодействие в коллективе УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели УК-3.5. Соблюдает нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области неорганической химии	ОПК-1.1 Использует законы и методы математических и естественных наук при решении научно-исследовательских и производственных задач. ОПК-1.2 Решает производственные задачи из области материаловедения и технологии материалов с применением фундаментальных знаний. ОПК-1.3 Решает исследовательские задачи из области материаловедения и технологии материалов с применением фундаментальных знаний.
Исследовательская деятельность	ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. ОПК-2.2 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ОПК-2.3 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. ОПК-2.4 Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ОПК-2.5 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований,

		системы стандартизации и сертификации. ОПК-2.6 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. ОПК-2.7 Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.
Владение информационными технологиями	ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению химических задач	ОПК-3.1 Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ОПК-3.2 Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации. ОПК-3.3 Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации. ОПК-3.4 Владеет навыками обеспечения информационной безопасности.
Компьютерная грамотность	ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программное обеспечение для проведения исследований и решения научно-исследовательских задач	ОПК-4.1 Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации для решения химических задач. ОПК-4.2 Проектирует решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ОПК-4.3. Знает современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, графиков, изображений.

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
		ПК-6. Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием ИКТ)	ПК-6.1. Разрабатывает программы учебных предметов в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования ПК-6.2. Проектирует индивидуальные образовательные маршруты освоения программ учебных предметов в соответствии с образовательными потребностями обучающихся ПК-6.3. Осуществляет отбор педагогических и других технологий, в том числе информационно-коммуникационных при разработке основных и дополнительных образовательных программ	

		ПК-7. Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную и воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями ФГОС	ПК-7.1. Использует педагогически обоснованные содержание, формы, методы и приемы организации совместной и индивидуальной учебной и воспитательной деятельности обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями. ПК-7.2. Формирует позитивный психологический климат в группе и условия для доброжелательных отношений между обучающимися с учетом их принадлежности к разным этнокультурным, религиозным общностям и социальным слоям, а также различных (в том числе ограниченных) возможностей здоровья. ПК-7.3. Осуществляет педагогическое сопровождение социализации и профессионального	

			самоопределения обучающихся.	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные современные уровни подготовки выпускников;
- порядок организации межпредметных связей и особенности их формирования;
- основные типы организационных структур управления учебным процессом и методы их реформирования;
- основные методы развития познавательной активности;
- основные формы проведения занятий и их особенности;

Уметь:

- планировать процесс преподавания химии в образовательных учреждениях высшего профессионального образования;

Владеть:

- методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования;
- основными методами оценки знаний учащегося.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,5	54	1,5	48
Лекции	0,5	18	0,5	32
Практические занятия (ПЗ)	1	36	1	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,49	53,6	1,49	53,6
Контактная самостоятельная работа	1,49	0,4	1,49	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,2		53,2
Виды контроля:	0,01	0,4	0,01	0,4
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,4	0,01	0,4
Вид контроля	Зачет			

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. рабо- та
	Введение	1	1	–	–
1	Раздел 1. Цели и задачи курса «Методика преподавания химии»	25	4	4	17
1.1.	Методика преподавания химии как науки и как учебной дисциплины	8	1	1	6
1.2.	Процесс обучения	8	1	2	5
1.3.	Цели обучения химии	9	2	1	6
2	Раздел 2. Содержание обучения	28	5	5	18
2.1.	Содержание обучения химии	7	1	1	5
2.2.	Методы обучения химии	6	1	2	3
2.3.	Организационные формы обучения химии	8	1	1	6
2.4.	Средства обучения химии	7	2	1	4
3	Раздел 3. Контроль и оценка знаний	26	4	4	18
3.1.	Контроль за усвоением химических знаний	13	2	1	10
3.2.	Оценка и диагностика качеств химических знаний	13	2	3	8
4	Раздел 4. Экспериментальные работы в курсе «Методика преподавания химии»	28	4	5	19
4.1.	Педагогический эксперимент в преподавании химии	12	1	2	9
4.2.	Перспективы перехода на многоуровневую подготовку	12	2	2	8
4.3.	Заключение	4	1	1	2
	Всего часов	108	18	18	72

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение.

Введение. Предмет изучения и задачи преподавания химии. Основные понятия методики преподавания химии. Связь с другими дисциплинами.

Раздел 1. Цели и задачи курса «Методика преподавания химии»

Раздел 1.1. Методика преподавания химии как науки и как учебной дисциплины. Цели и задачи учебного курса «Методика преподавания химии». Его место в системе учебных дисциплин подготовки химиков. Структура содержания методики преподавания химии как науки, ее методология. Построение учебного курса методики преподавания химии.

Раздел 1.2. Процесс обучения. Типы процесса обучения; информационный и продуктивный (творческий). Вопросы возрастной психологии и физиологии в приложении к

студенческому возрасту. Теория поэтапного формирования умственных действий и ее приложение к процессу обучения. Гуманизация и гуманитаризация обучения.

Раздел 1.3. Цели обучения химии. Современный специалист и основные требования, предъявляемые ему обществом. Роль химии в жизни общества. Формирование творческого химического мышления. Модель специалиста и содержание обучения. Построение курса химии на основе переноса системы науки на систему обучения. Превращение учений науки в блоки содержания учебной дисциплины. Построение курса химии на основе концептуальных систем химии. Специфические особенности преподавания курсов общей, физической, неорганической, аналитической, органической и других ветвей химии. Экология в курсах химии. Философские, мировоззренческие, методологические и логические знания, вводимые в содержание обучения химии.

Раздел 2. Содержание обучения

Раздел 2.1. Содержание обучения химии. Модель специалиста и содержание обучения. Построение курса химии на основе переноса системы науки на систему обучения. Превращение учений науки в блоки содержания учебной дисциплины. Специфические особенности преподавания курсов общей, физической, неорганической, аналитической, органической и других ветвей химии. Экология в курсах химии. Философские, мировоззренческие, методологические и логические знания, вводимые в содержание обучения химии.

Раздел 2.2. Методы обучения химии. Понятие о методах обучения. Основные методы обучения в высшей школе: лекции, семинары, лабораторные работы. Особенности этих видов учебной нагрузки. Требования к современной учебной лекции: принципы построения, аргументации и доказательства. Лабораторные и практические занятия в преподавании химии. Их роль в процессе познания окружающего мира. Игровые методы обучения. Алгоритмы планирования научного исследования и обработки результатов эксперимента. Упражнения и задачи в обучении химии. Алгоритмы описания химического объекта. Компьютеризация обучения. Использование методов программированного и алгоритмизированного обучения в методиках компьютерного обучения химии. Контролирующие компьютерные программы. Мультимедийные варианты построения курсов «Общая химия», «Теоретические основы химии» и «Неорганическая химия». Мотивация студентов в обучении химии. Познавательная активность и способы её развития при обучении химии. Сочетание образовательной развивающейся и воспитательной функции обучения в высшей школе. Развитие творческих способностей. Роль и место проблемного подхода в развитии творческих способностей. Роль демонстрационного эксперимента лабораторных работ и практических занятий по химии для усиления наглядности в преподавании химии. Особенности их использования в преподавании различных химических вузов.

Раздел 2.3. Организационные формы обучения химии. Формы обучения: лекция, семинарское занятие, практическая и лабораторная работа, самостоятельная работа, внеаудиторная и «домашняя» работа. Аудиторная и внеаудиторная познавательная деятельность учащихся и ее организация. Роль компьютера в организации и проведении внеаудиторной познавательной деятельности. Компьютерные (дискетные и лазерно-дискетные) учебные пособия по курсам химии. Методика их создания.

Раздел 2.4. Средства обучения химии. Учебная книга как средство обучения. Технические средства обучения, их виды и разновидности: меловая доска, кодоскоп, диапроектор, кинопроектор, эпидиаскоп, компьютер, видео- и звуковоспроизводящая аппаратура, интерактивная доска. Таблицы, рисунки, фотографии как средства обучения. Пути использования технических средств обучения для повышения познавательной активности обучаемых и повышения эффективности усвоения знаний. Компьютер как прибор для научного исследования и как средство обучения. Обучение химии при помощи телевидения и сети «Интернет», недостатки и преимущества.

Раздел 3. Контроль и оценка знаний

Раздел 3.1. Контроль за усвоением химических знаний. Роль контроля в процессе обучения. Виды контроля. Организация и контроль за усвоением знаний на лекции, семинарском занятии и в лабораторном практикуме. Взаимный контроль и самоконтроль. Тестовые контролирующие задания. Метод выборочных ответов, его преимущества и недостатки. Рефераты и доклады как один из способов оценки химических знаний. Химические олимпиады. Технические средства контроля. Современные методы проведения контроля. Рейтинговая система контроля и её использование в Российской Федерации. Сравнение рейтинговой системы контроля с зарубежной.

Раздел 3.2. Оценка и диагностика качеств химических знаний. Качества знаний учащихся, их оценка и диагностика. Рейтинговая, пятибалльная и другие шкалы оценки знаний, преимущества и недостатки. Оценка качеств устной и письменной речи.

Раздел 4. Экспериментальные работы в курсе «Методика преподавания химии»

Раздел 4.1. Педагогический эксперимент в преподавании химии. Педагогический эксперимент как средство определения эффективности методических нововведений. Постановка педагогического эксперимента. Измерение результатов обучения. Статистические и качественные методы обработки результатов педагогического эксперимента. Оценивание эффективности выбранных содержания и методов обучения. Методы оценки качества учебной работы преподавателя вуза.

Раздел 4.2. Перспективы перехода на многоуровневую подготовку. Выпускники высшей школы Российской Федерации в рамках Болонской конвенции. Перспективы университетского и общевузовского химического образования. Бакалавр, магистр и специалист в российском химическом образовании.

Раздел 4.3. Заключение. Перспективы и основные проблемы университетского и общевузовского химического образования. Проблемы подготовки и методической переподготовки учительских и преподавательских кадров.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать: (перечень из п.2)		+	+	+	+
1	основные современные уровни подготовки выпускников		+	+	-	+
2	порядок организации межпредметных связей и особенности их формирования;		+	+	+	+
3	основные типы организационных структур управления учебным процессом и методы их реформирования		+	+	+	+
4	основные методы развития познавательной активности		+	+	+	+
5	основные формы проведения занятий и их особенности		+	+	+	+
	Уметь: (перечень из п.2)					
6	планировать процесс преподавания химии в образовательных учреждениях высшего профессионального образования		-	+	+	+
	Владеть: (перечень из п.2)					
7	методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования		+	-	+	+
8	основными методами оценки знаний учащегося		+	+	+	+
	Код и наименование УК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения УК (перечень из п.2)				
9						
10						

11	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели УК-3.2. При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников УК-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строит продуктивное взаимодействие в коллективе УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели. УК-3.5. Соблюдает нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат	+	+	-	+
	Код и наименование ОПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ОПК (перечень из п.2)				

9	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области неорганической химии	ОПК-1.1. Использует законы и методы математических и естественных наук при решении научно-исследовательских и производственных задач. ОПК-1.2. Решает производственные задачи из области материаловедения и технологии материалов с применением фундаментальных знаний. ОПК-1.3. Решает исследовательские задачи из области материаловедения и технологии материалов с применением фундаментальных знаний.	+	+	-	+
10	ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ОПК-2.3. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. ОПК-2.4. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. ОПК-2.6. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. ОПК-2.7. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.	+	+	+	+

11	ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению химических задач	ОПК-3.1. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ОПК-3.2. Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации. ОПК-3.3. Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации. ОПК-3.4. Владеет навыками обеспечения информационной безопасности.	+	-	+	+
12	ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программное обеспечение для проведения исследований и решения научно-исследовательских задач	ОПК-4.1. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации для решения химических задач. ОПК-4.2. Проектирует решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ОПК-4.3. Знает современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, графиков, изображений.	+	-	+	+
	Код и наименование ПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)				

18	ПК-6. Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием ИКТ)	ПК-6.1. Разрабатывает программы учебных предметов в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования ПК-6.2. Проектирует индивидуальные образовательные маршруты освоения программ учебных предметов в соответствии с образовательными потребностями обучающихся ПК-6.3. Осуществляет отбор педагогических и других технологий, в том числе информационно-коммуникационных при разработке основных и дополнительных образовательных программ	+	+	+	+
19	ПК-7. Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную и воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями ФГОС	ПК-7.1. Использует педагогически обоснованные содержание, формы, методы и приемы организации совместной и индивидуальной учебной и воспитательной деятельности обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями. ПК-7.2. Формирует позитивный психологический климат в группе и условия для доброжелательных отношений между обучающимися с учетом их принадлежности к разным этнокультурным, религиозным общностям и социальным слоям, а также различных (в том числе ограниченных) возможностей здоровья. ПК-7.3. Осуществляет педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Рабочий учебный план подготовки бакалавров по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль подготовки - «Теоретическая и экспериментальная химия», предполагает наличие в рамках дисциплины «Методика преподавания химии» в 7 семестре практических занятий в объеме 36 ак.ч. Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление и расширение теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, формирование взаимосвязей между теоретическими положениями и методикой решения и осуществления практических задач.

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	• отбор содержания обучения химии; • взаимосвязь курсов химии в высшей школе; • анализ содержания важнейших учебников для высшей школы.	25
2	2	• развитие познавательного интереса студентов; • развитие творческого мышления студентов; • проблемный подход к обучению; • организационные формы обучения химии; • использование средств обучения.	28
3	3	• контроль в процессе обучения; • тестовые контролирующие задания; • рефераты и доклады как один из способов оценки химических знаний; • технические средства контроля; • оценка качеств устной и письменной речи.	26
4	4	• оценка и диагностика качества химических знаний; • постановка и оценка результатов педагогического эксперимента; • демонстрационные эксперименты.	28

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Методика преподавания химии» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 53,6 ч в 7 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала и подготовку к практическим занятиям и выполнению контрольных работ по разделам курса;

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ (раздел 9.2.);
- подготовку реферата по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Цели и задачи образования в современной высшей школе.
2. Обоснование системы содержания курса химии в высшей школе.
3. Принцип формирования содержания курса химии в высшей школе.
4. Определение и функции методов обучения химии в ВУЗе. Диалоговые методы обучения.
5. Методика организации работы студентов с учебником.
6. Методика составления и использования в учебном процессе программированных заданий по химии.
7. Обоснование системы содержания курса химии при подготовке бакалавров.
8. Основы научной организации учебного процесса. Задачи, стоящие перед химическим образованием в ВУЗе.
9. Новые подходы к разработке учебных программ и учебников по химии для высшей школы.
10. Принципы проектирования содержания химических компетенций специалистов по направлению «Химия».
11. Принципы проектирования содержания химических компетенций бакалавров.
12. Методология подготовки бакалавров в РФ.
13. Вопросы охраны окружающей среды в курсе химии высшей школы.
14. Система средств обучения химии. Химический кабинет и его назначение: рабочее место преподавателя и учащихся; комплексы средств обучения; лаборантская комната. Вопросы охраны труда и техники безопасности в химическом кабинете.
15. Пути установления межпредметных связей химии с другими дисциплинами естественнонаучного цикла.
16. Современные формы организации обучения химии в высшей школе.
17. Цели и задачи обучения химии в высшей школе при подготовке магистров. Образовательная, воспитательная и развивающая функции обучения в изучении химии.
18. Сочетание инвариантного и вариантного компонентов в содержании высшего образования.
19. Принципы проектирования содержания химических компетенций специалистов.
20. Пути повышения эффективности преподавания химии. Проблемный метод обучения. Учебные и научные проблемы. Примеры создания проблемных ситуаций в курсе химии
21. Использование экранных пособий, магнитофонных записей, компьютерной техники в процессе обучения химии.

22. Познавательная деятельность студента и ее структура. Способы повышения познавательной активности.
23. Программированное обучение. Возможности его использования в высшей школе.
24. Совершенствование методов контроля и оценки качества деятельности студентов в ВУЗе
25. Использование дидактических игр на семинарах по химии.
26. Демонстрационный эксперимент в обучении химии.
27. Объяснительно-иллюстративный метод в преподавании химии, его преимущества и недостатки по сравнению с другими методами.
28. Управление познавательной деятельностью, программированное обучение: цели и задачи программированного обучения.
29. Обучение студентов практической экспериментальной деятельности по химии.
30. Использование средств наглядности в обучении химии.
31. Развитие мышления учащихся в процессе обучения химии.
32. Усиление самостоятельности студентов как фактор интенсификации учебного процесса.
33. Письменная проверка результатов обучения химии. Оценивание уровня подготовки студентов.
34. Формирование у учащихся потребности пользоваться периодической системой.
35. Методика предупреждения и устранения неуспеваемости студентов по химии.
36. Типы лекций по химии и особенности методики их применения. Требования к лекции. Методика подготовки к лекции.
37. Закономерности и принципы обучения химии в высшей школе.
38. Демонстрационный эксперимент по химии. Роль демонстрационного эксперимента в формировании химических понятий (пояснить на конкретных примерах).
39. Использование алгоритмов в обучении химии в высшей школе.
40. Расчетные задачи по химии. Примеры и методика обучения студентов решению расчетных задач.
41. Контроль знаний по химии. Достоинства и недостатки существующих способов оценки знаний.
42. Проблемные задачи по общей химии в вузовском курсе.
43. Расчетные задачи по химии на определение растворимости малорастворимого.
44. Формирование и развитие понятий о веществе в курсе высшей школы.
45. Расчетные задачи по химии на вычисление константы устойчивости комплексного соединения.
46. Расчетные задачи по химии с использованием законов эквивалентов.
47. Использование алгоритмов в обучении химии в ВУЗе: возможности и ограничения. Привести конкретные примеры.
48. Использование алгоритмов при определении структуры молекул.
49. Расчетные задачи по общей химии в разделе «Химическое равновесие»: примеры и методы решения.
50. Лабораторные опыты и практические занятия по химии.
51. Периодический закон, периодическая система элементов Д.И. Менделеева и строение атома в действующем курсе химии высшей школы.
52. Расчетные задачи по химии на определение массовой доли вещества в растворе: примеры и методика обучения учащихся решению задач данного типа.
53. Система задач и упражнений для закрепления и совершенствования знаний (привести примеры на конкретной теме курса химии).
54. Формирование и развитие понятий об окислении и восстановлении в курсе химии высшей школы.
55. Формирование и развитие системы понятий о химической реакции в курсе химии в высшей школе. Привести классификацию химических реакций.

56. Пути повышения эффективности самостоятельной работы студентов. Роль домашнего задания в обучении химии в высшей школе.
57. Выбор методов обучения в преподавании химии. Словесные методы обучения химии: описание, объяснение, лекция.
58. Расчетные задачи по общей химии: примеры и методы решения.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 100 баллов (7 семестр), по 30 баллов за первую, 35 за вторую и третью.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 7 баллов за первый и второй вопрос, по 8 баллов за третий и четвертый вопрос.

Вопрос 1.1. Дидактические требования к содержанию школьного предмета «Химия».

Вопрос 1.2. Понятие «Простые вещества» в школьном курсе химии (8 класс): определение, получение, свойства.

Вопрос 1.3. Приведите не менее 10 способов (существенно отличающихся друг от друга) получения $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Вопрос 1.4. Определить состав и количество солей в растворе, полученном при пропускании через 100 мл 5%-ного раствора KOH ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$) 1,6 л сероводорода (н.у.).

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 35 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, 8 баллов за первый вопрос, по 9 баллов за второй, третий и четвертый.

Вопрос 2.1. Критерии оптимизации объема и сложности учебного материала.

Вопрос 2.2. Понятие «Оксиды. Горение» в школьном курсе химии (8 класс): определение, получение, свойства.

Вопрос 2.3. Приведите не менее 10 уравнений реакций (существенно отличающихся друг от друга) получения $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$.

Вопрос 2.4. Определить состав и количества солей в растворе, полученном при пропускании через 200 мл 5%-ного раствора едкого бария ($\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$) 1,19 г оксихлорида серы (IV).

Раздел 3 и 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 35 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, 8 баллов за первый вопрос, по 9 баллов за второй, третий и четвертый.

Вопрос 3.1. Содержание школьного курса химии: анализ вариантов построения.

Вопрос 3.2. Понятие «кислота» и «основание» в школьном курсе химии (8 класс): определение, получение, свойства.

Вопрос 3.3. Приведите не менее 10 способов (существенно отличающихся друг от друга) получения и выделения $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Вопрос 3.4. Определите состав и количества солей в растворе, полученном при пропускании через 500 мл раствора ($\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$) едкого натра, содержащего 4%-масс NaOH , 10 л оксида углерода (IV) (н.у.).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Рощина, Н. Н. Основы педагогики. Теория и методика воспитания [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Рощина. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. - 76 с. : ил. - Библиогр.: с. 76. - ISBN 978-5-7237-0937-9 : 31.63 р. – 60 экз.
2. Слостенин, В. А. Психология и педагогика [Текст] : учебное пособие / В. А. Слостенин, В. П. Каширин. - 7-е изд., стер. - М. : Издат. центр "Академия", 2008. - 478 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 466-473. - ISBN 978-5-7695-5044-7 : 251.00 р. – 60 экз.

Б. Дополнительная литература

1. Талызина, Н. Ф. Практикум по педагогической психологии [Текст] : учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений / Н. Ф. Талызина. - М. : Academia, 2002. - 192 с : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 188. - ISBN 5-7695-0575-3 : 106.24 р. - 70 экз.
2. Столяренко, А. М. Психология и педагогика [Текст] : учебное пособие для вузов / А. М. Столяренко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ, 2007. - 526 с : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-238-01025-7 : 283.63 р. - 40 экз.
3. Бесчастнов, А. Г. Проблемно-методологическое обучение химии [Текст] : метод. пособие / А. Г. Бесчастнов. - Минск : Университетское, 1990. - 95 с. - 0.25 р. - 16 экз.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы и ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0235-2206
- Федеральная служба по интеллектуальной собственности <http://www.rupto.ru>
- The United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov>
- The European Patent Office <http://ep.espacenet.com>
- Базы цитирования РИНЦ, Web of Science, Scopus
- Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>
- Ресурсы SPRINGER: <http://link.springer.com>
- Научно-электронная библиотека eLibrary.ru: <http://elibrary.ru>
- Базы данных Scopus издательства Elsevier: <http://www.scopus.com>
- ЭБС «Издательство «Лань»: <http://e.lanbook.com>
- Ж. Перспективы науки и образования. ISSN: 2307-2334

Дополнительные учебно-методические материалы размещены на сайте факультета естественных наук <http://fen.distant.ru/>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- конспекты лекций с иллюстративным материалом;
- компьютерные презентации к лекциям.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 31.08.2018).
2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 31.08.2018).
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/6045> (дата обращения: 31.08.2017).

Для освоения дисциплины студентам рекомендуется использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 31.08.2017).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в бакалавриате направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина **«Методика преподавания химии»** включает 4 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Учебной программой дисциплины **«Методика преподавания химии»** предусмотрены следующие виды занятий: лекции и практические занятия. Основные теоретические разделы курса излагаются на лекциях. На практических занятиях решаются расчетные задачи, выполняются практические работы и закрепляется лекционный материал. С целью углубления знаний по дисциплине в курсе предусмотрена самостоятельная работа в объеме 72 часов. Эта работа включает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала и подготовку к практическим занятиям и выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ (раздел 9.2.);

В процессе изучения дисциплины **«Методика преподавания химии»** студенты выполняют домашние работы, которые являются подготовкой к написанию рейтинговых контрольных работ. Выполнение домашних работ позволяет студентам овладеть навыками решения расчетных задач, предлагаемых на контрольной работе. При сдаче домашней работы студент должен продемонстрировать умение работать с компьютерными системами и программами, которые использовались при этой работе.

Каждый студент выполняет один вариант задания. Выбор варианта осуществляется по номеру в журнале группы или по указанию преподавателя. Сроки сдачи задания устанавливаются преподавателем, но не позднее даты написания контрольной работы. Суммарный рейтинговый балл по курсу составляет 100 баллов. Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре. Совокупная оценка текущей работы студента в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных и зачетной работ. Рабочей программой дисциплины предусмотрены три контрольные работы, каждая из которых оцениваются максимально в 20 баллов, и зачетная работа, которая оценивается в 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «*Методика преподавания химии*» изучается в 3 семестре бакалавриата. При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в магистратуре, имеют общую подготовку по общенаучным, инженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам программы, в объеме, предусмотренном учебным планом магистратуры, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом. Текущий контроль усвоения дисциплины рекомендуется осуществлять с помощью контрольных работ.

Изучение курса предполагает наличие у обучаемых навыков пользователя компьютера, регулярный доступ в сеть Интернет, адрес электронной почты. В процессе изучения курса потребуется регулярное использование учебных информационных ресурсов, консультации по электронной почте.

При изучении дисциплины «Методика преподавания химии» преподавателем в зависимости от дидактических целей и конечных ожидаемых результатов применяются многие общепедагогические и логические методы обучения. При рассмотрении большинства тем курса применяются монологические словесные, словесно-наглядные методы, в основном, в виде лекций, объяснения и т.д.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет обучающимся информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Издательство «Лань»	Договор № 0917 от 26.09.2017 г. С «26» сентября 2017г. по «25» сентября 2018г. Соглашение о сотрудничестве от 26.09.2017 г. С «26» сентября 2017г. по «25» сентября 2018г. Договор № 29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи.

2.	Электронная библиотека РХТУ	Положение об Электронной библиотеке РХТУ от 24.06.2017г. Бессрочно. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Контракт № 13-187А/2018 от 18.04.2018 г С «18» апреля 2018 г. по «31» декабря 2018 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	ЭБС IPRBooks	Информационное письмо о предоставлении бесплатного полнотекстового доступа к ЭБС IPRBooks в период с 03.09.2018 г. по 31.12.2018 г. http://www.iprbookshop.ru/	В базе содержится более 23000 изданий — учебников, учебных пособий, монографий, журналов. Все издания выпущены за последние годы и рекомендованы библиотеками подключенных вузов.
5	Электронная библиотека диссертаций РГБ	Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.

6	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Информационное письмо РФФИ №785 от 21.09.2017 г. С «01» января 2018 г. по «31» декабря 2018 г. http://link.springer.com/	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH
7	Электронные ресурсы компании Clarivate Analytics на платформе Web of Science	Сублицензионный договор № WoS/940 от 02.04.2018 г. С «02» апреля 2018 г. по «31» декабря 2018 г. https://clarivate.com/	Этот ресурс включает мультидисциплинарные и узкоспециализированные базы данных. Эти ресурсы не содержат полных текстов статей, однако включают в себя списки всех библиографических ссылок, встречающихся в каждой публикации, что позволяет в краткие сроки получить самую полную библиографию по интересующей теме.
8	«Научно-электронная библиотека eLibrary.ru»	Договор № SU- 16-03/2018-1/29.01-Р-2.0-486/2018 от 24.04.2018 г. С «24» апреля 2018 г. по «31» декабря 2018 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru	Электронные версии периодических и непериодических изданий по различным отраслям науки
9	БД ВИНТИ РАН	Договор № 5Д/2018 от 02.02 2018 г. С «02» февраля 2018 г. по «31» января 2019 г. http://www2.viniti.ru/	База данных ВИНТИ РАН - крупнейшая в России реферативная база данных по естественным, точным и техническим наукам. Она включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов. БД формируется по материалам периодических изданий, книг, фирменных изданий, материалов конференций, тезисов, патентов,

			нормативных документов, депонированных научных работ, 30% которых составляют российские источники. БД ВИНТИ пополняется ежемесячно, а тематический фрагмент Химия - 2 раза в месяц.
10	БД Scopus издательства Elsevier	Сублицензионный договор № Scopus//940 от 09.01.2018 г. С «09» января 2018 г. по «31» декабря 2018 г. http://www.scopus.com	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
11	Электронные ресурсы издательства Springer (книги)	Сублицензионный договор № Springer/130 от 25.12.2017 г. С «25» декабря 2017 г. по «31» декабря 2018 http://link.springer.com/	Предоставлен доступ к Полнотекстовой коллекции (базе данных) электронных книг издательства Springer Nature. Глубина возможного поиска с 2005 года по 2017 год
12	База данных Кембриджского центра структурных данных CSD-Enterprise	Информационное письмо РФФИ № Исх- 102 от 29.01.2018 г. С «15» февраля 2018 г. по «31» декабря 2018 г. http://www.chemspider.com/	Кембриджский банк структурных данных (Cambridge Structural Database) является всемирным хранилищем кристаллических структур низкомолекулярных органических и металлоорганических соединений.
13	Электронные ресурсы компании Elsevier Science Direct Freedom Collection	Информационное письмо № Исх-103 от 29.01.2018 г. С «15» февраля 2018 г. по «31» декабря 2018 г. https://www.sciencedirect.com	Мультидисциплинарная платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки и позволяет повысить эффективность научно-исследовательского процесса. Подписка включает доступ к коллекции книг Freedom, которая предлагает полный доступ примерно к 5000 книжных изданий по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.
14	Справочно-правовая система «Консультант+»	Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г https://cons-plus.ru/	Справочно-правовая система (СПС) «Консультант Плюс» — ключевой источник информации, требующейся для эффективной трудовой деятельности. В ее базе на текущий момент свыше 102 миллионов документов. Здесь вы найдете ответ на любой вопрос, связанный с бухгалтерией, работой с кадрами, юридической практикой и т.д.

Изучение курса также проводится с использованием размещенных на сайте факультета естественных наук <http://fen.distant.ru> учебных и учебно-методических материалов. На этом сайте представлены: учебно-тематические планы лекционных занятий, перечень практических заданий по всем разделам дисциплины, перечень тем рефератов, раздаточные материалы.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «**Методика преподавания химии**» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия

Комплекты презентаций к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к учебным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде, размещенные на сайтах кафедр факультета естественных наук; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам веществ.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2007	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номерлицензии 42931328	210	бессрочная

2	Microsoft Office Standard 2010	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	бессрочная
3	Антивирус Kaspersky (Касперский)	Сублицензионный договор № дс1054/2016 г., Акт № 1061 от 30.11.2016 г.	400	13.12.2018
4	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2020 г.
5	Операционная система Microsoft Windows 8.1 Professional (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2020 г.
6	Microsoft Visio Professional 2016 (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2020 г.
7	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2020 г.
8	Microsoft Access 2016 (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2020 г.
9	Microsoft Access 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено	03.04.2020 г.

		действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019г.	согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Цели и задачи курса «Методика преподавания химии»	<i>Знает:</i> теоретические основы педагогического процесса и общую методику преподавания различных курсов химии в высшей школе; теоретические и психолого-педагогические основы управления обучением химии; приемы определения научного содержания обучения и требования государственных образовательных стандартов; закономерности, лежащие в основе процесса обучения химии и воспитания студентов; многообразие форм и методов обучения химии; проблемы и тенденции развития химического образования и пути их решения. <i>Умеет:</i> проводить научно-методический анализ дидактического материала; определять воспитательное и развивающее воздействие химического материала на личность студента; использовать соответствующие отобранному содержанию методы и средства обучения; аргументировано подходить к проблеме выбора методов и форм обучения; использовать полученные навыки работы для решения профессиональных и социальных задач; <i>Владеет:</i> моделированием учебно-воспитательного процесса и	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр) Максимальный балл 20.

	<i>прогнозированием результатов своей деятельности; контролем усвоения знаний, диагностированием усвоенных химических знаний и корректировкой процесса обучения; критической переоценкой накопленного опыта и творческим анализом своих возможностей.</i>	
Раздел 2. Содержание обучения	<i>Знает:</i> теоретические основы использования основных методов обучения в высшей школе (лекции, семинары и лабораторные работы) и их особенности; методы развития и воспитания студентов при обучении химии. <i>Умеет:</i> проводить лекционные и семинарские занятия по выбранной теме, проводить лабораторные работы. <i>Владеет:</i> выбором оптимального метода обучения для достижения заданного уровня знаний.	Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр) Максимальный балл 20.
Раздел 3. Контроль и оценка знаний	<i>Знает:</i> современные обучающие технологии и обучающие программы; современные методы контроля знаний, рейтинговый контроль. <i>Умеет:</i> использовать обучающие технологии и обучающие программы; применять рейтинговый контроль знаний. <i>Владеет:</i> выбором оптимальной обучающей программы и методом контроля знаний.	Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр) Максимальный балл 20.

Раздел 4. Экспериментальные работы в курсе «Методика преподавания химии»	<i>Знает:</i> основные формы проведения занятий и их особенности; теоретические основы постановки педагогического эксперимента. <i>Умеет:</i> использовать педагогический эксперимент как средство определения эффективности методических нововведений; планировать процесс преподавания химии в образовательных учреждениях высшего профессионального образования. <i>Владеет:</i> выбором оптимальной обучающей программы и методом контроля знаний; статистическими и качественными методами обработки результатов педагогического эксперимента	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

« _____ »

основной образовательной программы

« _____ »

код и наименование направления подготовки (специальности)

« _____ »

наименование ООП

Форма обучения: _____

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы исследования неорганических соединений»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена

заведующим кафедрой общей и неорганической химии, кандидатом химических наук
Свириденковой Н.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической
химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «28» мая 2024 г., протокол №6

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия, рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ.

Программа относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической и практической подготовкой в области математики, физики, неорганической химии, органической химии, информатики.

Цель дисциплины состоит в изучении и понимании принципиальных основ, практических возможностей и ограничений физических методов исследования при исследовании неорганических соединений.

Основными задачами изучения дисциплины «Методы исследования неорганических соединений» является формирование базовых знаний об инструментальных методах химического анализа, необходимых для выполнения научно-исследовательской работы; ознакомление с основами важнейших современных физико-химических методов анализа; рассмотрение основных экспериментальных закономерностей физико-химических методов исследования и установления структуры органических и неорганических соединений; овладение методологией применения физико-химических методов исследований.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Методы исследования неорганических соединений» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия направлено на приобретение следующих универсальных компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической	Производственные и научные подразделения.	ПК-3 Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	ПК-3.1 Выполняет стандартные операции по предлагаемым методикам при решении конкретных профессиональных задач	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный

направленности в составе научного коллектива		ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальны х разделов химии при решении профессиональн ых задач	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальны х разделов химии при решении профессиональн ых задач	приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 А Проведение научно- исследовательск их и опытно- конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5) - Анализ опыта

В результате изучения дисциплины «Методы исследования неорганических соединений» студент должен

Знать:

- современные методы определения химического состава неорганических веществ

Уметь:

- обосновать выбор метода анализа для различных типов неорганических веществ

Владеть:

-навыками обработки и анализа результатов определения химического состава неорганических веществ.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Программа относится к вариативной части учебного плана и рассчитана на изучение дисциплины в 6 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической и практической подготовкой в области математики, физики, неорганической химии, органической химии, информатики. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Всего		Семестр 7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128	3,6	128
Лекции	0,9	32	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	0,9	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	1,8	64
Самостоятельная работа	0,4	15,8	0,4	15,8
Контактная самостоятельная работа	0,4	0,4	0,4	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15,4		15,4
Виды контроля:	0,005	0,2	0,01	0,4
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,005	0,2	0,01	0,4
Вид контроля	Зачет			

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Сам. рабо- та	Лаб.
1	Раздел 1. Введение					
2	Раздел 2. Спектрографические и хроматографические методы анализа					
3	Раздел 3. Пробоотбор, пробоподготовка					
	ИТОГО	143,8	32	32	15,8	64
	Зачет	0,2				
	ИТОГО	144				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение

1. Современное состояние аналитической химии и физико-химических — методов как ее составляющих.
2. Приборная база. Преимущества и недостатки приборных методов.
3. Анализ как необходимый инструмент для обеспечения

научно-исследовательских. работ.

4. Характеристика и классификация физикохимических методов анализа.

5. Предел

определения и обнаружения, погрешность методов.

Раздел 2. Спектрографические и хроматографические методы анализа

1. Общая характеристика и классификация

2. Место, и роль спектроскопических методов в химическом анализе

3. Методы атомной оптической спектроскопии.

4. Способы осуществления качественного хроматографического анализа, идентификация веществ.

Раздел 3. Пробоотбор, пробоподготовка

.

1. Представительность пробы, отбор проб гомогенного и гетерогенного состава, способы получения средней пробы.

2. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда;

3. комбинирование различных приемов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Знать:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
1.	основные методы научно-исследовательской деятельности	+		
2.	методы критического анализа и оценки современных научных достижений неорганической химии и технологии неорганических веществ, а также методы решения исследовательских и практических задач неорганической химии, в том числе в междисциплинарных областях.	+		
3.	современные достижения неорганической химии и технологии неорганических веществ	+		
4.	методы физико-химического анализа неорганических веществ		+	
5.	теоретические основы неорганической химии, основные первичные источники (научные периодические издания) и информационные системы и базы данных	+		
6.	знать методы поиска необходимой информации	+		
7.	знать базовые принципы строения молекул и методы их исследования		+	
8.	знать методы получения неорганических веществ и материалов на их основе			+
9.	Физико-химические свойства неорганических материалов			+
10.	Знать технологические процессы, происходящие при получении неорганических веществ и материалов		+	
11.	Уметь:			
12.	выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать поступающую информацию, применять нестандартные подходы и приемы при решении задач		+	
13.	уметь анализировать результаты физико-химического анализа неорганических веществ			+
14.	находить необходимую информацию из доступных источников, анализировать и систематизировать её			+

15.	применять теоретические знания для объяснения явлений, происходящих при получении неорганических веществ и материалов			+	
16.	уметь применять современные приемы и методы физических и физико-химических методов исследования неорганических веществ и материалов			+	
	Владеть:				
17.	ПК-3 Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	ПК-3.1 Выполняет стандартные операции по предлагаемым методикам при решении конкретных профессиональных задач	+	+	+
18.	ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1. Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Учебным планом подготовки химиков по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Методы исследования неорганических веществ» в объеме 32 часов в 6 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на расширение знаний о строении химических соединений, закрепление знаний, полученных студентом на лекционных занятиях путем решения ряда практических задач.

Примерный перечень практических занятий

Раздел	Темы практических занятий
Раздел 1. Введение	Методы получения хроматограмм. Типы стационарных и подвижных фаз.
	Ионообменная хроматография. Газовая хроматография.
	Распределительная хроматография. Применение хроматографии для определения и разделения неорганических и органических веществ.
Раздел 2. Спектрографические и хроматографические методы анализа	Атомно-абсорбционная, атомно-эмиссионная спектроскопия. Масс-спектрометрия. Рентгенофлуоресцентный анализ. Термический анализ
	Люминесценция. Спектрофотометрия. Колориметрия. Газовая хроматография. ВЭЖХ. Капиллярный электрофорез.
Раздел 3. Пробоотбор, пробоподготовка	Основы пробоотбора. Способы отбора проб.
	Отбор проб. Основы разложения веществ.

6.2. Лабораторные работы.

Учебной программой дисциплины «Методы исследования неорганических соединений» предусмотрены лабораторные работы студента в объеме 64 час. в 7 семестре. Каждая выполненная лабораторная работа оценивается в 0,625 балла.

Лабораторные работы проводятся с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривают следующие виды:

Лабораторная работа №1 – По теме «Ионообменная хроматография»

Лабораторная работа №2 – По теме «Газовая хроматография»

Лабораторная работа №3 – По теме «Распределительная хроматография»

Лабораторная работа №4 – По теме «Атомно-абсорбционная, атомно-эмиссионная спектроскопия»

Лабораторная работа №5 – По теме «Масс-спектрометрия»

Лабораторная работа №6 – По теме «Рентгенофлуоресцентный анализ»

Лабораторная работа №7 – По теме «Термический анализ»

Лабораторная работа №8 – По теме «Спектрофотометрия»

Лабораторная работа №9 – По теме «Колориметрия»

Лабораторная работа №10 – По теме «Газовая хроматография»

Лабораторная работа №11 – По теме «Капиллярный электрофорез»

Лабораторная работа №12 – По теме «Люминесценция»

Лабораторная работа №13 – По теме «Ионообменная хроматография»

Лабораторная работа №14 – По теме «Основы пробоотбора»

Лабораторная работа №15 – По теме «Отбор проб»

Лабораторная работа №16 – По теме «Основы разложения веществ»

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Учебной программой дисциплины «Методы исследования неорганических соединений» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 15,8 час. в 7 семестре.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- Ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- регулярную подготовку к практическим занятиям, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика индивидуальной домашней работы.

Индивидуальная домашняя работа по курсу выполняется в 7 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка индивидуальной домашней работы – 15 баллов.

Раздел	Примерные темы индивидуальной домашней работы
Раздел 1.	Построение полярных диаграмм для гибридных волновых функций

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Примеры контрольных работ

Для текущего контроля предусмотрены 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 15, 15 и 20 баллов соответственно.

Контроль по разделу 1 проводится в форме письменной контрольной работы. Билет для проведения контрольной работы содержит 2 вопроса, охватывающих все подразделы раздела 1, максимальная оценка за каждый вопрос – 10 и 5 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 15 баллов.

Раздел 1.

Вопрос - Спектральные методы анализа – это методы, основанные на взаимодействии вещества с излучением:

- А) электрическим
 - Б) магнитным
 - В) радиационным
 - Г) электромагнитным
- Вопрос

Вопрос - Отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода – это показатель:

- А) рН
- Б) рК
- В) преломления
- Г) излучения

№ задания	1	2	Σ
Оценка, балл	10	5	15

Контроль по разделу 2 проводится в форме письменной контрольной работы. Билет для проведения контрольной работы содержит 2 вопроса, охватывающих все подразделы раздела 2, максимальная оценка за каждый вопрос – 10 и 5 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 15 баллов.

Раздел 2.

Выберите прибор спектрального метода анализа:

- А) спектрофотометр
- Б) прибор для определения температуры плавления
- В) термоскан
- Г) хроматограф

Вопрос - Выберите основное оборудование для титриметрических методов анализа (укажите несколько):

- А) Бюретка, коническая колба
- Б) Автоматический титратор
- В) термоскан апа
- Г) хроматограф

№ задания	1	2	Σ
Оценка, балл	10	5	15

Контроль по разделу 3 проводится в форме письменной контрольной работы. Билет для проведения контрольной работы содержит 2 вопроса, охватывающих все подразделы раздела 3, максимальная оценка за каждый вопрос – 10 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 20 баллов.

Раздел 3.

Вопрос - Сколько грамм вещества содержится в 100 г 10 %-го раствора? Приведите письменный расчет.

- А) 10
- Б) 20
- В) 30
- Г) 40

Вопрос - Молярная концентрация показывает:

- А) Сколько моль вещества растворено в 1 л раствора
- Б) Сколько грамм вещества растворено в 1 л раствора
- В) Сколько грамм эквивалентов вещества растворено в 1 л раствора

Г) Сколько грамм вещества растворено в 100 г раствора

№ задания	1	2	Σ
Оценка, балл	10	10	20

8.3. Вопросы для зачетной работы. Структура и примеры варианта зачетной работы.

Итоговая контрольная работа по дисциплине «методы исследования неорганических соединений» проводится в 7 семестре в письменной форме. На выполнение заданий отводится 90 минут.

Билет для проведения итоговой контрольной работы содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка по дисциплине складывается путем суммирования оценок за контрольные работы (максимум 50 баллов), лабораторные работы (максимум 10 баллов) и зачетную (максимум 40 баллов). Максимальная оценка – 100 баллов.

Примеры вопросов зачетной работы

- 1) Понятие химического анализа. Процесс анализа
- 2) Классификация методов анализа. Критерии качественного анализа
- 3) Классификация количественных методов анализа. Критерии количественного анализа
- 4) Требования к методам анализа
- 5) Термические методы анализа. Термические характеристики материалов
- 6) Термогравиметрический метод анализа. Сущность метода. Устройство и принцип работы прибора.
- 7) Термические методы анализа. Термогравиметрический метод анализа. Качественный анализ
- 8) Термические методы анализа. Термогравиметрический метод анализа. Количественный анализ
- 9) Термические методы анализа. Термогравиметрический метод анализа. Метод ДТГ
- 10) Дифференциальный термический анализ. Сущность метода. Устройство и принцип работы прибора.
- 11) Дифференциальный термический анализ. Определяемые параметры. Кривая ДТА.
- 12) Дифференциальная сканирующая калориметрия. Сущность метода. Устройство и принцип работы прибора. Определяемые параметры
- 13) Спектральные методы анализа. Классификация методов. Типы спектрометров
- 14) Спектральные методы анализа. Электромагнитный спектр, двойственная природа света
- 15) Спектральные методы анализа. Волновые свойства света. Показатель преломления. Дисперсия. Рефрактометрия. Рассеяние света.
- 16) Спектральные методы анализа. Корпускулярные свойства света. Уравнение Эйнштейна. Поглощение и испускание излучения
- 17) Абсорбционная спектроскопия. Виды. Закон поглощения света
- 18) Абсорбционная молекулярная спектроскопия. Принципиальная схема спектрометра. Виды источников излучения
- 19) Абсорбционная молекулярная спектроскопия. Принципиальная схема спектрометра. Монохроматоры и светофильтры. Схема монохроматора
- 20) Абсорбционная молекулярная спектроскопия. Принципиальная схема спектрометра. Сосуды для растворов, приемники излучения
- 21) Абсорбционная молекулярная спектроскопия. Закон поглощения света, основы количественного анализа

- 22) Абсорбционная атомная спектроскопия. Применение. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра.
- 23) Абсорбционная атомная спектроскопия. Виды атомизаторов

Пример зачетного билета:

Вариант № 1

1. Абсолютный показатель преломления алмаза 2,42. Какова скорость света в алмазе? Скорость света в воздухе $c=3 \cdot 10^8$ м/с
2. Как изменится максимальная кинетическая энергия выбиваемых фотоэлектронов, если частоту света, падающего на металл, увеличить в 2 раза?

Оценка заданий:

№ задания	1	2	Σ
Оценка, балл	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Вершинин, В. И. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-4121-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115526> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/115526>

2. Методы и достижения современной аналитической химии : учебник для вузов / Г. К. Будников, В. И. Вершинин, Г. А. Евтюгин [и др.] ; под редакцией В. И. Вершинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-5630-7. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152586> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152586>

Дополнительная литература:

3. Шачнева, Е. Ю. Хемометрика. Базовые понятия : учебное пособие / Е. Ю. Шачнева. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-2301-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90051> (дата обращения: 27.01.2021). — Режим доступа:

4. Школьников, Е. В. Химические методы количественного анализа : учебное пособие / Е. В. Школьников, Н. В. Михайлова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 128 с. — ISBN 978-5-9239-0597-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45590> (дата обращения: 20.03.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <https://e.lanbook.com/reader/book/45590/#1>

4. Белюстин, А. А. Потенциометрия: физико-химические основы и применения : учебное пособие / А. А. Белюстин. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1838-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60646> (дата обращения: 20.03.2021). — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/60646/#278>

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Зернышкина А.А. . Методические указания к практической работе «Классические методы анализа (основы титриметрии, гравиметрии)».- Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2021. – в апробации «Координационная химия» ISSN 0132-344X;
- «Зернышкина А.А. . Методические указания к практической работе «Метрологическое обеспечение методов исследования. Ч.1 Погрешности измерений.»;
- Зернышкина А.А. . Методические указания к практической работе «Метрологическое обеспечение методов исследования. Ч.2 Градуировка (на примере спектрофотометрии) »;

9.3 Средства обеспечения усвоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 235);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к Разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.muctr.ru.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
	Academic Student Use Only Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams			ю версию продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям

«зачтено» - 40 баллов	Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
«не зачтено» - 0 баллов	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы получения дисперсных систем»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» августа 2024 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры коллоидной химии, к.х.н., доцент И.А. Беловой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры коллоидной химии
« 18 » апреля 2024 г., протокол № 11/1

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Химия** (ФГОС ВО 3++), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой коллоидной химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Методы получения дисперсных систем»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической, коллоидной и аналитической химии.

Цель дисциплины – дать современные и научно обоснованные знания о методах получения лиофильных и лиофобных дисперсных систем, в частности, лиозолей, суспензий, эмульсий и получение обучающимися умений в части использования этих знаний при исследовании, проектировании и создании реальных дисперсных систем.

Задачи дисциплины - ознакомить с особенностями методов получения свободнодисперсных систем и термодинамикой методов диспергирования и конденсации при получении лиофобных дисперсных систем: золей, суспензий, эмульсий, паст различного назначения, косметических и парфюмерных средств; факторами устойчивостями дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой; методами дисперсионного анализа золей, суспензий и эмульсий и подготовкой образцов для определения их дисперсного состава; методами получения лиофильных дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой, их основными коллоидно-химическими свойствами, а также с методами получения связнодисперсных систем и их реологическими характеристиками.

Дисциплина **«Методы получения дисперсных систем»** преподается в шестом семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных	- Химическое, химико-технологическое	ПК-4 Способен использовать	ПК-4.1 Использует знания	Профессиональный стандарт «Педагог

работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	кое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)	полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	(педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 25.12.2014)
		ПК-5 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:
знать:

- основы методов диспергирования и конденсации при получении лиофильных и лиофобных дисперсных систем;
- термодинамику образования высокодисперсных лиофильных дисперсных систем;
- термодинамику образования лиофобных систем методом диспергирования;
- особенности получения грубодисперсных систем с жидкой и газообразной дисперсионной средой и оборудование для получения суспензий и эмульсий;
- факторы и механизмы действия эффекта Ребиндера при диспергировании твердых тел в адсорбционно-активных средах;
- термодинамику конденсационного образования дисперсных систем;
- закономерности и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях;

- основные факторы агрегативной устойчивости лиозолей, суспензий, эмульсий и пен;
- механизмы стабилизации суспензий, эмульсий и лиозолей поверхностно-активными веществами и полимерами;
- методы получения связнодисперсных систем: паст, гелей, кремов и их реологические свойства;

•

уметь:

- рассчитывать параметры, характеризующие раздробленность дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях;
- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам;
- выбирать эффективные модификаторы поверхности частиц дисперсной фазы в суспензиях и лиозолях с учетом данных об их коллоидно-химических характеристиках;
- определять константы термодинамического сродства растворителя к полимеру методами вискозиметрии и светорассеяния;
- измерять и строить кривые течения для структурированных дисперсных систем;
- рассчитывать параметры прочности межчастичных контактов по микро реологическим моделям;

владеть:

- базовой терминологией, относящейся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития коллоидной химии и методов получения дисперсных систем;
- методами измерения размеров частиц в порошках, суспензиях и лиозолях;
- методом седиментационного анализа;
- методами исследования кинетики коагуляции;
- реологическими методами исследования суспензий, лиозолей, эмульсий и структурированных дисперсных систем;
- методами определения ККМ в водных средах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Лекции	0,9	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,0
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,78	64	48,0
Самостоятельная работа	1,42	52	39,0
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины			
Вид контроля:			
Экзамен	0,99	35,6	26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лабораторн. занятия	Сам. работа
1.	Раздел 1. Методы получения лиофобных дисперсных систем с различной дисперсионной средой и методы их дисперсионного анализа	54	6	4	16	13
2.	Раздел 2. Устойчивость лиофобных дисперсных систем и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в золях, суспензиях и эмульсиях.	54	3	4	16	13
3.	Раздел 3. Методы получения лиофильных дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой, их коллоидно-химические свойства.	54	3	4	16	13
4.	Раздел 4. Методы получения связнодисперсных систем и их реологические характеристики.	54	4	4	16	13
	ИТОГО	216	32	32	64	52

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методы получения лиофобных дисперсных систем с различной дисперсионной средой и методы их дисперсионного анализа.

Методы получения свободнодисперсных систем: лиозолей, суспензий, порошков, аэрозолей, эмульсий, смазок, кремов, паст, парфюмерных средств, лекарственных препаратов. Энергетика диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования тел и его анализ. Факторы и механизмы действия эффекта Ребиндера при диспергировании твердых тел в адсорбционно-активных средах. Адсорбционное воздействие среды на механические свойства твёрдых тел. Уравнение Гриффитса для прочности твердого упруго-хрупкого тела. Приложение уравнения Гриффитса к разрушению пластичных тел. Механизм адсорбционного пластифицирования твердых тел. Диспергирование твердых тел с помощью шаровых, вибрационных, бисерных, струйных, коллоидных мельниц и дезинтеграторов. Получение эмульсий методами диспергирования в смесителях, коллоидных мельницах и в гомогенизаторах. Выбор эмульгатора и способа его введения в эмульсию. Распад струй жидкости на капли и диспергирование капель при получении эмульсий. Получение органозолей путем электрораспыления. Получение аэрозолей

методом распыления жидких сред. Получение лиофобных дисперсных систем методами конденсации. Термодинамика гомогенного зародышеобразования. Уравнение для критической энергии Гиббса образования зародышей конденсации и его анализ. Влияние степени пересыщения на энергию образования зародышей конденсации и его критический размер. Стадии образования новой фазы: образование центров конденсации (зародышей) и их рост. Факторы, влияющие на скорость стадий образования новой фазы. Получение лиозолей методом замены растворителя, и в результате реакций обмена, восстановления, окисления, гидролиза. Получение эмульсий методом конденсации из паровой фазы. Очистка дисперсных систем от примесей методом диализа, электродиализа и ультрафильтрации. Методы дисперсионного анализа золей, суспензий и эмульсий: ситовой анализ, седиментация в гравитационном и центробежных полях, оптическая и электронная микроскопия, методы турбидиметрии и нефелометрии, методы динамического рассеяния света. Подготовка образцов суспензий и лиозолей для определения их дисперсного состава

Раздел 2. Устойчивость лиофобных дисперсных систем и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в золях, суспензиях и эмульсиях.

Два вида устойчивости свобододисперсных лиофобных систем. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой: электростатический, сольватный, адсорбционный и структурно-механический. Положения теории агрегативной устойчивости дисперсных систем ДЛФО. Расклинивающее давление и изотермы расклинивающего давления, возникающего при сближении двух частиц к друг другу. Вид силовых кривых и потенциальных кривых при парном взаимодействии частиц. Особенности взаимодействия частиц с лиофилизированной поверхностью. Учет структурной, адсорбционной и стерической составляющих расклинивающего давления в обобщенной теории ДЛФО. Особенности агрегации частиц в лиозолях, суспензиях и эмульсиях. Турбидиметрический метод исследования кинетики коагуляции в лиозолях. Определение порогов быстрой коагуляции гидрозолей электролитами и определение механизмов агрегации частиц. Агрегация частиц дисперсной фазы в суспензиях во втором и первом энергетических минимумах. Изучение агрегативной устойчивости суспензий методом седиментационных объемов. Определение плотности агрегатов, образующихся в суспензиях и степени агрегации частиц в них. Стабилизация лиозолей, суспензий, эмульсий ионногенными и неионногенными поверхностно-активными веществами и полимерами.

Раздел 3. Методы получения лиофильных дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой, их коллоидно-химические свойства.

Образование лиофильных дисперсных систем методами диспергирования и конденсации. Уравнение Ребиндера-Шукина для критерия лиофильности дисперсных систем. Термодинамика и механизм мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ. Фазовая диаграмма растворов коллоидных ПАВ. Точка Крафта. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) и основные факторы, влияющие на нее. Методы определения ККМ. Явление солубилизации в мицеллах ПАВ. Роль солубилизации в процессе эмульсионной полимеризации при синтезе латексов. Мицеллообразование в неводных средах.

Растворы полимеров как коллоидные системы. Особенности самопроизвольного диспергирования полимеров в органических жидкостях и в воде. Уравнение состояния растворов полимеров. Термодинамическая теория растворов полимеров Флори-Хаггинса и основные выводы из нее. Микроэмульсии как лиофильные дисперсные системы. Критические эмульсии и условия их образования.

Раздел 4. Методы получения связнодисперсных систем и их реологические характеристики.

Перевод свобододисперсных систем в связнодисперсное состояние с целью обеспечения их седиментационной устойчивости. Способы структурообразования в

дисперсных системах. Классификация структур по Ребиндеру и типы контактов между частицами в них. Параметры прочности коагуляционных структур и способы их регулирования. Влияние формы частиц дисперсной фазы, лиофильно-лиофобной мозаичности их поверхности и концентрации дисперсной фазы на прочность пространственных структур коагуляционного типа. Теория прочности коагуляционных структур и следствия из нее. Седиментационная устойчивость дисперсных систем с коагуляционной структурой, способы ее регулирования. Конденсационные и кристаллизационные структуры. Снижение внутренних напряжений, возникающих при формировании конденсационно-кристаллизационных структур путем введения добавок ПАВ. Композиционные материалы с полимерной матрицей как связнодисперсные системы. Предварительное дезагрегирование и адсорбционное модифицирование поверхности частиц наполнителей при получении полимерных композиционных материалов. Выбор стабилизаторов при получении полимерных композиционных материалов в зависимости от природы активных центров на поверхности частиц наполнителя.

Реологические характеристики дисперсных систем с пространственной структурой: вязкость, пластичность, упругость и эластичность. Реологическое поведение систем с коагуляционной структурой. Полные реологические кривые для дисперсных систем с коагуляционно – тиксотропными структурами. Расчет прочности единичных контактов по данным реологических измерений (модель Куна для вязкопластичных структур, модель структуры в агрегированных дисперсных системах, вязкостная модель Кэссона, обобщенная модель Кэссона). Влияние полярности и вязкости дисперсионной среды на процессы структурообразования и реологические характеристики коагуляционных структур.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	Основы методов диспергирования и конденсации при получении лиофильных и лиофобных дисперсных систем	+	+		
2	Термодинамику образования высокодисперсных лиофильных дисперсных систем	+	+		
3	Термодинамику образования лиофобных систем методом диспергирования	+		+	
4	Особенности получения грубодисперсных систем с жидкой и газообразной дисперсионной средой и оборудование для получения суспензий и эмульсий		+		
5	Факторы и механизмы действия эффекта Ребиндера при диспергировании твердых тел в адсорбционно-активных средах	+		+	
6	Термодинамику конденсационного образования дисперсных систем	+		+	
7	закономерности и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях		+		+
8	Закономерности и особенности агрегации				

	элементов дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях				
9	Основные факторы агрегативной устойчивости лиозолей, суспензий, эмульсий и пен				
10	Механизмы стабилизации суспензий, эмульсий и лиозолей поверхностно-активными веществами и полимерами				
11	Методы получения связнодисперсных систем: паст, гелей, кремов и их реологические свойства				
	Уметь:				
11	Рассчитывать параметры, характеризующие раздробленность дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях	+	+	+	+
12	Рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам	+	+	+	+
13	Выбирать эффективные модификаторы поверхности частиц дисперсной фазы в суспензиях и лиозолях с учетом данных об их коллоидно-химических характеристиках	+	+	+	+
14	Определять константы термодинамического сродства растворителя к полимеру методами вискозиметрии и светорассеяния			+	
15	Измерять и строить кривые течения для структурированных дисперсных систем				+
16	Рассчитывать параметры прочности межчастичных контактов по микро реологическим моделям				+
	Владеть:				
17	Базовой терминологией, относящейся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития коллоидной химии и методов получения дисперсных систем	+	+	+	+
18	Методами измерения размеров частиц в порошках, суспензиях и лиозолях	+	+	+	+
19	Методом седиментационного анализа			+	
20	Методами исследования кинетики коагуляции		+		
21	Реологическими методами исследования суспензий, лиозолей, эмульсий и структурированных дисперсных систем				+
22	Методами определения ККМ в водных средах			+	
	Профессиональные компетенции				
	Код и наименование ПК	Код и наименование			

		индикатора достижения ПК				
20	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ПК-4)	Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ПК-4.1)	+	+	+	+
21	Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-5)	Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-5.1)	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, формирование понимания связей между теоретическими положениями рассматриваемых основ и методологией решения практических задач по тематике лекций, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению **04.03.01 «Химия»** предусмотрено проведение практических (семинарских) занятий по дисциплине **«Методы получения дисперсных систем»** в объеме 32 часов (24 зач. ед.).

Примерные темы практических (семинарских) занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Получение свободнодисперсных систем (лионолей, суспензий, эмульсий и др) методом диспергирования	2
2	Раздел 1	Энергетика диспергирования. Факты и механизмы действия эффекта Ребиндера при диспергировании твердых тел в адсорбционно активных средах.	2
3	Раздел 1	Получение эмульсий методами диспергирования в смесителях, коллоидных мельницах и гомогенизаторах.	2
4	Раздел 1	Выбор эмульгатора и способа его введения в эмульсию.	2
5	Раздел 1	Получение лиофобных дисперсных систем	2

		методами конденсации. Термодинамика гомогенного зародышеобразования.	
6	Раздел 1	Методы дисперсионного анализа зольей, суспензий и эмульсий.	2
7	Раздел 2	Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой.	2
8	Раздел 2	Положение теории агрегативной устойчивости коллоидных систем ДЛФО.	2
9	Раздел 2	Особенности агрегации частиц в лиозолях суспензиях и эмульсиях.	2
10	Раздел 2	Стабилизация лиозольей, суспензий, эмульсий поверхностно-активными веществами и полимерами.	2
11	Раздел 3	Термодинамика образования лиофильных дисперсных систем методами диспергирования и конденсации.	2
12	Раздел 3	Механизм мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ. Мицеллообразование в неводных средах.	2
13	Раздел 3	Растворы полимеров как коллоидные системы. Особенности самопроизвольного диспергирования полимеров в органических жидкостях и в воде.	2
14	Раздел 4	Получение связанодисперсных систем путем образования в дисперсных системах пространственных структур. Классификация структур по Ребиндеру.	2
15	Раздел 4	Параметры прочности коагуляционных структур и способы их регулирования.	2
16	Раздел 4	Конденсационные и кристаллизационные структуры. Реологическое поведение дисперсных систем с коагуляционной и конденсационной структурой.	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «**Методы получения дисперсных систем**» выполняется в соответствии с учебным планом в шестом семестре и занимает 64 акад. часов. Лабораторные работы охватывают все четыре раздела дисциплины. В практикум входит 10 работ, примерно по 4 акад. часа на каждую работу. Вначале занятия осуществляется допуск к выполнению работы, после чего проводится эксперимент с фиксацией полученных результатов в лабораторном журнале. После выполнения двух лабораторных работ проводится отдельное занятие, на котором студенты защищают теорию по этим работам. Подобная последовательность выполняется на всех последующих лабораторных занятиях. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «**Методы получения дисперсных систем**».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 60 баллов (максимально по 6,0 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы курса, которые они охватывают

№ пп	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1		Получение гидрозоля полимера методом эмульсионной полимеризации мономера	4
2		Определение удельной поверхности латекса методом адсорбционного титрования	4
3		Получение гидрозоля гидроксида железа методом гидролиза и определение порога его быстрой коагуляции электролитом	4
4		Получение гидрозоля гидроксида алюминия методом пептизации и определение размеров частиц в нем методом турбидиметрии	4
5		Определение размеров частиц в гидрозолях гидроксида кремния турбидиметрическим методом	4
6		Приготовление гидросуспензий из порошков с предварительным их дезагрегированием	4
7		Определение дисперсного состава суспензий, приготовленных из порошков без предварительного их дезагрегирования и после дезагрегирования	4
8		Определение прочности межчастичных контактов в структурированных суспензиях	4
9		Синтез гидрозоля гидроксида иттрия методом конденсации и исследование его электролитной коагуляции	4
10		Исследование реологических свойств водно-глицериновых суспензий наполнителей зубных паст	4
11		Исследование реологических свойств структурированных суспензий с помощью ротационного вискозиметра	4
12		Получение эмульсии м/в и определение ее устойчивости к коалесценции с помощью центрифуги	4
13		Получение пены и исследование ее коллоидно-химических свойств	4
14		Получение гидрогеля кремниевой кислоты и исследование его синерезиса	4
15		Исследование мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ	4
16		Определение ККМ по изменению поверхностного натяжения раствора	4

		ПАВ	
17		Определение ККМ ПАВ методом солюбилизации красителем	4
18		Синтез гидрозоля гидроксида лантана методом конденсации и определение размеров частиц в нем методом светорассеяния	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля усвоения материала всех **разделов** предусмотрена контрольная работа № 1. Каждый билет содержит по 3 вопроса, ответ на каждый вопрос оценивается по **5 баллов**. Итого контрольная работа оценивается в **15 баллов**.

На практические работы отводится **20 баллов**.

8.1. Примеры вопросов к контрольной к работе № 1

В процессе самостоятельной работы обучающиеся не только прорабатывают материал путем регулярного повторения законспектированного лекционного материала, но также дополняют его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. Ниже приведены примеры контрольных вопросов и примеры заданий для написания контрольных работ. Каждая контрольная работа содержит по 3 вопроса, ответ на каждый вопрос оценивается по 5 баллов.

Контрольная работа №1

Примеры контрольных вопросов

1. Эффект Ребиндра и механизмы его действия при диспергировании твердых тел в жидких средах.
2. Влияние степени пересыщения на энергию образования зародышей конденсации и его критический размер.
3. Адсорбционное воздействие среды на механические свойства твёрдых тел.

4. Методы дисперсионного анализа золь, суспензий и эмульсий, ограничение в их применении.
5. Получение лиофобных дисперсных систем методами конденсации. Термодинамика гомогенного зародышеобразования.
6. Влияние степени пересыщения на энергию образования зародышей конденсации и его критический размер.
7. Стадии образования новой фазы при получении дисперсных систем методом конденсации. Факторы, влияющие на скорость стадий образования новой фазы.
8. Основные факторы агрегативной устойчивости лиозолей и суспензий.
9. Основные положения теории агрегативной устойчивости дисперсных систем ДЛФО.
10. Расклинивающее давление и изотермы расклинивающего давления.
11. Закономерности и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях.
12. Седиментационная и агрегативная устойчивость лиофобных свободнодисперсных систем.
13. Стабилизация лиозолей, суспензий, эмульсий ионногенными и неионогенными поверхностно-активными веществами и полимерами.
14. Термодинамика и механизм мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ.
15. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) и основные факторы, влияющие на нее. Методы определения ККМ.
16. Уравнение состояния растворов полимеров и его анализ.
17. Термодинамика самопроизвольного диспергирования полимеров в низкомолекулярных жидкостях. Растворы полимеров как коллоидные системы и их свойства.
18. Уравнение Ребиндера-Щукина для критерия лиофильности дисперсных систем и его анализ.
19. Термодинамическая теория растворов полимеров Флори-Хаггинса и основные выводы из нее.
20. Микроэмульсии как лиофильные дисперсные системы. Критические эмульсии и условия их образования.

8.2. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

В процессе самостоятельной работы студенты готовят реферат, посвященный методам и способам получения дисперсных систем.

Тему реферата студент может выбрать самостоятельно, основываясь на области своих научных интересов, либо получить у преподавателя. Реферат представляет собой обзор литературы по выбранному направлению и включает в себя анализ отечественных и зарубежных периодических изданий. Особенное внимание должно быть уделено публикациям последних 2-3-х лет.

№ п/п	Примерная тематика рефератов
1	Микрокапсулирование биологически активных веществ. Микрокапсулирование бактерий и вирусов. Применение микрокапсулированных композиций.
2	Комплексы белок-ПАВ – формирование, основные свойства. Методы изучения комплексов.
3	Получение адсорбционных пленок с помощью весов Ленгмюра. Основные характеристики поверхностных слоев.
4	«Зеленая химия» в производстве косметических композиций. Экологически чистые ПАВ – синтез, свойства.
5	Условия и методы получения нанодисперсий в водных средах

6	Условия и методы получения нанодисперсий в неполярных жидкостях
7	Методы получения аэрозолей
8	Способы очистки дисперсных систем
9	Микроэмульсии – особенности получения и поведения. Подбор со-ПАВ. Применение микроэмульсионных систем.
10	Определение ККМ в неводных средах. Солюбилизация обратных мицелл.
11	Везикулы – особенности получения, строение и свойства. Применение везикулярных систем.
12	Аэрозоль ОТ – получение, применение. Особенности коллоидно-химического поведения водных и органических растворов АОТ.
13	Методы получения и стабилизации прямых и обратных эмульсий
14	Учет структурной и стерической составляющих расклинивающего давления в обобщенной т.ДЛФО
15	Стабилизация нанодисперсий поверхностно-активными веществами и полимерами
16	Влияние структурно-механического фактора на устойчивость суспензий
17	Термодинамика получения лиофильных дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой
18	Явления солюбилизации в мицеллах ПАВ и практическое его применение
19	Формирование пространственных структур в дисперсных системах как способ повышения их седиментационной устойчивости
20	Реологические свойства структурированных дисперсных систем
21	Синтез и свойства золь на основе оксидов (гидроксидов) металлов
22	Микрокапсулирование биологически активных веществ

8.3. Контрольные вопросы для итогового контроля дисциплины

Итоговый контроль освоения материала курса проводится в форме устного экзамена. Экзамен по дисциплине **«Методы получения дисперсных систем»** включает вопросы по материалу всех четырех разделов учебной программы. Экзаменационный билет состоит из 3-х вопросов, относящихся к разным разделам курса. Первый и второй вопросы билета предусматривает развернутые ответы студента по достаточно объемной тематике, третий – краткий ответ по конкретизированной тематике. Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый и второй вопросы - максимальной оценкой по 15 баллов каждый, третий вопрос - максимально 10 баллами. Общая оценка по предмету складывается путем суммирования оценок, полученных на лабораторных занятиях и ответа на экзамене. Максимально общая оценка составляет 100 баллов.

8.3.1. Перечень теоретических вопросов на экзамене

1. Получение лиозолей и суспензий методом диспергирования и их особенности.

2. Энергетика диспергирования при получении свободнодисперсных систем. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования тел и его анализ.
3. Термодинамика образования лиофобных дисперсных систем методом диспергирования.
4. Особенности получения грубодисперсных систем с жидкой и газообразной дисперсионной средой.
5. Оборудование для получения суспензий и эмульсий методом диспергирования.
6. Факторы и механизмы действия эффекта Ребиндера при диспергировании твердых тел в адсорбционно-активных средах.
7. Адсорбционное воздействие среды на механические свойства твёрдых тел.
8. Уравнение Гриффитса для прочности твердого упруго-хрупкого тела и приложение его к разрушению пластичных тел.
9. Механизм адсорбционного пластифицирования твердых тел.
10. Особенности диспергирования твердых тел с помощью шаровых, вибрационных, бисерных, струйных, коллоидных мельниц и дезинтеграторов.
11. Выбор эмульгатора и способа его введения в эмульсии при получении их методом диспергирования.
12. Получение лиофобных дисперсных систем методами конденсации. Термодинамика гомогенного зародышеобразования.
13. Влияние степени пересыщения на энергию образования зародышей конденсации и его критический размер.
14. Стадии образования новой фазы при получении дисперсных систем методом конденсации. Факторы, влияющие на скорость стадий образования новой фазы.
15. Получение лиозолей методом замены растворителя, и в результате реакций обмена, восстановления, окисления, гидролиза.
16. Методы дисперсионного анализа золей, суспензий и эмульсий, ограничение в их применении.
17. Седиментационная и агрегативная устойчивость лиофобных свободнодисперсных систем.
18. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем с водной и неводной дисперсионной средой.
19. Основные факторы агрегативной устойчивости лиозолей и суспензий.
20. Основные факторы агрегативной устойчивости эмульсий и пен.
21. Основные положения теории агрегативной устойчивости дисперсных систем ДЛФО.
22. Расклинивающее давление и изотермы расклинивающего давления.
23. Силовые и потенциальные кривые при парном взаимодействии частиц в золях и суспензиях.
24. Закономерности и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях.
25. Механизмы стабилизации суспензий, эмульсий и лиозолей поверхностно-активными веществами и полимерами.
26. Особенности взаимодействия частиц с лиофилизированной поверхностью. Учет структурной, адсорбционной и стерической составляющих расклинивающего давления в обобщенной теории ДЛФО.
27. Стабилизация лиозолей, суспензий, эмульсий ионногенными и неионногенными поверхностно-активными веществами и полимерами.
28. Условия образования лиофильных дисперсных систем методом диспергирования.
29. Условия образования лиофильных дисперсных систем методом конденсации.
30. Уравнение Ребиндера-Щукина для критерия лиофильности дисперсных систем и его анализ.
31. Термодинамика и механизм мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ.

32. Фазовая диаграмма растворов коллоидных ПАВ. Точка Крафта.
33. Строение мицелл в водных растворах ПАВ и изменение их формы при увеличении их концентрации.
34. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) и основные факторы, влияющие на нее. Методы определения ККМ.
35. Явление солюбилизации в мицеллах ПАВ. Роль солюбилизации в процессе эмульсионной полимеризации при синтезе латексов.
36. Мицеллообразование в неводных средах. Явление солюбилизации в обратных мицеллах ПАВ.
37. Термодинамика самопроизвольного диспергирования полимеров в низкомолекулярных жидкостях. Растворы полимеров как коллоидные системы и их свойства.
38. Особенности самопроизвольного диспергирования полимеров в органических жидкостях.
39. Уравнение состояния растворов полимеров и его анализ.
40. Термодинамическая теория растворов полимеров Флори-Хагинса и основные выводы из нее.
41. Особенности самопроизвольного диспергирования полимеров в воде.
42. Микроэмульсии как лиофильные дисперсные системы. Критические эмульсии и условия их образования.
43. Способы и цели перевода свободнодисперсных систем в связнодисперсное состояние.
44. Механизмы структурообразования в дисперсных системах.
45. Классификация пространственных структур по Ребиндеру и типы контактов между частицами в них.
46. Параметры прочности коагуляционных структур и способы их регулирования.
47. Влияние размеров частиц дисперсной фазы, их формы, лиофильно-лиофобной мозаичности поверхности и концентрации дисперсной фазы на прочность пространственных структур коагуляционного типа.
48. Теория прочности коагуляционных структур и следствия из нее.
49. Седиментационная устойчивость дисперсных систем с коагуляционной структурой и способы ее регулирования.
50. Условия образования конденсационных и кристаллизационных структур в дисперсных системах.
51. Композиционные материалы с полимерной матрицей как связнодисперсные системы.
52. Предварительное дезагрегирование и адсорбционное модифицирование поверхности частиц наполнителей при получении полимерных композиционных материалов.
53. Выбор модификаторов поверхности наполнителей при получении полимерных композиционных материалов в зависимости от природы активных центров на поверхности частиц.
54. Реологические характеристики дисперсных систем с пространственной структурой и приборы для их определения.
55. Реологическое поведение дисперсных систем с коагуляционной структурой.
56. Полные реологические кривые для дисперсных систем с коагуляционно – тиксотропными структурами и их основные характеристики.
57. Расчет прочности единичных контактов по данным реологических измерений в соответствии с моделью Куна (для вязкопластичных структур).

58. Расчет прочности единичных контактов по данным реологических измерений в соответствии с моделью Урьева-Потанина (для структур в слабоагрегированных дисперсных системах).

59. Расчет прочности единичных контактов по данным реологических измерений в соответствии с моделью Кэссона и обобщенной моделью Кэссона.

60. Влияние полярности и вязкости дисперсионной среды на процессы структурообразования и реологические характеристики коагуляционных структур.

Пример экзаменационного билета)

«Утверждаю» Зав.каф. коллоидной химии ____ Н.Н. Гаврилова «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра коллоидной химии
	04.03.01 Химия Программа подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»
	Методы получения дисперсных систем
Билет №1 1. Особенности получения грубодисперсных систем с жидкой и газообразной дисперсионной средой. 2. Фазовая диаграмма растворов коллоидных ПАВ. Точка Крафта. 3. Влияние размеров частиц дисперсной фазы, их формы, лиофильно-лиофобной мозаичности поверхности и концентрации дисперсной фазы на прочность пространственных структур коагуляционного типа.	

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Коллоидная химия. Практикум и задачник / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. СПб., Издательство Лань, 2022, 436с. ([https:// e.lanbook.com/book/111886](https://e.lanbook.com/book/111886)).
2. Коллоидная химия полимеров. лабораторный практикум: учеб. пособие / А.С. Гродский, В.С. Макулова, И.А. Белова. -М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – 172 с.
3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы – 3-е изд., стер., испр. Перепеч. с изд. 1989 г. - М.: ОО ТИД «Альянс», 2004. – 464 с.
4. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. – 7-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2014. – 444 с.

Б. Дополнительная литература

1. Русанов А.И., Щёкин А.К. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. – 2-е изд., доп. – СПб.: Лань, 2016. – 612 с.
2. Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии / под ред. К. Миттел: с англ. / под ред. В.Н. Измайловой. – М.: Мир, 1980. – 597 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

Научно-технические журналы:

- «Коллоидный журнал» ISSN: 0023-2912;
- «Журнал общей и неорганической химии» ISSN: 0044-457X;
- «Высокомолекулярные соединения» ISSN:0203-5150;
- «Физико-химия поверхности» ISSN: 0044-1856;
- «Журнал прикладной химии» ISSN: 0044-4618;
- «Перспективные материалы» ISSN: 1028-978X
- «Неорганические материалы» ISSN:0002-337X;
- «Химическая промышленность сегодня» ISSN: 0023-110X
- «Журнал неорганической химии» ISSN: 1044-457X

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.sciencedirect.com>.
- <http://pubs.acs.org>.
- <http://www.informaworld.com>.
- <http://www.nature.com>.
- <http://scitation.aip.org>.
- <http://www3.interscience.wiley.com>.
- <http://www.springerlink.com>
- <http://www.science.com>
- <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>
- <http://www.elibrary.ru>
- <https://www.nature.com/nrmicro/>
- <http://journals.asm.org/>.
- <https://www.springer.com/journal/253/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Методы получения дисперсных систем»* проводятся в форме контактной (лекции, практические и лабораторные занятия) и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками микроорганизмов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Перечень ресурсов.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные

материалы в печатном и электронном виде по свойствам полимеров; кафедра библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Разделы 1 Методы получения лиофобных дисперсных систем с различной дисперсионной средой и методы их дисперсионного анализа.	<i>Знает:</i> - основы методов диспергирования и конденсации при получении лиофобных дисперсных систем; - термодинамику образования лиофобных систем методом диспергирования; - особенности получения грубодисперсных систем с жидкой и газообразной дисперсионной средой и оборудование для получения суспензий и эмульсий; - факторы и механизмы действия эффекта Ребиндера при диспергировании твердых тел в адсорбционно-активных средах; - термодинамику конденсационного образования дисперсных систем. <i>Умеет:</i> - рассчитывать параметры, характеризующие раздробленность дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях; - рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам. <i>Владеет:</i> - базовой терминологией, относящейся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития коллоидной химии и методов получения дисперсных систем; - методами измерения размеров частиц в порошках, суспензиях и лиозолях; - методом седиментационного анализа.	Оценка при защите ответов на контрольные вопросы в лабораторном практикуме.
Раздел 2. Устойчивость лиофобных дисперсных систем и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в золях, суспензиях и эмульсиях.	<i>Знает:</i> - закономерности и особенности агрегации элементов дисперсной фазы в лиозолях, суспензиях и эмульсиях; - основные факторы агрегативной устойчивости лиозолей, суспензий, эмульсий и пен; - механизмы стабилизации суспензий, эмульсий и лиозолей поверхностно-активными веществами и полимерами. <i>Умеет:</i> - выбирать эффективные модификаторы поверхности частиц дисперсной фазы в суспензиях и лиозолях с учетом данных об их коллоидно-химических характеристиках. <i>Владеет:</i> - методами исследования кинетики коагуляции.	Оценка при защите ответов на контрольные вопросы в лабораторном практикуме.
Раздел 3. Методы получения лиофильных дисперсных	<i>Знает:</i> - основы методов диспергирования и конденсации при получении лиофильных дисперсных систем; - термодинамику образования высокодисперсных лиофильных дисперсных систем.	Оценка при защите ответов на контрольные вопросы в

систем с водной и неводной дисперсионной средой, их коллоидно-химические свойства.	<i>Умеет:</i> - определять константы термодинамического сродства растворителя к полимеру методами вискозиметрии и светорассеяния. <i>Владеет:</i> - методами определения ККМ в водных средах.	лабораторном практикуме.
Раздел 4. Методы получения связнодисперсных систем и их реологические характеристики.	<i>Знает:</i> - методы получения связнодисперсных систем: паст, гелей, кремов и их реологические свойства. <i>Умеет:</i> - измерять и строить кривые течения для структурированных дисперсных систем; - рассчитывать параметры прочности межчастичных контактов по микро реологическим моделям. <i>Владеет:</i> - реологическими методами исследования суспензий, лиозолей, эмульсий и структурированных дисперсных систем.	Оценка при защите ответов на контрольные вопросы в лабораторном практикуме.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Методы получения дисперсных систем»

основной образовательной программы
04.03.01 Химия

Профиль подготовки
«Теоретическая и экспериментальная химия»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая и неорганическая химия»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена заведующим кафедрой общей и неорганической химии, кандидатом химических наук, доцентом Н.В. Свириденковой;
профессором кафедры общей и неорганической химии, доктором химических наук, профессором С.Н. Соловьевым;
доцентом кафедры общей и неорганической химии, кандидатом химических наук, доцентом Н.Н. Барботиной.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии
РХТУ им. Д.И. Менделеева «27» сентября 2024 г., протокол №3

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в 1 и 2 семестрах обучения.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся должны знать основной теоретический материал, изучаемый в школьном курсе химии, а также уметь решать простейшие задачи и составлять формулы соединений и уравнения химических реакций. Опираясь на полученные в средней школе знания, программа дисциплины предусматривает дальнейшее углубление знаний в области общей и неорганической химии.

Цель дисциплины - приобретение фундаментальных знаний, компетенций, формирование современных представлений в области теоретических основ химии и химии элементов.

Задачи дисциплины - овладение теоретическими основами химии и основами неорганической химии; формирование у студентов навыков экспериментальной работы; развитие навыков решения конкретных практических задач и исследовательской работы.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» преподается в 1 и 2 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижений**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
	ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке; ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;
- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;
- методы описания химических равновесий в растворах электролитов,
- строение и свойства координационных соединений;
- получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ.

уметь:

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;

владеть:

- теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;
- основными навыками работы в химической лаборатории;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	504	7	252	7	252
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,8	320	4,4	160	4,8	160
Лекции	3,6	128	1,8	64	1,8	64
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,9	32	0,9	32
Лабораторные работы (ЛР)	3,6	128	1,8	64	1,8	64
Самостоятельная работа	3,2	112	1,6	56	1,6	56
Контактная самостоятельная работа	3,2	-	1,6	-	1,6	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		112		56		56
Экзамен	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	504	7	252	7	252
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,8	240	4,4	120	4,4	120
Лекции	3,6	96	1,8	48	1,8	48
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Лабораторные работы (ЛР)	3,6	96	1,8	48	1,8	48
Самостоятельная работа	3,2	84	1,6	42	1,6	42
Контактная самостоятельная работа	3,2	-	1,6	-	1,6	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		84		42		42
Экзамен	2	72	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,4
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№п/п	Модули дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Принципы химии	216	64	32	64	56
1.1	Строение атома	10	4	2	-	4
1.2	Периодический закон и периодическая система	10	6	-	-	4
1.3	Окислительно-восстановительные процессы	22	6	2	8	6
1.4	Химическая связь и строение молекул	41	18	10	4	9
1.5	Понятие о химической термодинамике, термодинамические функции состояния	22	10	4	-	8
1.6	Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие	11	4	2	-	5
1.7	Растворы. Равновесия в растворах	100	16	12	52	20
	ИТОГО 1 семестр	252				
	Экзамен	36				36
2.	Раздел 2. Химия элементов	216	64	32	64	56
2.1	Химия s-элементов	30	6	4	12	8
2.2	Химия p-элементов	103	34	12	32	25
2.3	Химия d-элементов	74	20	14	20	20
2.4	Химия f-элементов	9	4	2	-	3
	ИТОГО 2 семестр	216				
	Экзамен	36				36
	ИТОГО	504	128	64	128	112

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Принципы химии

1.1 Строение атома.

Волновые свойства материальных объектов. Уравнение де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Понятие о квантовой механике и уравнении Шредингера. Волновая функция. Электронная плотность. Характеристика состояния электронов квантовыми числами. Квантовые числа и формы электронных облаков. Формы электронных облаков для s-, p- и d-состояний электронов в атомах. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Максимальное число электронов в электронных слоях и оболочках. Правило Хунда. Последовательность энергетических уровней электронов в многоэлектронных атомах.

1.2 Периодический закон и периодическая система.

Современная формулировка периодического закона. Периодическая система и ее связь со строением атомов. Заполнение электронных слоев и оболочек атомов в

периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Особенности электронного строения атомов в группах, в семействах лантаноидов и актиноидов: s-, p-, d- и f-элементы.

Периодичность свойств химических элементов. Тенденции, связанные с периодичностью. Атомные и ионные радиусы, условность этих понятий. Изменение радиусов атомов по периодам и группам периодической системы элементов. Ионные радиусы и их зависимость от электронного строения атомов и степени окисления. Энергия ионизации и сродство к электрону как характеристики энергетического состояния атома. Закономерности в изменении энергии ионизации на примере элементов второго периода. Значение периодического закона для естествознания. Предсказание свойств веществ на основе периодического закона, представление о методах сравнительного расчета М.Х. Карапетьянца.

1.3 Окислительно-восстановительные процессы.

Степень окисления атома в соединении. Важнейшие окислители и восстановители. Основные схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных реакциях. Влияние температуры, концентрации реагентов, их природы, среды и других условий на глубину и направление протекания окислительно-восстановительных реакций.

1.4 Химическая связь и строение молекул

Ковалентная связь, основные положения метода валентных связей. Ограничения метода валентных связей. Электроотрицательность атомов. Ионная и ковалентная связи, свойства ковалентной связи: направленность и насыщенность. Полярная ковалентная связь. Донорно-акцепторный механизм образования связи. Характеристики ковалентной связи: длина, энергия (энтальпия), валентные углы. Соотношение длин и энергий (энтальпий) одинарных и кратных связей.

Эффективные заряды атомов в молекуле. Дипольный момент связи и дипольный момент молекулы. Дипольные моменты и строение молекул.

Рассмотрение схем перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах. Гибридизация волновых функций, примеры sp -, sp^2 -, sp^3 -гибридизаций. Гибридизация с участием d-орбиталей. Заполнение гибридных орбиталей неподеленными парами электронов. Образование кратных связей; σ - и π -связи, их особенности. Делокализованные π -связи и процедура наложения валентных схем.

Теория взаимного отталкивания электронных пар. Метод Гиллеспи.

Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО). Связывающие, несвязывающие и разрыхляющие орбитали. Последовательность заполнения МО в двухатомных частицах, состоящих из атомов второго периода. Объяснение возможности существования двухатомных частиц при помощи метода МО. Объяснение магнитных свойств молекул и ионов с позиций метода МО.

Гипервалентные и электронно-дефицитные молекулы. Понятие о многоцентровой связи на примере рассмотрения химической связи в молекуле B_2H_6 .

Квантово-химические трактовки природы химической связи в комплексных соединениях. Метод валентных связей. Понятие о теории кристаллического поля. Объяснение магнитных свойств и наличия или отсутствия окраски комплексных соединений. Метод молекулярных орбиталей для описания комплексных соединений. Устойчивость комплексов. Полиядерные комплексы, кластеры и полиоксометаллаты.

Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Энергия и длина водородной связи. Влияние наличия водородной связи на свойства химических соединений и их смесей (температуры плавления и кипения, степень диссоциации в водном растворе и др.).

Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи. Поляризация ионов. Зависимость поляризующего действия иона и его поляризуемости от типа электронной структуры, заряда и радиуса ионов. Влияние поляризации на свойства соединений и их смесей.

Общие представления о межмолекулярном взаимодействии: ориентационное, индукционное, дисперсионное взаимодействия.

Кристаллическое и электронное строение твердых тел. Общие понятия. Кристаллическая структура твердых тел. Структурные типы. Дефекты и нестехиометрия. Зонная структура твердого тела. Металлы, полупроводники и диэлектрики.

1.5 Понятие о химической термодинамике, термодинамические функции состояния (характеристические функции).

Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Понятие о термодинамической системе, изолированные системы. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимия и термохимические уравнения. Понятие о стандартном состоянии индивидуальных жидких и кристаллических веществ, газов и растворов. Стандартные энтальпии образования, растворения и сгорания веществ. Закон Гесса и следствия из него. Использование закона Гесса для вычисления энтальпий реакций и энтальпий связи в молекуле. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия и строение вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

1.6 Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие.

Элементарные (одностадийные) и неэлементарные (сложные) реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры; энтальпия активации.

Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе. Примеры каталитических процессов в промышленности и лабораторной практике.

Истинное и кажущееся равновесия, их признаки. Константа химического равновесия (K_c и K_p для газовых равновесий).

Энергия Гиббса, ее связь с энтропией и энтальпией. Физический смысл энергии Гиббса. Энтропийный и энтальпийный факторы процесса. Связь ΔG°_T с константой равновесия. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Критерий самопроизвольного протекания процессов в изобарно-изотермических условиях. Определение направления протекания окислительно-восстановительных реакций в стандартных условиях. Диаграммы Латимера. Расчет стандартных электродных потенциалов. Диаграммы Фроста. Изотерма химической реакции. Уравнение Нернста. Зависимость электродного потенциала от активности и температуры. Термодинамическая вероятность протекания окислительно-восстановительных реакций в нестандартных условиях.

Смещение химического равновесия, принцип Ле-Шателье – Брауна. Влияние температуры, давления, добавки инертного газа и изменения концентрации реагентов на химическое равновесие.

1.7 Растворы. Равновесия в растворах.

Способы выражения концентраций растворов. Эквивалент и закон эквивалентов.

Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации электролита (закон разбавления Оствальда). Состояние бесконечного разбавления раствора электролита, свойства такого раствора. Шкала стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Ступенчатая диссоциация электролитов. Влияние одноименных ионов на равновесие диссоциации слабого электролита в растворе. Равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого электролита и его кристаллов, произведение растворимости, условия осаждения и растворения малорастворимого электролита. Равновесие диссоциации в растворах комплексных соединений, константа нестойкости и константа устойчивости комплексного иона. Реакции образования и реакции разрушения комплексных соединений.

Равновесие диссоциации воды, ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Шкала величин pH и pOH. Способы расчета величин pH растворов. Буферные растворы. Поляризующее действие ионов соли на молекулы воды.

Гидролиз солей, гидролиз по катиону и аниону. Ступенчатый гидролиз. Взаимное усиление гидролиза, полный (необратимый) гидролиз. Константа и степень гидролиза, связь между этими и концентрацией раствора. Способы усиления и подавления гидролиза. Понятие о сольволизе.

Раздел 2. Химия элементов.

2.1 Химия s-элементов

Щелочные металлы. Общая характеристика свойств элементов, нахождение в природе, получение и химические свойства металлов. Соединения щелочных металлов, оксиды, пероксиды, озониды; получение, их свойства и химическая связь в этих соединениях. Гидроксиды щелочных металлов, получение в промышленности NaOH, химические свойства гидроксидов. Общая характеристика солей, получение соды по методу Сольве. Особенности химии лития. Области применения щелочных металлов и их соединений.

Щелочно-земельные металлы, бериллий, магний. Общая характеристика свойств металлов, нахождение в природе, получение металлов и их химические свойства. Общая характеристика солей этих элементов, их растворимость и гидролизуемость. Оксиды и гидроксиды этих элементов: получение и химические свойства. Жесткость воды и методы ее устранения. Особенности химии бериллия. Области применения металлов и их соединений.

2.2 Химия p-элементов

Общая характеристика p - элементов, сравнение химических свойств и реакционной способности.

Бор. Соединения бора в природе, получение бора и его химические свойства. Бориды металлов, бороводороды, борогидриды металлов: получение, химическая связь в бороводородах, химические свойства соединений. Нитрид бора и материалы на его основе. Борный ангидрид и борные кислоты, получение и кислотно-основные свойства. Получение галогенидов бора и их гидролиз. Применение бора и его соединений.

Алюминий. Природные источники и получение металла. Оксид, гидроксид, алюминаты: получение и химические свойства. Гидролиз солей алюминия, квасцы. Гидрид алюминия и алюмогидриды, синтез и использование в качестве восстановителей. Применение алюминия и его соединений.

Галлий, индий, таллий. Природные источники, получение и химические свойства этих металлов. Оксиды, гидроксиды, соли этих металлов, особенности химических свойств соединений. Особенности химии таллия. Применение галлия, индия, таллия и их соединений.

Углерод. Аллотропные модификации: графит, алмаз, карбин, фуллерены. Условия синтеза искусственных алмазов. Углеродные нанотрубки.

Химические свойства углерода. Классификация карбидов. Оксиды углерода (II) и (IV): получение и химические свойства. Угольная кислота, ее соли и производные.

Синильная кислота, ее соли: получение и химические свойства. Роданиды. Применение углерода и его соединений.

Кремний. Природные источники, методы получения и очистки. Химические свойства кремния, его оксида и кремниевой кислоты. Кварцевое стекло, силикагель, растворимое стекло. Водородные соединения кремния, получение и восстановительная активность. Силициды металлов, карбид кремния, нитрид кремния, гексафторкремниевая кислота: получение и свойства. Применение кремния и его соединений.

Германий, олово, свинец. Природные источники, получение этих элементов и их химические свойства. Оксиды и гидроксиды элементов, станнаты (II и IV), плумбаты (II и IV). Сульфиды: получение и их химические свойства. Соли тиокислот. Общая характеристика солей, растворимость и гидролизуемость. Применение германия, олова, свинца и их соединений.

Азот. Общая характеристика химических свойств элементов группы азота. Промышленное и лабораторное получение азота. Проблема связанного азота и возможные пути ее решения. Аммиак: получение, химические свойства аммиака, жидкий аммиак как растворитель, амиды, имиды и нитриды, их гидролиз. Гидразин и гидроксиламин: получение, строение молекул, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Азотистый водород: получение, строение молекулы, азиды металлов. Оксиды азота (I, II, III, IV, V); их получение, химическая связь и свойства. Влияние на окружающую среду выбросов оксида азота. Азотистая кислота и нитриты, получение и восстановительные свойства. Азотная кислота как окислитель, термическое разложение нитратов и их использование в качестве окислителей. Царская водка и ее реакции с металлами. Применение азота и его соединений. Азотные удобрения.

Фосфор. Природные источники фосфора, получение фосфора в промышленности. Многообразие аллотропных модификаций фосфора, белый и красный фосфор. Фосфин: получение, строение молекулы, химические свойства. Фосфиды металлов. Фосфиновая (фосфорноватистая), фосфоновая (фосфористая) кислоты, фосфинаты (гипофосфиты) и фосфонаты (фосфиты) как восстановители. Гидратация P_4O_{10} , фосфорные кислоты, фосфаты, взаимные переходы фосфатов. Соединения фосфора с галогенами: получение, строение молекул, гидролиз. Применение фосфора и его соединений.

Мышьяк, сурьма, висмут. Нахождение в природе, получение. Водородные соединения, получение и восстановительная активность. Кислородные соединения; кислоты мышьяка и сурьмы: получение, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Гидроксид висмута. Соединения элементов с галогенами, их гидролиз, соли антимоунила и висмута. Кислотнo-основные свойства сульфидов мышьяка, сурьмы и висмута, их взаимодействие с растворимыми сульфидами. Тиокислоты и их соли. Области применения соединений элементов.

Кислород. Промышленное и лабораторное получение кислорода, строение молекулы, парамагнетизм кислорода. Физические и химические свойства. Озон: получение, строение молекулы, окислительное действие. Классификация кислородных соединений элементов. Пероксид водорода: получение, строение молекулы, окислительно-восстановительные свойства. Области применения кислорода и его соединений.

Сера, селен, теллур. Природные источники, получение элементов и их химические свойства. Аллотропия серы, строение ее молекулы. Водородные соединения элементов: получение, строение молекул, восстановительные свойства. Сульфиды, методы получения, восстановительные свойства, гидролиз, отношение к минеральным кислотам. Сульфаны и полисульфиды.

Диоксиды элементов: методы получения, строение молекул, кислотные и окислительно-восстановительные свойства. Влияние выбросов сернистого газа на окружающую среду. Триоксиды элементов: получение, гидратация, окислительные свойства. Кислородные кислоты S (IV), Se (IV), Te (IV), способы получения и свойства. Сопоставление окислительно-восстановительных свойств этих кислот и их солей.

Серная кислота: получение, строение молекулы, окислительное действие концентрированного водного раствора, водоотнимающее свойство. Сульфаты, гидросульфаты. Пирсерная кислота. Тиосерная кислота и тиосульфат натрия: получение и химические свойства. Селеновая и теллуровая кислоты, методы получения и свойства. Хлористый тионил и хлористый сульфурил: получение, строение молекул, гидролиз. Хлорсульфоновая кислота. Применение серы, селена, теллура и их соединений.

Водород. Промышленное и лабораторное получение водорода, классификация гидридов, восстановительная активность водорода и гидридов металлов.

Галогены. Общая характеристика химических свойств галогенов, нахождение в природе, промышленное и лабораторное получение. Особенности химических свойств фтора, фториды кислорода. Реакции хлора, брома и йода с водой и растворами щелочей. Водородные соединения галогенов: получение, кислотные свойства, термическая

стабильность, восстановительные свойства. Ассоциация молекул HF в плавиковой кислоте, дифториды калия и натрия. Кислородные соединения хлора и йода: получение, строение молекул, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Кислородные кислоты хлора, брома и йода, способы получения, окислительное действие. Соли кислородных кислот галогенов как окислители в кристаллическом состоянии. Сопоставление кислотных и окислительных свойств кислородных кислот галогенов и их солей. Межгалогенные соединения, их гидролиз. Области применения галогенов и их соединений.

Метод отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО) для предсказания геометрических форм молекул и ионов соединений p-элементов. Описание химической связи в водородных соединениях элементов 14–17 групп методом молекулярных орбиталей. Описание химической связи в бороводородах методом молекулярных орбиталей. Описание химической связи в галогенидах элементов 13–18 групп методом молекулярных орбиталей. Описание химической связи в оксидах элементов 14–18 групп методом молекулярных орбиталей. Кластерные соединения p-элементов. Ионы Цинтля.

Благородные газы. Нахождение в природе, промышленное получение благородных газов. Проблема образования химических связей атомами благородных газов. Причины химической инертности элементов. Некоторые известные частицы и соединения. Клатратные соединения благородных газов. Химические соединения криптона и ксенона со фтором: получение, строение молекул, гидролиз. Кислородные соединения благородных газов, кислородные кислоты и их соли. Матричный синтез соединений благородных газов при низких температурах.

2.3 Химия d-элементов.

Особенности химии d-элементов. Закономерности изменения химических свойств по группам и периодам. Нестехиометрические соединения.

Скандий, иттрий, лантан. Нахождение в природе, промышленное получение, химические свойства металлов. Оксиды и гидроксиды элементов, их кислотнo-основные свойства. Общая характеристика солей элементов. Области применения скандия, иттрия, лантана и их соединений.

Титан, цирконий, гафний, резерфордий. Природные источники, представление о методах получения металлов, химические свойства металлов. Оксиды и гидроксиды металлов: получение и кислотнo-основные свойства. Галогениды элементов (II, IV), получение, строение молекул, гидролиз. Соли титанила. Применение металлов и их соединений.

Ванадий, ниобий, тантал, дубний. Нахождение в природе, получение и химические свойства металлов. Основные соединения металлов степени окисления +5; понятие о соединениях более низких степеней окисления. Применение ванадия, ниобия, тантала и их соединений.

Хром, молибден, вольфрам, сиборгий. Природные источники, получение металлов и их химические свойства. Соли хрома (III), оксид и гидроксид хрома (III): получение, кислотнo-основные свойства, гидролиз. Хромовый ангидрид: получение, гидратация, окислительные свойства. Хроматы и бихроматы как окислители. Получение хлористого хрома и его гидролиз. Сопоставление химических свойств соединений молибдена и вольфрама со свойствами аналогичных соединений хрома. Применение хрома, молибдена, вольфрама и их соединений.

Марганец, технеций, рений, борий. Природные источники, получение и химические свойства металлов. Соединения марганца (II), получение, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства. Диоксид марганца, манганаты (IV), получение и химические свойства. Манганаты (VI), перманганаты, марганцевый ангидрид, марганцевая кислота: получение и окислительно-восстановительные свойства. Сопоставление химических свойств соединений технеция и рения со свойствами

аналогичных соединений марганца. Применение марганца, технеция, рения и их соединений.

Железо, кобальт, никель. Нахождение в природе, промышленное получение, химические свойства металлов. Соединения степени окисления +2 и +3, получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Комплексные соединения металлов. Ферраты: получение и окислительное действие. Применение железа, кобальта, никеля и их соединений.

Платиновые металлы. Общая характеристика соединений платиновых металлов, их комплексные соединения.

Медь, серебро, золото, ртуть. Нахождение в природе, получение металлов и их химические свойства. Оксиды, гидроксиды, галогениды металлов: получение, кислотно-основные свойства, гидролиз. Комплексные соединения металлов, химическая связь в них. Применение меди, серебра, золота и их соединений.

Цинк, кадмий, ртуть. Природные источники, промышленное получение металлов и их химические свойства. Соединения с кислородом и галогенами, получение и свойства. Соединения ртути (I), амидные соединения ртути. Применение цинка и его соединений. О токсичности неорганических веществ.

2.4 Химия f-элементов.

Лантаноиды. Общая характеристика химических свойств, понятие о методах получения и разделения этих металлов. Кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов элементов (III), гидролиз солей. Соединения церия (IV), европия (II), иттербия (II).

Актиноиды. Сопоставление химических свойств актиноидов со свойствами лантаноидов. Оксид и гидроксид тория (IV), соединения с галогенами, их химические свойства. Кислородные соединения и галогениды урана, соли уранила, уранаты. Краткая характеристика химических свойств плутония. Применение лантаноидов, актиноидов и их соединений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	- электронное строение атомов и молекул	+	+	
2	- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии	+	+	
3	- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния	+	+	
4	- методы описания химических равновесий в растворах электролитов	+	+	
5	- строение и свойства координационных соединений	+	+	
6	- получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ		+	
	Уметь:			
7	- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ	+	+	
8	- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач	+	+	
9	- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях	+	+	
	Владеть:			
10	- теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов	+	+	
11	- основными навыками работы в химической лаборатории	+	+	
12	- экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений	+	+	
<i>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
13	- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6)	- использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей (УК-6.1)	+	+
14	- способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8)	- выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает	+	+

		мероприятиях по предотвращению чрезвычайных ситуаций (УК-8.3)		
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК		
15	- способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений (ОПК-1)	- систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов (ОПК-1.1)	+	+
16	- способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2)	- работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности (ОПК-2.1)	+	+
17		- проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования (ОПК-2.4)	+	+
18		- представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке (ОПК-6.1)	+	+
19	- способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6)	- представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры (ОПК-6.2)	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ модуля дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1 1.7 Растворы. Равновесия в растворах	Практическое занятие 1. Способы выражения концентраций растворов I (массовая доля, массовый процент, молярность, титр). Приготовление растворов. Решение задач с использованием уравнений материального баланса.	2 акад.ч.
2		Практическое занятие 2. Способы выражения концентраций растворов II (моляльность, молярная доля, молярное отношение). Взаимный пересчет концентраций. Эквиваленты веществ в реакциях обмена и окисления-восстановления. Фактор эквивалентности, молярная масса и молярный объем эквивалента.	2 акад.ч.
3		Практическое занятие 3. Способы выражения концентрации растворов III (нормальность). Закон эквивалентов. Решение задач по теме эквивалент.	2 акад.ч.
4	Раздел 1 1.2 Периодический закон и периодическая система	Практическое занятие 4. Характеристика состояния электрона в атоме системой квантовых чисел. Принцип Паули и правило Хунда. Форма электронных облаков. Энергетический ряд атомных орбиталей. Электронные формулы атомов и ионов (основное состояние).	2 акад.ч.
5	Раздел 1 1.3 Окислительно-восстановительные процессы.	Практическое занятие 5. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Важнейшие окислители и восстановители. Классификация ОВР. Периодический закон и окислительно-восстановительная активность элементов и соединений. Влияние различных факторов на глубину и направление протекания ОВР.	2 акад.ч.
6	Раздел 1 1.4 Химическая связь и строение молекул	Практическое занятие 6. Основные положения метода валентных связей (ВС). Валентные возможности атомов в рамках метода ВС. Гибридные представления. Схемы перекрывания орбиталей при образовании связей в молекулах (NCl_3 , NH_3 , H_2O , SCl_2 , PCl_3 , H_2S , BeCl_2 , BBr_3 , CH_4 , CBr_4). Донорно-акцепторный механизм образования связи (Be_2Cl_4 , Al_2Br_6 , NH_4^+ , BF_4^- , AlCl_4^- , CO).	2 акад.ч.
7		Практическое занятие 7. Кратные связи (CO_2 , HCOOH , COCl_2 , C_2H_2 , $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$). Делокализованные π -связи и процедура наложения валентных схем (C_6H_6 , HNO_3 , NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , N_2O , HN_3).	2 акад.ч.

8		Практическое занятие 8. Геометрия молекул, метод Гиллеспи (BeF_2 , BF_3 , SnCl_2 , CBr_4 , NH_3 , H_2O , ClF_3 , PCl_5 , SF_6 , XeF_6 , XeF_4 , XeF_2 , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , JF_5 , JF_7). Геометрия молекул и их дипольный момент (CS_2 , SnCl_2 , SnCl_4 , PCl_5 , H_2O).	2 академ.ч.
9		Практическое занятие 9. Метод МО ЛКАО в применении к двухатомным частицам (атомы и ионы, состоящие из атомов элементов второго периода: O_2 , O_2^+ , O_2^- , CN^- , N_2 , B_2 , He_2^+).	2 академ.ч.
10		Практическое занятие 10. Химическая связь в комплексных соединениях; метод ВС $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{NiF}_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{AgCl}_2]^-$. Элементы теории кристаллического поля $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{NiF}_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$. Карбонилы как комплексные соединения $\text{Ni}(\text{CO})_4$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Cr}(\text{CO})_6$.	2 академ.ч.
11	Раздел 1 1.5 Понятие о химической термодинамике,	Практическое занятие 11. Тепловые эффекты химических реакций, энтальпии образования и сгорания. Закон Гесса, следствия из закона Гесса, вычисление ΔH° реакций и энергий (энтальпий) связи в молекулах.	2 академ.ч.
12	термодинамические функции состояния	Практическое занятие 12. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия веществ ($S^\circ_{\text{т}}$) и энтропия процессов ($\Delta S^\circ_{\text{т}}$). Энергия Гиббса как мера химического сродства. Изменение энергии Гиббса в различных процессах, энтропийный и энтальпийный факторы. Вычисление ΔG°_{298} и ΔS°_{298} процессов по справочным данным.	2 академ.ч.
13	Раздел 1 1.6 Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие.	Практическое занятие 13. Химическое равновесие. Константа химического равновесия (K_p и K_c). Расчет равновесных концентраций. Смещение равновесия и принцип Ле-Шателье – Брауна. Связь $\Delta G^\circ_{\text{т}}$ с константой равновесия, связь $\Delta G^\circ_{\text{т}}$ с ΔG° .	2 академ.ч.
14	Раздел 1 1.7 Растворы. Равновесия в растворах	Практическое занятие 14. Свойства растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Расчет pH буферных растворов. Произведение растворимости, концентрация насыщенного раствора (растворимость).	2 академ.ч.
15		Практическое занятие 15. Гидролиз солей. Ступенчатый гидролиз, полный гидролиз. Способы усиления и подавления гидролиза. Константа и степень гидролиза, их связь с концентрацией соли в растворе. Расчет pH водных растворов солей.	2 академ.ч.
16		Практическое занятие 16. Реакции образования и разрушения комплексных соединений. Равновесие в растворах комплексных	2 академ.ч.

		соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости.	
17	Раздел 2	Практическое занятие 1. Химия щелочных металлов. Особенности химии лития.	2 академ.ч.
18	2.1. Химия s-элементов	Практическое занятие 2. Химия бериллия, магния, щелочноземельных металлов и их соединений.	2 академ.ч.
19	Раздел 2	Практическое занятие 3. Химия бора и его соединений. Химия алюминия и его соединений.	2 академ.ч.
20	2.2. Химия p-элементов	Практическое занятие 4. Химия углерода, кремния и их соединений.	2 академ.ч.
21		Практическое занятие 5. Химия олова, свинца и их соединений.	2 академ.ч.
22		Практическое занятие 6. Химия азота и его соединений.	2 академ.ч.
23		Практическое занятие 7. Химия фосфора, мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений.	2 академ.ч.
24		Практическое занятие 8. Химия серы, селена, теллура и их соединений.	2 академ.ч.
25	Раздел 2	Практическое занятие 9. Химия титана, циркония, гафния и их соединений. Химия ванадия, ниобия, тантала и их соединений.	2 академ.ч.
26	2.3. Химия d-элементов	Практическое занятие 10. Химия хрома, молибдена, вольфрама и их соединений.	2 академ.ч.
27		Практическое занятие 11. Химия марганца и его соединений.	2 академ.ч.
28		Практическое занятие 12. Химия железа, кобальта, никеля и их соединений.	2 академ.ч.
29		Практическое занятие 13. Химия платиновых металлов и их соединений.	2 академ.ч.
30		Практическое занятие 14. Химия меди, серебра, золота и их соединений.	2 академ.ч.
31		Практическое занятие 15. Химия цинка, кадмия, ртути и их соединений.	2 академ.ч.
32	Раздел 2 2.4. Химия f-элементов	Практическое занятие 16. Химия лантаноидов, актиноидов и их соединений.	2 академ.ч.

6.2. Лабораторные работы.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Общая и неорганическая химия», а также способствует формированию у студентов навыков экспериментальной работы и развитию навыков исследовательской работы.

В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 1 и 3 контрольные работы Раздела 2.

Максимальная оценка за лабораторные работы – 18 баллов в 1 семестре и 20 баллов во 2 семестре. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 1	Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Погрешности результатов численного эксперимента. Зачет по технике безопасности.	4 акад.ч.
2		Основные понятия и законы химии. Основные классы неорганических соединений. Расчеты по уравнениям реакций.	4 акад.ч.
		Установление содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах и их формул.	4 акад.ч.
4		Определение молярной массы углекислого газа.	4 акад.ч.
5		Приготовление раствора заданной концентрации.	4 акад.ч.
6		Определение концентрации раствора титрованием.	4 акад.ч.
7		Приготовление раствора заданной концентрации и титрование.	4 акад.ч.
8		Изучение окислительно-восстановительных реакций.	4 акад.ч.
9		Определение молярной массы эквивалента простых и сложных веществ	4 акад.ч.
10		Получение и свойства комплексных соединений.	4 акад.ч.
11		Синтез комплексных соединений	
12		Получение спектра поглощения комплексного соединения и изучение концентрационной зависимости оптической плотности раствора. Определение неизвестной концентрации раствора.	4 акад.ч.
13		Гидролиз солей.	4 акад.ч.
В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 1			
12	Раздел 2	Вводное занятие по химии элементов.	4 акад.ч.
13		Определение карбонатной и общей жесткости воды.	4 акад.ч.
14		Щелочные, щелочноземельные металлы и магний.	4 акад.ч.
15		Бор и алюминий.	4 акад.ч.
16		Углерод и кремний	4 акад.ч.
17		Олово и свинец.	4 акад.ч.
18		Азот.	4 акад.ч.
19		Фосфор, сурьма, висмут.	4 акад.ч.
20		Сера, селен, теллур.	4 акад.ч.
21		Хром, молибден, вольфрам.	4 акад.ч.
22		Марганец, железо, кобальт, никель.	4 акад.ч.
23		Медь, серебро.	4 акад.ч.
24	Цинк, кадмий, ртуть.	4 акад.ч.	
В часы лабораторных занятий проводятся 3 контрольные работы Раздела 2			

В часы лабораторных занятий проводится по 3 контрольные работы в первом и втором семестрах. На контрольные работы отводится по 90 минут, в оставшееся время лабораторного занятия преподаватель разбирает со студентами вопросы контрольной, вызвавшие наибольшие затруднения, а также студенты сдают лабораторные работы.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- регулярную подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзаменов по дисциплине (1 и 2 семестры) и лабораторного практикума (1 и 2 семестры).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в 1 семестре складывается из оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимальная оценка 12 баллов), контрольные работы (максимальная оценка 30 баллов), лабораторные работы (максимальная оценка 18 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов). Совокупная оценка в 2 семестре складывается из оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимальная оценка 4 балла), контрольные работы (максимальная оценка 36 баллов), лабораторные работы (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика индивидуальной домашней работы.

Индивидуальная домашняя работа выполняется в 1 и 2 семестрах в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка индивидуальной домашней работы – 12 баллов в 1 семестре (1,5 балла за задание) и 4 балла во 2 семестре (по 2 балла за задание).

Раздел	Примерные темы индивидуальной домашней работы
Раздел 1. Принципы химии	Эквивалент. Закон эквивалентов.
	Приготовление растворов. Способы выражения концентраций растворов.
	Основные положения метода валентных связей (ВС). Гибридные представления. Делокализованные π -связи и процедура наложения валентных схем
	Окислительно-восстановительные реакции.
	Химическое равновесие. Константа химического равновесия (K_p и K_c). Расчет равновесных концентраций. Смещение равновесия и принцип Ле-Шателье – Брауна.
	Геометрия молекул, метод Гиллеспи.
	Свойства растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Ионное произведение воды, шкала pH. Расчет pH растворов кислот и оснований. Расчет pH буферных растворов.
	Химическая связь в комплексных соединениях.
Раздел 2.	Предсказание свойств веществ на основе периодического закона, представление о методах сравнительного расчета М.Х. Карапетянца.

Химия элементов	Осуществление превращения, получение неорганического вещества из предложенного

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины. Примеры контрольных работ

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы в 1 семестре и 3 контрольных работы во 2 семестре. Максимальная оценка за каждую контрольную работу – 10 баллов в 1 семестре и 12 баллов во 2 семестре.

Раздел 1. Контрольная работа №1. Максимальная оценка 10 баллов.

- Оксид металла содержит 52,9 мас.% металла. Определить молярную массу эквивалента металла и его бромида в обменной реакции.
- 11,2 л (н.у.) бромоводорода растворили в 500 мл воды. Найти концентрацию раствора в мас.%, моляльность и молярное отношение $H_2O:HBr$.
- а) Охарактеризовать квантовыми числами все электроны атома азота в основном состоянии; б) написать электронные формулы атомов теллура и молибдена, а также иона Co^{3+} .
- а) В следующих парах атомов или ионов указать у какой частицы радиус больше: Be и N , Cr^{2+} и Co^{2+} , Rb^+ и Br^- ; б) В следующих парах кислот и оснований выбрать более сильную кислоту (основание): H_2EO_2 и H_2EO_4 ; $CsOH$ и $Ba(OH)_2$. Ответ обосновать.
- Охарактеризуйте валентные возможности атома фосфора. Объясните, почему есть молекулы PF_5 и PCl_5 , а нет молекул NF_5 и NCI_5 ?
- Изобразить схемы перекрывания орбиталей при образовании связей в молекуле муравьиной кислоты исходя из гибридных представлений.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	2	2	2	2	1	1	10

Раздел 1. Контрольная работа №2. Максимальная оценка 10 баллов.

- На основе метода Гиллеспи предсказать геометрию следующих частиц: $SnCl_2$, SbH_3 , PCl_4^+ . Указать полярные молекулы.
- На основе метода МО определить кратность связи кислород-кислород в молекуле O_2 , а также магнитные свойства этой молекулы. Как изменится длина связи при переходе от молекулы O_2 к молекулярному иону O_2^{+} ?
- Рассмотреть на основе метода ВС химическую связь в комплексных ионах $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ и $[Ni(CN)_4]^{2-}$ определить: а) тип гибридизации орбиталей центрального атома, б) геометрию комплекса, в) его магнитные свойства.
- Для проведения ОВР в кислой среде приготовлен 1,2Н раствор бихромата калия, имеющий плотность 1,04 г/мл. Определить молярность и титр этого раствора, а также мольную долю соли в растворе.
- Вычислить среднюю энтальпию связи углерод-кислород в молекуле CO_2 по следующим данным: $\Delta H^0_{обр.CO_2(г)} = -393,5$ кДж/моль;
1) $C(к, графит) = C(г)$; $\Delta H^0_1 = 715,1$ кДж;
2) $O_2(г) = 2O(г)$; $\Delta H^0_2 = 498,4$ кДж.
- Для проведения ОВР, в которой используется бихромат калия как окислитель в кислой среде, приготовлен 2,40 Н раствор этого соединения. Сколько граммов бихромата калия необходимо взять для приготовления 600 мл такого раствора?

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	1,5	1	2	2	2	1,5	10

Раздел 1. Контрольная работа №3. Максимальная оценка 10 баллов.

1. По справочным данным определить при 298,15K константу равновесия процесса $2\text{NO}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$
2. Вычислить равновесную концентрацию $\text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$, если исходная концентрация NO_2 составляла 3 моль/л, а исходная концентрация N_2O_4 была равна нулю.
3. В 2 л воды растворили 5,0 л (н.у.) бромоводорода и получили раствор с плотностью 1,01 г/мл. Вычислить pH этого раствора.
4. Найти концентрацию и pH раствора уксусной кислоты, имеющего степень диссоциации 12%. Кдисс. $\text{CH}_3\text{COOH} = 2 \cdot 10^{-5}$. Сколько мл 70 масс.% раствора уксусной кислоты (плотность 1,07 г/мл) необходимо для приготовления 2,0 л первоначального раствора?
5. По справочным данным определить при 298,15 константу диссоциации синильной кислоты в водном растворе.
6. Написать уравнения окисления кальция концентрированным раствором азотной кислоты, окисления алюминия разбавленным раствором азотной кислоты.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	Σ
Оценка, балл	1,5	1,5	2	2	1,5	1,5	10

Раздел 2. Контрольная работа №1. Максимальная оценка 12 баллов. Контрольная работа содержит 6 вопросов по 2 балла за вопрос.

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BCl}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3$.
2. Написать уравнения реакций:
 $\text{KO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\text{CsH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{AlCl}_3 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{Si} + \text{HF} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
3. Бороводороды (бораны): получение, строение молекул, химические свойства на примере диборана.
4. Сколько граммов RbBr следует добавить к 3 л 0,15 М раствора нитрата диаминсеребра(I), содержащего избыточный аммиак в количестве 1 моль/л, для начала выпадения бромида серебра? Константа устойчивости комплексного иона равна $1,8 \cdot 10^7$, а произведение растворимости бромида серебра – $1 \cdot 10^{-14}$.
5. Написать уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения алюминия, магния и соды.
6. Особенности химии лития.

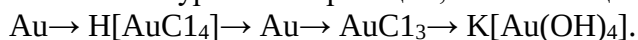
Раздел 2. Контрольная работа №2. Максимальная оценка 12 баллов. Контрольная работа содержит 6 вопросов по 2 балла за вопрос.

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:
 $\text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Se} \rightarrow \dots \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2$.
2. Написать уравнения реакций:
 $\text{Pb} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow$ $\text{PH}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-t} \rightarrow$ $\text{SnO} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
3. Сульфиды сурьмы, мышьяка и висмута: получение, взаимодействие с растворами сульфидов и щелочей.
4. Вычислить pH 4,00 мас.% раствора NaHSO_4 (плотность 1,03 г/мл). Константа диссоциации серной кислоты по второй ступени равна 0,01.
5. Написать уравнения реакций, отражающих химизм процессов зарядки и разрядки свинцового аккумулятора. Написать уравнения реакций взаимодействия олова и свинца с концентрированным раствором азотной кислоты, олова – с избытком разбавленного раствора KOH и при сплавлении с KOH .

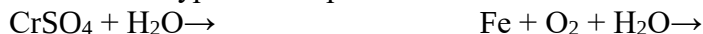
6. 20,73 г XeF₄ растворили в большом объеме воды. При этом выделилась смесь газов с плотностью по водороду 55,72. К оставшемуся раствору при низкой температуре прибавили избыток баритовой воды, что привело к выпадению 73,41 г осадка. При нагревании осадка выше 600 °С образовалась смесь газов, поддерживающих горение, с плотностью по водороду 35,86. Привести уравнения протекающих реакций и объяснить количественные результаты проведенных экспериментов.

Раздел 2. Контрольная работа №3. Максимальная оценка 12 баллов. Контрольная работа содержит 6 вопросов по 2 балла за вопрос.

1. Написать уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:



2. Написать уравнения реакций:



3. Получение хлористого хромила и бихромата калия из соединений хрома (III). Окислительные свойства бихромата калия.

4. Найти pH и степень гидролиза 0,1M раствора формиата калия, если константа диссоциации муравьиной кислоты равна $2 \cdot 10^{-4}$.

5. Написать уравнения реакций растворения золота в селеновой кислоте, серебра – в концентрированном и разбавленном растворах азотной кислоты. Написать уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения марганца, перманганата калия и рения.

6. Даны следующие термодинамические данные ($T = 298,15 \text{ K}$):



Рассчитайте константу равновесия диспропорционирования Cu(I) при этой температуре ($2 \text{ Cu}^{+} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}$).

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины
(экзамен 1 семестр, экзамен 2 семестр).**

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).

Билет для проведения экзамена в 1 семестре содержит 5 вопросов по Разделу 1 рабочей программы дисциплины. Каждый вопрос оценивается максимально в 8 баллов.

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Вычисление длины волны де-Бройля для материального объекта. Как убедиться в появлении волновых свойств материальных объектов?
2. Свойства волновой функции. Понятие об уравнении Шредингера. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме.
3. Характеристика состояния электрона в атоме системой квантовых чисел.
4. Принцип Паули и правило Хунда. Сколько максимально электронов может находиться в N-слое, d-оболочке?
5. Электронный слой, электронная оболочка, электронная орбиталь. Максимальное число электронов в слое, оболочке и на орбитали.
6. Энергия электрона в многоэлектронном атоме. Энергетический ряд атомных орбиталей. Электронные формулы атомов Ni, Se и иона Fe³⁺.

7. Современная формулировка периодического закона. Периодическое изменение свойств на примере энергии ионизации атома и радиуса иона.
8. Атомные и ионные радиусы, как их определяют? Основные закономерности изменения атомных радиусов по периодам и группам периодической системы.
9. Закономерности изменения ионных радиусов (катионы и анионы, d-сжатие, f-сжатие, изоэлектронные ионы).
10. Эффективные заряды атомов в молекулах. Дипольный момент связи, дипольный момент молекулы и ее строение на примерах молекул H_2O и CO_2 .
11. Относительная сила кислородных кислот и оснований (схема Косселя) на примерах HTcO_4 и HMnO_4 ; H_2SeO_4 и H_2SeO_3 ; TlOH и Tl(OH)_3 .
12. Ионная и ковалентная связи, их свойства. Полярная ковалентная связь. Что такое эффективные заряды атомов?
13. Основные положения метода ВС при описании химической связи. Валентные возможности атомов азота, фосфора, фтора и хлора.
14. Донорно-акцепторный механизм образования связи на примере молекул CO , HNO_3 , и ионов BF_4^- , NH_4^+ .
15. Гибридные представления при описании химической связи. Изобразите схемы перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах CO_2 и BCl_3 .
16. Образование кратных связей. Сигма- и пи-связи, их особенности.
17. Процедура наложения валентных схем в методе ВС для описания дробной кратности связи на примерах молекул N_2O , HN_3 , HNO_3 .
18. Модель отталкивания локализованных электронных пар (метод Гиллеспи). Основные положения на примере молекул SO_2 и SO_2Cl_2 .
19. Распределите электроны частицы B_2 по молекулярным орбиталям. Определите кратность связи и магнитные свойства частицы.
20. На основе метода молекулярных орбиталей объясните парамагнитные свойства кислорода. Какова кратность связи в молекулярном ионе O_2^{+} ?
21. Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Поляризация ионов и ее влияние на свойства веществ.
22. Водородная связь: типы водородной связи, порядок величин энтальпий связи. Влияние водородной связи на физико-химические свойства веществ.
23. Типы межмолекулярного взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса).
24. Типичные окислители и восстановители. Приведите примеры.
25. Типы окислительно-восстановительных реакций, приведите примеры.
26. Критерий самопроизвольного протекания ОВР в растворах. Стандартные величины электродных потенциалов. Рассмотрите окисление перманганатом калия в кислой среде ионов Fe^{2+} и Co^{2+} .
27. Формулировка закона Гесса, условия его выполнения. Энтальпии образования и энтальпии сгорания.
28. Следствия из закона Гесса. При каких условиях выполняется этот закон?
29. Энергия Гиббса, энтальпия; их физический смысл. Связь между энергией Гиббса и энтальпией. Что такое энтропийный и энтальпийный факторы?
30. Энергия Гиббса как термодинамическая функция состояния. Определение и свойства. Вычисление энергии Гиббса процессов по справочным данным.
31. Критерий самопроизвольного течения реакций, энтальпийный и энтропийный факторы процесса.
32. Стандартные термодинамические характеристики. Понятие о стандартном состоянии индивидуальных жидких и кристаллических веществ, газов и растворов.
33. Химическое равновесие. Истинное (устойчивое) и кажущееся (кинетическое) равновесие; их признаки.
34. Константа химического равновесия. Связь величин K_p и K_c для газовых равновесий.

35. Принципы построения шкалы стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Как определить стандартную энтальпию образования хлорида калия в водном растворе?
36. Константа химического равновесия. Связь величин K_p и K_c для газовых равновесий.
37. Идеальные и реальные растворы. Активность, коэффициент активности как мера отклонения свойств компонента реального раствора от его свойств в идеальном растворе.
38. Равновесие диссоциации ассоциированных (слабых) электролитов. Закон разбавления Оствальда.
39. Буферные растворы и их свойства на примере смеси растворов муравьиной кислоты и формиата калия.
40. Равновесие диссоциации воды. Ионное произведение воды. Шкала величин pH и pOH. Вычисление pH растворов неассоциированных кислот и оснований.
41. Произведение растворимости как константа равновесия растворения и диссоциации малорастворимого соединения. Связь ПР с растворимостью.
42. Общее выражение для энергии Гиббса химического процесса применительно к выводу условия выпадения осадка малорастворимого соединения.
43. Условия выпадения осадка и растворения малорастворимых электролитов.
44. Основные понятия химии комплексных соединений.
45. Классификация комплексных соединений по виду координируемых лигандов. Номенклатура комплексных соединений.
46. Равновесие диссоциации комплексных соединений. Константа устойчивости и константа нестойкости.
47. Основные положения теории кристаллического поля при описании химической связи в комплексных соединениях.
48. Химическая связь в комплексных ионах с позиций метода валентных связей и теории кристаллического поля.
49. Расчет pH растворов солей, гидролизovaných по катиону.
50. Гидролиз по аниону. Вычисление константы гидролиза по аниону, ее связь с концентрацией соли и pH раствора.
51. Взаимное усиление гидролиза (совместный гидролиз). Полный (необратимый) гидролиз.
52. Протонная теория кислот и оснований. Самодиссоциация растворителей, константа автопротолиза, нивелирующие и дифференцирующие растворители.
53. Электронная теория кислот и оснований, кислоты и основания Льюиса.
54. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Молекулярность и порядок реакции.
55. Зависимость скорости химической реакции от температуры, энергия (энтальпия) активации. Гомогенный и гетерогенный катализ, примеры.

8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен).

Билет для проведения экзамена во 2 семестре содержит 6 вопросов по Разделу 2 рабочей программы дисциплины. Вопрос 1-4 – максимально 6 баллов, вопросы 5 и 6 – максимально 8 баллов.

1. Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.
2. Особенности соединений лития по сравнению с соединениями других щелочных металлов.
3. Гидриды, оксиды, пероксиды, гидроксиды щелочных металлов: химическая связь в соединениях, получение и свойства.

4. Получение натрия, гидроксида натрия и карбоната натрия в промышленности.
5. Взаимодействие с растворами щелочей: а) амфотерных металлов; б) неметаллов; в) кислотных оксидов; г) амфотерных оксидов.
6. Особенности соединений бериллия по сравнению с соединениями щелочно-земельных металлов.
7. Общая характеристика солей бериллия, магния и щелочно-земельных металлов, их растворимость и гидролиз.
8. Получение оксида, гидроксида кальция и хлорной извести в промышленности.
9. Общая характеристика и химические свойства бора, его получение.
10. Борный ангидрид, борные кислоты и их соли: получение, строение и свойства.
11. Бороводороды: получение, строение молекул и свойства. Борогидриды металлов.
12. Общая характеристика и химические свойства алюминия, индия, галлия и таллия.
13. Получение алюминия, его оксида и гидроксида в промышленности.
14. Оксид, гидроксид и соли алюминия: их получение и свойства.
15. Общая характеристика и химические свойства углерода.
16. Оксиды углерода (II, IV): получение в промышленности и в лаборатории, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Карбонилы металлов.
17. Общая характеристика и химические свойства кремния.
18. Получение кремния, силиката натрия и стекла в промышленности.
19. Кварц, кремниевые кислоты, силикаты, гексафторокремниевая кислота: получение и свойства.
20. Общая характеристика и химические свойства германия, олова и свинца.
21. Оксиды и гидроксиды олова и свинца: их взаимодействие с кислотами и щелочами, окислительно-восстановительные свойства.
22. Сульфиды олова и свинца: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Отношение к действию $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$.
23. Общая характеристика и химические свойства азота.
24. Оксиды азота: получение, строение молекул, окислительно-восстановительные свойства.
25. Аммиак и гидразин: получение, химическая связь и строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
26. Реакции термического разложения солей аммония: нитриты, нитрата, бихромата, сульфата, хлорида.
27. Гидроксиламин, азотистоводородная кислота и ее соли: химическая связь и строение молекул, получение и свойства.
28. Взаимодействие металлов с азотной кислотой.
29. Царская водка и её окислительные свойства на примере реакций с золотом, платиной, сульфидом ртути.
30. Реакции термического разложения нитратов различных металлов.
31. Общая характеристика и химические свойства фосфора его получение в промышленности.
32. Оксиды фосфора: получение, строение молекул и свойства.
33. Фосфорноватистая и фосфористая кислоты: получение, строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Фосфиты и гипофосфиты.
34. Кислоты фосфора (+5) и качественные реакции на них. Получение фосфорной кислоты в промышленности.
35. Общая характеристика и химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута.
36. Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута: их отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Тиокислоты и их соли.
37. Галогениды мышьяка, сурьмы и висмута: их получение и гидролиз. Тиокислоты и тиосоли.

38. Получение кислорода и пероксида водорода в промышленности и в лаборатории.
39. Реакции пероксида водорода в роли окислителя и восстановителя.
40. Общая характеристика и химические свойства серы, селена и теллура.
41. Получение и свойства сероводорода. Растворимость и гидролиз сульфидов. Отношение сульфидов к кислотам.
42. Кислородсодержащие кислоты серы, селена и теллура: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
43. Взаимодействие металлов с серной кислотой.
44. Получение серной кислоты и сероводорода в промышленности.
45. Взаимодействие неметаллов с концентрированными серной и азотной кислотами.
46. Получение водорода в промышленности.
47. Общая характеристика и химические свойства галогенов.
48. Получение хлора, брома и хлората калия в промышленности.
49. Водородные соединения галогенов: получение и свойства.
50. Ассоциация молекул фтороводорода. Дифторид калия.
51. Окислительное действие хлора и брома в щелочной среде.
52. Оксиды хлора и иода: получение и свойства.
53. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств кислородсодержащих кислот галогенов.
54. Получение и гидролиз галогенангидридов.
55. Фториды ксенона: получение, строение молекул и химические свойства.
56. Общая характеристика и химические свойства меди, серебра, золота.
57. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы цинка.
58. Соли цинка, кадмия и ртути, их гидролиз. Амидные соединения ртути. Соединения $Hg_2(II)$ получение и свойства.
59. Общая характеристика и химические свойства подгруппы скандия.
60. Общая характеристика и химические свойства металлов подгруппы титана.
61. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы ванадия.
62. Общая характеристика и химические свойства хрома, молибдена и вольфрама.
63. Соединения хрома (II и III): получение и свойства.
64. Реакции хромата (дихромата) калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
65. Хромовый ангидрид, хроматы и дихроматы: получение и химические свойства. Хромовая смесь.
66. Общая характеристика и химические свойства марганца, технеция и рения.
67. Соединения марганца (II): получение и свойства. Диоксид марганца, манганаты и перманганаты. Марганцовая кислота и ее ангидрид.
68. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
69. Общая характеристика и химические свойства железа, кобальта и никеля.
70. Получение и свойства гидроксидов и солей железа (II и III). Качественные реакции на ионы железа.
71. Общая характеристика и химические свойства платиновых металлов.
72. Общая характеристика и химические свойства лантаноидов.
73. Общая характеристика и химические свойства актиноидов.
74. Получение железа, никеля, хрома и марганца в промышленности.
75. Пирометаллургические способы получения металлов (свинец, медь, цинк) из сульфидных руд.
76. Окислительное действие нитрата калия и хлората калия при нагревании (сплавлении).
77. Образование аммиакатов и гидроксокомплексов металлов и их разрушение кислотами и при нагревании.

78. Реакции термического разложения некоторых кислых солей (NaHCO_3 , NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , NaHSO_4).
79. Гидролиз солей (по катиону, по аниону, одновременный гидролиз двух солей).

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры экзаменационных билетов

Экзамен по дисциплине «Общая и неорганическая химия» проводится в 1 и 2 семестрах и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 5 вопросов в первом семестре и 6 вопросов во втором семестре, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки – 40 баллов.

<i>«Утверждаю» Зав.кафедрой общей и неорганической химии</i> _____ Свириденкова Н.В. « » _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра общей и неорганической химии 04.03.01 Химия Профиль – «Теоретическая и экспериментальная химия» Дисциплина «Общая и неорганическая химия» (Раздел 1. Принципы химии)
Билет № - Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Объясните парамагнитные свойства кислорода и найдите кратность связи в O_2 и O_2^+. - Константа химического равновесия. Соотношение величин K_p и K_c для газовых равновесий. Связь $\Delta G^\circ_{\text{хим.реакции}}$ и константы равновесия. - Для растворения 1,0 г металла необходимо 49 г 5 масс.% раствора серной кислоты. Найдите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Какой это металл? - К 200 см³ раствора, содержащего 10 масс.% HNO_3 и имеющего плотность 1,054 г/см³ прибавили 100 см³ воды. Вычислите молярность полученного раствора. - Напишите уравнения реакций: а) $\text{K}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ б) $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \text{ разб.} \rightarrow$ в) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ г) $\text{ZnSO}_4 + \text{NH}_3 \text{ (избыток)} \rightarrow$	

<i>«Утверждаю» Зав.кафедрой общей и неорганической химии</i> _____ Свириденкова Н.В. « » _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра общей и неорганической химии 04.03.01 Химия Профиль – «Теоретическая и экспериментальная химия» Дисциплина «Общая и неорганическая химия» (Раздел 2. Химия элементов)
Билет № - Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы ванадия. - Получение, строение молекул и свойства оксидов фосфора. Качественные реакции на фосфорные кислоты.	

3. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
4. Найдите pH 0,01M раствора NH_4NO_3 . Константа диссоциации NH_4OH равна $1,8 \cdot 10^{-5}$.
5. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4$.
6. Напишите уравнения реакций:

а) $\text{Cl}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	в) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
б) $\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Au} \rightarrow$	г) $\text{NiCl}_2 + \text{KCN}(\text{изб.}) \rightarrow$

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. Учебник для вузов. М.: Химия, 2000. 592с.
2. Практикум по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: ТИД «Альянс», 2004. 249 с.
3. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 1. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 186 с.
4. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 2. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 150 с.
5. Алекса А.А., Ахапкина Т.Е., Барботина Н.Н. и др. Неорганическая химия. Вопросы и задачи: в 2 ч. Ч.1. - М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. -116 с.
6. Барботина Н.Н., Горбунов А.В. и др. Неорганическая химия. Вопросы и задачи: в 2 ч. Ч.2. - М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. -116 с.
7. Артёмкина И.М., Артёмкина Ю.М., Дупал А.Я., Кожевникова С.В., Свириденкова Н.В., Соловьев С.Н., Щербаков В.В. Индивидуальная домашняя работа по общей и неорганической химии в примерах и задачах. 2022. - 144 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Соловьев С.Н. Начала химии. Элементы строения вещества (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 108 с.
2. Соловьев С.Н. Начала химии. Теоретические основы химии (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 148 с.
3. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 1. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
4. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 2. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
5. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия s-элементов. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2014. 131 с.
6. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия p-элементов. Группы бора и углерода. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2015. 295 с.
7. Ляшенко С.Е. Неорганическая химия группы кислорода, водорода и фтора, гелия, хрома, марганца, меди, цинка и триада железа: учебное пособие / С. Е. Ляшенко. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 75 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
 - Презентации к лекциям.
 - Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.
- Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect.
Доступ к коллекциям «CHEMISTRY» и «CHEMICALENGINEERING» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство American Chemical Society (ACS)
Издает самые цитируемые химические журналы, по данным ISI Journal Scitation Reports. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство Taylor & Francis
Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе по естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания Nature Publishing Group (NPG) Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. - научное издание широкого профиля, обладающее самым высоким индексом цитирования;
- "Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство Wiley-Blackwell
Предоставляет доступ к более чем 1300 журналам.
Ресурс охватывает широкий спектр тематических направлений по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии. Глубина архива (в основном) с 1996 года. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www3.interscience.wiley.com>.

Издательство **SPRINGER**
Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал **SCIENCE**
Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их. Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.
Адрес для работы: <http://www.science.com>

The Royal Society of Chemistry
Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)
Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеолекции проф. Соловьёва С.Н., проф. Кузнецова В.В.;
- компьютерные презентации лекций;
- электронный лабораторный журнал;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для самоконтроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;

– YouTube-канал кафедры общей и неорганической химии – Режим доступа: <https://www.youtube.com/channel/UCBCWlQ4yXL5PFScSIHS-fQg> (дата обращения: 15.04.2024).

Средства обеспечения освоения дисциплины доступны на учебном портале moodle.muctr.ru

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Общая и неорганическая химия» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Оборудованная лаборатория: аквадистилляторы ДЭ-10 ЭМО; аквадистиллятор АЭ-25 ООО «Ливам ПФ», рН-метры с автоматической и ручной компенсацией температуры ИПЛ 301, рН-метр-милливольтметр рН-420; стандарт-титр рН метрия общая ООО «ХИМТИТРЫ», лабораторные электронные весы: весы Citizen Scale CY-223, весы Citizen Scale CY-124C, весы электронные аналитические MB-210A, весы аналитические AND HR-100AG, весы OHAUS V11P15, весы Citizen Scale CY-1202, весы лабораторные ВЛТЭ-510С, весы порционные AND HT-500 (500г, 0,1г, внешняя калибровка), весы Citizen Scale CY-224; колбонагреватель КН-500 Stegler, мешалка магнитная STEGLER HS с подогревом, спектрофотометр однолучевого СФ-104 с разделением светового потока сканирующий, спектрофотометр однолучевой СФ-102 с разделением светового потока ионометр И-510, шкафы сушильные ШС-40-ПЗ; шкаф сушильный (тип 2) ШС-40-02 СПУ мод. 2204, шкаф сушильный (тип 1) ШС-20-02 СПУ мод. 2202, шкаф сушильный (тип 3) ШС-80-02 СПУ мод. 2208 жидкостной циркуляционный термостат ВТ10-1 (+20...+100 °С), термостат жидкостной LOIP LT 124а; ВТ3-1 (+20...+100 °С); ВТ5-1 (+20...+100 °С) жидкостной

циркуляционный термостат, 5 л.; электрическая плита IRIT IR-8004 IRIT; столик подъемный лабораторный металлический (тип 1) HB-150 Stegler, сушилка для пробирок (тип 1) 0362A (полипропилен) Stegler, сушилка для пробирок (тип 2) 0362B (полипропилен) Stegler.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к Разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.muctr.ru.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки

Раздел 1. Принципы химии	<i>Знает:</i> – электронное строение атомов и молекул; – основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии; – основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; – методы описания химических равновесий в растворах электролитов, – строение и свойства координационных соединений; <i>Умеет:</i> – выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; – прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов; – основными навыками работы в химической лаборатории; – экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.	Оценка за индивидуальное домашнее задание (1 семестр) Оценка за лабораторный практикум (1 семестр) Оценка за контрольные работы (1 семестр) Оценка за экзамен (1 семестр)
Раздел 2. Химия элементов	<i>Знает:</i> – электронное строение атомов и молекул; – основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии; – основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; – методы описания химических равновесий в растворах электролитов, – строение и свойства координационных соединений; – получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ; <i>Умеет:</i>	Оценка за индивидуальное домашнее задание (2 семестр) Оценка за лабораторный практикум (2 семестр) Оценка за контрольные работы (2 семестр)

	– выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; – использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач; – выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; <i>Владеет:</i> – теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов; – основными навыками работы в химической лаборатории; – экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.	Оценка за экзамен (2 семестр)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы неорганического синтеза»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена

заведующей кафедры общей и неорганической химии кандидатом химических наук,
Свириденковой Н.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии
РХТУ им. Д.И. Менделеева «28» мая 2024 г., протокол №6

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цель и задачи дисциплины	4
2.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	8
4.	Содержание дисциплины	9
4.1.	Разделы дисциплины и виды занятий	9
4.2.	Содержание разделов дисциплины	9
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	13
6.	Практические и лабораторные занятия	15
6.1.	Практические занятия	15
6.2.	Лабораторные занятия	15
7.	Самостоятельная работа	15
8.	Фонд оценочных средств для контроля освоения дисциплины	16
8.1.	Примерная тематика индивидуальной домашней работы.	16
8.2.	Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины. Примеры контрольных работ	16
8.3.	Структура и примеры билетов зачета	18
9.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	19
9.1.	Рекомендуемая литература	19
9.2.	Рекомендуемые источники научно-технической информации	20
9.3.	Средства обеспечения освоения дисциплины	20
10.	Методические указания для обучающихся	21
10.1.	Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий	22
10.2.	Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий	22
11.	Методические указания для преподавателей	22
11.1.	Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий	22
11.2.	Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий	22
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	23
13.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	33
13.1.	Оборудование, необходимое в образовательном процессе	33
13.2.	Учебно-наглядные пособия	33

14.	Требования к оценке качества освоения программы	33
15.	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	34

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 04.03.01 Химия, рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ.

Программа относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и рассчитана на изучение дисциплины в 8 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической и практической подготовкой в области математики, физики, неорганической химии, органической химии, информатики.

Цель дисциплины состоит в развитии и углублении общих приемов работы в лаборатории неорганического синтеза, общетеоретических знаний по химии, знаний о свойствах неорганических веществ и тем самым подготовить студентов к выполнению синтетических задач. Особое внимание уделяется обучению приемам неорганического синтеза, планированию синтеза.

Основными **задачами** изучения дисциплины «Основы неорганического синтеза» является ознакомление студентов с методами синтеза различных классов соединений с привлечением теоретического материала по каждой теме, обучению методам установления строения и идентификации неорганических соединений. Знакомство с различными справочными пособиями.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижений**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
	ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.
Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке; ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- предмет и объекты неорганического синтеза.
- место неорганического синтеза в ряду других химических дисциплин; её значение в жизни современного общества
- современные требования к химическим реактивам.
- проблемы техники безопасности
- основные приемы очистки веществ
- технологии синтеза неорганических веществ в промышленных и лабораторных условиях

уметь:

- выбирать методику синтеза конкретных веществ
- объяснять процессы, происходящие при синтезе конкретных веществ
- правильно и безопасно использовать соответствующее лабораторное оборудование и реактивы
- производить расчеты по химическим формулам и уравнениям
- определять выход продукта и массы исходных веществ, необходимых для получения веществ заданной массы
- составлять отчеты по проделанной работе с анализом ошибок при выполнении работ по синтезу веществ.

владеть:

- техникой и методикой химического эксперимента, включая технику безопасности при проведении неорганического синтеза

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Программа относится к вариативной части учебного плана и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической и практической подготовкой в области математики, физики, неорганической химии, органической химии, информатики. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета.

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80,4	2,23	80,4
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	1,33	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,77	99,6	2,77	99,6
Контактная самостоятельная работа	2,77	0,4	2,77	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		99,2		99,2
Виды контроля:				
Вид контроля	Зачет с оценкой			

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	135	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	60,3	2.23	60.3
Лекции	0.89	42	0.89	24
Практические занятия (ПЗ)	1.33	36	1.33	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2.77	74.7	2.77	24
Контактная самостоятельная работа	2.77	0,3	2.77	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		23,8		23,8
Виды контроля:				
Вид контроля	Зачет с оценкой			

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел	Название раздела	Часов		
		Всего	Ауд.	СР
1.	– техника выполнения синтеза неорганических веществ	36	12	24
2.	– методы получения известных неорганических веществ в лаборатории и промышленности	72	24	48
3.	– Основные методы синтеза сложных неорганических веществ в промышленности и лаборатории	72	24	48
	Всего часов	180	60	120

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. техника выполнения синтеза неорганических веществ

. Требования к чистоте реактивов. Физико-химические константы и их определение.

Методы разделения неорганических смесей: осаждение, фильтрование, перегонка и др

Способы очистки веществ: кристаллизации из растворов, очистка водных растворов солей обработкой порошкообразными металлами Способы очистки веществ: сульфидами или гидроксидами; хроматографический метод и др.

Раздел 2. методы получения известных неорганических веществ в лаборатории и промышленности

Основные лабораторные способы синтеза неорганических веществ: восстановление водородом реакции гидрирования; металлотермические способы получения металлов, их сплавов и неметаллов

Основные лабораторные способы синтеза неорганических веществ: получение металлов и неметаллов восстановлением водных растворов солей; хлорирование, бронирование и йодирование металлов, неметаллов и оксидов.

Раздел 3. Основные методы синтеза новых неорганических веществ в промышленности и лаборатории

Получение неорганических веществ новыми экспериментальными методами

Масштабирование принципиально новых способ получения неорганических веществ в промышленные масштабы

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Знать:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
1.	предмет и объекты неорганического синтеза.			+
2.	место неорганического синтеза в ряду других химических дисциплин; её значение в жизни современного общества	+		
3.	современные требования к химическим реактивам		+	
4.	проблемы техники безопасности			+
5.	основные приемы очистки веществ		+	
6.	технологии синтеза неорганических веществ в промышленных и лабораторных условиях	+		
	Уметь:			
7.	выбирать методику синтеза конкретных веществ	+		
8.	объяснять процессы, происходящие при синтезе конкретных веществ		+	
9.	правильно и безопасно использовать соответствующее лабораторное оборудование и реактивы	+		
10.	определять выход продукта и массы исходных веществ, необходимых для получения веществ заданной массы	+		
11.	составлять отчеты по проделанной работе с анализом ошибок при выполнении работ по синтезу веществ			+
	Владеть:			
12.	техникой и методикой химического эксперимента, включая технику безопасности при проведении неорганического синтеза	+		+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные, общепрофессиональные и профессиональные <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> :					
1 1.	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей	+	+	+
1 2.	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций	+	+	+
1 3.	ПК-1-н. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.	ПК-1-н.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	+	+	+

1 4.	ПК-3-н.Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3-н.2.Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Учебным планом подготовки химиков по направлению 04.03.01 Фундаментальная и прикладная химия предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Основы неорганического синтеза» в объеме 48 часов (1,33 зач. ед.) в 8 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на расширение знаний о строении химических соединений, закрепление знаний, полученных студентом на лекционных занятиях путем решения ряда практических задач.

Примерный перечень практических занятий

Раздел	Темы практических занятий
Раздел 1. Техника выполнения синтеза неорганических веществ	Методы разделения смесей неорганических веществ
	Методы очистки неорганических веществ
	Методы качественного и количественного анализа в неорганической химии
Раздел 2. Методы получения известных неорганических веществ в лаборатории и промышленности	Синтез простых неорганических веществ
	Синтез сложных неорганических веществ
Раздел 3. Методы синтеза ранее не изученных неорганических веществ с целью их дальнейшего изучения.	Лабораторный синтез новых неорганических веществ
	Промышленное производство новых неорганических веществ

6.2. Лабораторные работы.

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Учебной программой дисциплины «Основы неорганического синтеза» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 72 час. в 8 семестре.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- Ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- регулярную подготовку к практическим занятиям, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика индивидуальной домашней работы.

Индивидуальная домашняя работа по курсу выполняется в 8 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка индивидуальной домашней работы – 15 баллов.

Раздел	Примерные темы индивидуальной домашней работы
Раздел 1.	Построение полярных диаграмм для гибридных волновых функций

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Примеры контрольных работ

Для текущего контроля предусмотрены 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 15, 15 и 15 баллов соответственно.

Раздел	Примерные темы контрольных работ
Раздел 1. Техника выполнения синтеза неорганических веществ	Контрольная работа. Методы разделения смесей, техника очистки, анализа неорганических веществ
Раздел 2. Методы получения известных неорганических веществ в лаборатории и промышленности	Контрольная работа. Синтез изученных неорганических веществ
Раздел 3. Методы синтеза ранее не изученных неорганических веществ с целью их дальнейшего изучения	Контрольная работа. Синтез новых неорганических веществ

8.3. Вопросы для итоговой контрольной работы. Структура и примеры варианта итоговой контрольной работы.

Итоговая контрольная работа по дисциплине «Строение вещества» проводится в 5 семестре в письменной форме. На выполнение заданий отводится 90 минут.

Билет для проведения итоговой контрольной работы содержит 4 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 10 баллов. Общая оценка по дисциплине складывается путем суммирования оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимум 15 баллов), контрольные работы (максимум 45 баллов) и итоговую контрольную работу (максимум 40 баллов). Максимальная оценка – 100 баллов.

Примеры вопросов итоговой контрольной работы

1. Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.
2. Особенности соединений лития по сравнению с соединениями других щелочных металлов.
3. Гидриды, оксиды, пероксиды, гидроксиды щелочных металлов: химическая связь в соединениях, получение и свойства.
4. Получение натрия, гидроксида натрия и карбоната натрия в промышленности.
5. Взаимодействие с растворами щелочей: а) амфотерных металлов; б) неметаллов; в) кислотных оксидов; г) амфотерных оксидов.
6. Особенности соединений бериллия по сравнению с соединениями щелочно-земельных металлов.

7. Общая характеристика солей бериллия, магния и щелочно-земельных металлов, их растворимость и гидролиз.
8. Получение оксида, гидроксида кальция и хлорной извести в промышленности.
9. Общая характеристика и химические свойства бора, его получение.
10. Борный ангидрид, борные кислоты и их соли: получение, строение и свойства.
11. Бороводороды: получение, строение молекул и свойства. Борогидриды металлов.
12. Общая характеристика и химические свойства алюминия, индия, галлия и таллия.
13. Получение алюминия, его оксида и гидроксида в промышленности.
14. Оксид, гидроксид и соли алюминия: их получение и свойства.
15. Общая характеристика и химические свойства углерода.
16. Оксиды углерода (II, IV): получение в промышленности и в лаборатории, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Карбонилы металлов.
17. Общая характеристика и химические свойства кремния.
18. Получение кремния, силиката натрия и стекла в промышленности.
19. Кварц, кремниевые кислоты, силикаты, гексафторокремниевая кислота: получение и свойства.
20. Общая характеристика и химические свойства германия, олова и свинца.
21. Оксиды и гидроксиды олова и свинца: их взаимодействие с кислотами и щелочами, окислительно-восстановительные свойства.
22. Сульфиды олова и свинца: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Отношение к действию $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$.
23. Общая характеристика и химические свойства азота.
24. Оксиды азота: получение, строение молекул, окислительно-восстановительные свойства.
25. Аммиак и гидразин: получение, химическая связь и строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
26. Реакции термического разложения солей аммония: нитриты, нитрата, бихромата, сульфата, хлорида.
27. Гидроксиламин, азотистоводородная кислота и ее соли: химическая связь и строение молекул, получение и свойства.
28. Взаимодействие металлов с азотной кислотой.
29. Царская водка и её окислительные свойства на примере реакций с золотом, платиной, сульфидом ртути.
30. Реакции термического разложения нитратов различных металлов.
31. Общая характеристика и химические свойства фосфора его получение в промышленности.
32. Оксиды фосфора: получение, строение молекул и свойства.
33. Фосфорноватистая и фосфористая кислоты: получение, строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Фосфиты и гипофосфиты.
34. Кислоты фосфора (+5) и качественные реакции на них. Получение фосфорной кислоты в промышленности.
35. Общая характеристика и химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута.
36. Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута: их отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Тиокислоты и их соли.
37. Галогениды мышьяка, сурьмы и висмута: их получение и гидролиз. Тиокислоты и тиосоли.
38. Получение кислорода и пероксида водорода в промышленности и в лаборатории.
39. Реакции пероксида водорода в роли окислителя и восстановителя.
40. Общая характеристика и химические свойства серы, селена и теллура.
41. Получение и свойства сероводорода. Растворимость и гидролиз сульфидов. Отношение сульфидов к кислотам.

42. Кислородсодержащие кислоты серы, селена и теллура: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
43. Взаимодействие металлов с серной кислотой.
44. Получение серной кислоты и сероводорода в промышленности.
45. Взаимодействие неметаллов с концентрированными серной и азотной кислотами.
46. Получение водорода в промышленности.
47. Общая характеристика и химические свойства галогенов.
48. Получение хлора, брома и хлората калия в промышленности.
49. Водородные соединения галогенов: получение и свойства.
50. Ассоциация молекул фтороводорода. Дифторид калия.
51. Окислительное действие хлора и брома в щелочной среде.
52. Оксиды хлора и иода: получение и свойства.
53. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств кислородсодержащих кислот галогенов.
54. Получение и гидролиз галогенангидридов.
55. Фториды ксенона: получение, строение молекул и химические свойства.
56. Общая характеристика и химические свойства меди, серебра, золота.
57. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы цинка.
58. Соли цинка, кадмия и ртути, их гидролиз. Амидные соединения ртути. Соединения $\text{Hg}_2(\text{II})$ получение и свойства.
59. Общая характеристика и химические свойства подгруппы скандия.
60. Общая характеристика и химические свойства металлов подгруппы титана.
61. Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы ванадия.
62. Общая характеристика и химические свойства хрома, молибдена и вольфрама.
63. Соединения хрома (II и III): получение и свойства.
64. Реакции хромата (дихромата) калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
65. Хромовый ангидрид, хроматы и дихроматы: получение и химические свойства. Хромовая смесь.
66. Общая характеристика и химические свойства марганца, технеция и рения.
67. Соединения марганца (II): получение и свойства. Диоксид марганца, манганаты и перманганаты. Марганцовая кислота и ее ангидрид.
68. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
69. Общая характеристика и химические свойства железа, кобальта и никеля.
70. Получение и свойства гидроксидов и солей железа (II и III). Качественные реакции на ионы железа.
71. Общая характеристика и химические свойства платиновых металлов.
72. Общая характеристика и химические свойства лантаноидов.
73. Общая характеристика и химические свойства актиноидов.
74. Получение железа, никеля, хрома и марганца в промышленности.
75. Пирометаллургические способы получения металлов (свинец, медь, цинк) из сульфидных руд.
76. Окислительное действие нитрата калия и хлората калия при нагревании (сплавлении).
77. Образование аммиакатов и гидроксокомплексов металлов и их разрушение кислотами и при нагревании.
78. Реакции термического разложения некоторых кислых солей (NaHCO_3 , NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , NaHSO_4).
79. Гидролиз солей (по катиону, по аниону, одновременный гидролиз двух солей).
- 80.

Вариант № 1

1. Получение, строение молекул и свойства оксидов фосфора. Качественные реакции на фосфорные кислоты. Эффект Яна-Теллера и его влияние на свойства комплексных соединений.
 2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4$
 3. Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.
 4. Напишите уравнения реакций:
а) $\text{Cl}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
б) $\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Au} \rightarrow$
→
- в) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
г) $\text{NiCl}_2 + \text{KCN}(\text{изб.})$

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	10	10	10	10	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. Учебник для вузов. М.: Химия, 2000. 592с.
2. Практикум по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: ТИД «Альянс», 2004. 249 с.
3. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 1. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 186 с.
4. Власенко К.К., Дупал А.Я., Соловьев С.Н. Домашние задания по общей и неорганической химии. Часть 2. РХТУ им.Д.И.Менделеева. 2015. 150 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Соловьев С.Н. Начала химии. Элементы строения вещества (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 108 с.
2. Соловьев С.Н. Начала химии. Теоретические основы химии (конспект лекций, задачи, упражнения). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 148 с.
3. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 1. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
4. Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений. Часть 2. Конспект лекций, задачи и упражнения. 2011. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 149 с.
5. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия s-элементов. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2014. 131 с.
6. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия p-элементов. Группы бора и углерода. РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2015. 295 с.
7. Ляшенко С.Е. Неорганическая химия группы кислорода, водорода и фтора, гелия, хрома, марганца, меди, цинка и триада железа: учебное пособие / С. Е. Ляшенко. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 75 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ) ISSN0203-6088;
- «Координационная химия» ISSN 0132-344X;

- «Журнал неорганической химии» ISSN0044-457X;
- «Электрохимия» ISSN 0424-8570;
- «InorganicaChimicaActa» ISSN 0020-1693;
- «Dalton Transactions» ISSN 1477-9234;
- «Angewandte Chemie International Edition» ISSN 1433-7851;

Политематические базы данных (БД):

- США: CAPLUS; COMPENDEX;
- Великобритания: INSPEC;
- Франция: PASCAL.

9.3 Средства обеспечения усвоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения усвоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 235);
- банк тестовых заданий для текущего контроля усвоения дисциплины (общее число вопросов – 200);
- банк тестовых заданий для итогового контроля усвоения дисциплины (общее число вопросов – 200).

Для усвоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

- **Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273–ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим**

доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.05.2020).

- **Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно–методических объединений и научно–методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа:** <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.05.2020).

- **Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс].**

Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 20.05.2020).

При усвоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.05.2020).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.05.2020).

- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.05.2020).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы студента направлены на повышение регулярности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Основы неорганического синтеза» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, материалов практических занятий, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

Контрольные работы

Проводятся 3 контрольные работы в часы практических занятий. Продолжительность контрольных работ – по 60 минут.

На шестой неделе проводится **1-я контрольная работа**, которая состоит из четырех заданий по теме «Техника синтеза неорганических веществ»

На одиннадцатой неделе проводится **2-я контрольная работа**, которая включает в себя 4 задания по теме «Методы синтеза известных неорганических веществ»

На пятнадцатой неделе проводится **3-я контрольная работа**, которая состоит из пяти заданий по теме «Теоретические методы синтеза новых неорганических веществ»

На шестнадцатой неделе проводится **итоговая контрольная работа**, которая состоит из четырех заданий по всем темам. Максимальная оценка итоговой контрольной работы составляет 40 баллов

Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов. Она складывается путем суммирования оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимум 15 баллов), контрольные работы (максимум 45 баллов),

10.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «Основы неорганического синтеза» изучается в 8 семестре.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по курсу "Основы неорганического синтеза", является изложение вопросов синтетического получения промышленными и лабораторными способами требуемых неорганических веществ. В курсе также рассматриваются вопросы синтеза новых неорганических веществ в научно-исследовательских целях

Для лучшего усвоения и закрепления излагаемого на лекциях материала по основным разделам курса предполагается выполнение упражнений и индивидуального домашнего задания. Умение решать задачи позволяет студентам более глубоко понять основные

теоретические концепции строения вещества, что способствует успешному освоению курса квантовой химии.

На практических занятиях рекомендуется рассмотреть следующие вопросы:

- техника выполнения синтеза неорганических веществ
- методы получения известных неорганических веществ в лаборатории и промышленности
- методы синтеза ранее не изученных неорганических веществ с целью их дальнейшего изучения

Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия.

11.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);
- учебные курсы, интегрированные в LMSMoodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2020 составляет 1 715 452 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 Срок действия с «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Дополнительный Договор № 33.03-Р-3.1-2217/2020 от 02.03.2020 г. Сумма договора- 30 994-52 Срок действия с «02» марта 2020 г. по «25» сентября 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки"-изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика»-изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент»- изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.

		Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 Срок действия Договора с «26» сентября 2020г. по «25» сентября 2021г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	
2	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 189-2647А/2019 От 09.01.2020 г. Сумма договора – 601110-00 С «01» января.2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора - 398 840-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя, Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор № 33.03-Р-3.1-2047/2019 от 25 февраля 2020 г. Сумма договора - 100 000-00 С «25» февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, договор № 33.03-Р-3.1 2087/2019 Сумма договора – 1100017-00 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.

7	Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	Принадлежность сторонняя-«Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г. Сумма договора - 324 000-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г. Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
8	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность сторонняя-ООО «Политехресурс» Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г. Сумма договора-36 500-00 С «17» марта 2020 г. по «16» марта 2021 г Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

9	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность сторонняя- ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г. Сумма договора-30 000-00 С «20» марта 2020 г. по «19» марта 2021г Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
10	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека» Договор № SIO-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г. Сумма договора-90 000-00 Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ	Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета
11	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 694 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.

		удаленный доступ после индивидуальной регистрации.	
12	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 09.10.2020 г. № 1162 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – https://orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
13	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 637 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotaccess	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.07.2020 г. № 712 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.

15	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1lj2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
16	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ - Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group https://www.nature.com/siteindex/index.html - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/ - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/ - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/ - Nano Database https://goo.gl/PdhJdo

			Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com
17	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 25.06.2020 г. № 635 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
18	Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 772 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам. Удаленный доступ.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.
19	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1188 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP).

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.scitation.org/remote-access	
20	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Удаленный доступ.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
21	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Строение вещества» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью. Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине.

Электронные презентации к разделам дисциплины.

Справочные материалы в печатном и электронном виде.

Кафедральные библиотеки электронных изданий.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами.

Проекторы и экраны.

Копировальные аппараты.

Локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедра библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2007	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номер лицензии 42931328	5	бессрочная

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Техника выполнения синтеза неорганических веществ	Знает: -место неорганического синтеза в ряду других химических дисциплин; -её значение в жизни современного общества технологии синтеза неорганических веществ в промышленных и лабораторных условиях Умеет: -выбирать методику синтеза конкретных веществ -правильно и безопасно использовать соответствующее лабораторное оборудование и реактивы -определять выход продукта и массы исходных веществ, необходимых для получения веществ заданной массы Владеет: - техникой и методикой химического эксперимента, включая технику безопасности при проведении неорганического синтеза	Оценка за индивидуальное домашнее задание Оценка за 1 контрольную работу Оценка за итоговую контрольную работу.
Раздел 2. Методы синтеза известных неорганических веществ в промышленности и лаборатории	Знает: -современные требования к химическим реактивам -основные приемы очистки веществ Умеет: -объяснять процессы, происходящие при синтезе конкретных веществ	Оценка за индивидуальное домашнее задание Оценка за 2 контрольную работу Оценка за итоговую контрольную работу.
Раздел3. Методы синтеза новых неорганических веществ в лаборатории и промышленности	Знает: -предмет и объекты неорганического синтеза. -проблемы техники безопасности Умеет: -составлять отчеты по проделанной работе с анализом ошибок при выполнении работ по синтезу веществ Владеет:	Оценка за индивидуальное домашнее задание Оценка за 3 контрольную работу Оценка за итоговую контрольную работу.

	- техникой и методикой химического эксперимента, включая технику безопасности при проведении неорганического синтеза	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
к рабочей программе дисциплины «Основы неорганического синтеза»
основной образовательной программы
по направлению подготовки
04.03.01 Химия
профиль «Теоретическая и экспериментальная химия»
Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		.
2.		

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Свойства и применение поверхностно-активных веществ»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 31 » августа 2024 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры коллоидной химии, к.х.н. К.И. Киенской

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры коллоидной химии
« 18 » апреля 2024 г., протокол № 11/1

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 – Химия и профиль «Теоретическая и экспериментальная химия»**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой коллоидной химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Свойства и применение поверхностно-активных веществ»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической, коллоидной и аналитической химии.

Целью дисциплины является получение и последующее применение студентами ключевых представлений о свойствах, методах получения и анализа поверхностно-активных веществ (ПАВ); а также методологических подходов, направленных на решение проблем, связанных с использованием ПАВ в различных областях научной и практической деятельности человека.

Задачи дисциплины:

- знакомство с особенностями строения ПАВ, их классификацией;
- получение представления о физико-химических и коллоидно-химических методах исследования растворов ПАВ; а также методах оценки поведения ПАВ на различных границах раздела фаз;
- освоение теоретических основ получения дисперсных систем, стабилизированных ПАВ.

Курс **«Свойства и применение ПАВ»** преподается в одном семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального	- Химическое, химико-технологическое производство	ПК-3 Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым	ПК-3.1 Выполняет стандартные операции по предлагаемым методикам	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере

о характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)	методикам	при решении конкретных профессиональных задач	дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 25.12.2014)
		ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать: современные представления об особенностях строения ПАВ; современные представления о термодинамике поверхностного слоя; современные тенденции развития нанотехнологий; основные способы получения и стабилизации дисперсных систем, содержащих ПАВ, области применения таких композиций; основные методы анализа ПАВ;

уметь: выбрать наиболее технологически применимую схему получения дисперсной системы с заданными характеристиками; обосновать применение различных стабилизаторов при получении дисперсной системы;

владеть: основными методами коллоидной химии при разработке составов различного назначения с использованием ПАВ (индивидуальных и их смесей); лабораторными методиками исследования водных и неводных растворов ПАВ.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	135
Лекции	0,9	32	24,0
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24,0
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,78	64	48,0
Самостоятельная работа	0,42	15,8	11,85
Контактная самостоятельная работа	0,02	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины			
Вид контроля:			
Зачет			

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практ. занятия	Лабораторн. занятия	Самост. работа
1.	Раздел 1. Особенности строения ПАВ. Межфазная поверхность	25	4	4	12	4
2.	Раздел 2. Поведение ПАВ на границе раздела раствор-воздух	25	8	4	14	3
3.	Раздел 3. Поведение ПАВ на границе жидкость-жидкость и жидкость - твердое тело	30	8	8	14	3
4.	Раздел 4. Анализ и применение ПАВ	32	8	8	14	3
5.	Раздел 5. Композиции различного назначения на основе ПАВ	32	4	8	10	3
	ИТОГО	144	32	32	64	16

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Особенности строения ПАВ. Межфазная поверхность. Основные характеристики межфазной поверхности.

Межфазная поверхность – формирование и методы исследования. Определение межфазного натяжения на различных границах раздела фаз. Особенности строения ПАВ и их поведения на различных границах раздела фаз. Строение биологически активных мембран. Мембранные процессы в живых организмах. Мембранный перенос.

Раздел 2. Поведение ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Строение адсорбционных слоев.

Особенности поведения ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Адсорбция. Количественные характеристики адсорбции – абсолютная и избыточная (гиббсовская адсорбция). Адсорбционные пленки ПАВ. Виды изотерм поверхностного натяжения. Расчет и анализ изотерм адсорбции. Поверхностное давление. Экспериментальное определение

изотерм поверхностного давления. Весы Ленгмюра. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Растекание жидкостей, эффект Марангони. Пены. Влияние различных факторов на пенообразующую способность.

Раздел 3. Поведение ПАВ на границе жидкость-жидкость и жидкость - твердое тело. Классификация изотерм адсорбции.

Классификация изотерм по Джайлсу. Особенности адсорбции ПАВ из растворов. Адсорбция ПАВ из растворов на твердой поверхности. Мицеллообразование. Определение величин ККМ в средах различной полярности. Солюбилизация как основа моющего действия ПАВ. Числа ГЛБ – расчет и назначение. Классификация эмульсий. Получение эмульсий и их основные характеристики. Макроэмульсии. Наноэмульсии. Микроэмульсии. Применение эмульсионных форм в мембранных технологиях, пищевой промышленности, медицине и фармацевтике.

Раздел 4. Анализ и применение ПАВ. Новые типы ПАВ.

Анализ ПАВ. Современные методы физико-химического анализа. Определение коллоидно-химических характеристик растворов ПАВ. Применение ПАВ в качестве эмульгаторов, стабилизаторов, моющих композиций. Современные методы синтеза ПАВ. Новые типы ПАВ. Экологически чистые ПАВ. Экстремальное снижение поверхностного и межфазного натяжения. Gemini-ПАВ – синтез, строение и свойства. Особенности коллоидно-химического поведения димерных ПАВ.

Раздел 5. Композиции различного назначения на основе ПАВ.

Методы получения композиций различного назначения на основе ПАВ – катализаторов, косметических и фармацевтических составов, лакокрасочных покрытий и т.д. Особенности коллоидно-химического поведения таких систем, проблемы устойчивости композиций.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	современные представления об особенностях строения ПАВ;	+	+			
2	современные представления о термодинамике поверхностного слоя; современные тенденции развития нанотехнологий;	+	+			
3	основные способы получения и стабилизации дисперсных систем, содержащих ПАВ,	+		+		
4	области применения таких композиций;		+			+
5	основные методы анализа ПАВ;			+		
	Уметь:					
10	выбрать наиболее технологически применимую схему получения дисперсной системы с заданными характеристиками;	+	+	+	+	+
11	обосновать применение различных	+	+	+	+	+

	стабилизаторов при получении дисперсной системы;					
	Владеть:					
15	основными методами коллоидной химии при разработке составов различного назначения;	+	+	+	+	+
16	лабораторными методиками исследования водных и неводных растворов ПАВ.	+	+	+	+	+
	Профессиональные компетенции					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
20	Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-3)	Выполняет стандартные операции по предлагаемым методикам при решении конкретных профессиональных задач (ПК-3.1)	+	+	+	+
21	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ПК-4)	Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ПК-4.1)	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, формирование понимания связей между теоретическими положениями рассматриваемых основ и методологией решения практических задач по тематике лекций, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению **04.03.01 «Химия»** предусмотрено проведение практических (семинарских) занятий по дисциплине **«Свойства и применение поверхностно-активных веществ»** в объеме 32 часа (0,9 зач. ед.).

Примерные темы практических (семинарских) занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы (32)
1	Раздел 1	Поверхностное и межфазное натяжение. Методы определения поверхностных и межфазных натяжений.	4
2	Раздел 2	Особенности адсорбции ПАВ на границе раствор-воздух. Расчет изотерм адсорбции.	4
3	Раздел 2	Понятие о поверхностном давлении. Строение адсорбционных слоев ПАВ. Весы Ленгмюра.	4
4	Раздел 3	Особенности адсорбции ПАВ на границе жидкость-жидкость и жидкость-твердое. Анализ изотерм адсорбции.	4
5	Раздел 3	Получение и свойства эмульсионных систем. Особенности поведения макро- и микро-эмульсий.	4
6	Раздел 3	Особенности стабилизаций эмульсий при помощи ПАВ. Подбор ПАВ. Числа ГЛБ и параметр упаковки.	4
7	Раздел 4	Новые виды ПАВ. Катионные ПАВ и ПАВ-близнецы (димерные ПАВ). Анализ ПАВ.	4
8	Раздел 5	Получение композиций различного назначения на основе ПАВ. Проблемы агрегативной устойчивости композиций.	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине *«Свойства и применение поверхностно-активных веществ»* выполняется в соответствии с учебным планом в седьмом семестре и занимает 64 акад. часов. Лабораторные работы охватывают 1-5 разделы дисциплины. В практикум входит 10 работ, примерно по 6 акад. часов на каждую работу. Вначале занятия осуществляется допуск к выполнению работы, после чего проводится эксперимент с фиксацией полученных результатов в лабораторном журнале. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Свойства и применения поверхностно-активных веществ»*.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 50 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы курса, которые они охватывают

№ пп	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы (64)
1	1-3	Определение межфазного натяжения на границе жидкость-жидкость. Влияние полярности жидкостей на межфазное натяжение	6
2	2	Определение строения адсорбционных слоев ПАВ при помощи весов	6

		Ленгмюра	
3	3	Определение поверхностного натяжения твердых тел методом Цисмана.	6
4	3	Определение солюбилизационной емкости ПАВ различной природы (ионногенных и неионногенных)	8
5	3	Определение ККМ методом кондуктометрии в присутствии и в отсутствии электролитов	6
6	3	Определение и расчет чисел ГЛБ по Гриффину и Дэвису.	6
7	3	Получение микроэмульсии и исследование их основных характеристик	6
8	4	Двухфазное титрование. Определение анионных ПАВ.	6
9	4	Реологические характеристики высококонцентрированных растворов ПАВ.	6
10	5	Получение макроэмульсий и определение их основных свойств	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета (7 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка (зачет) по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторных работ (максимальная оценка 50 баллов); контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов), защиты рефератов (максимальная оценка 30 баллов).

Для текущего контроля усвоения материала *разделов 1-2* предусмотрена контрольная работа № 1 и по *3-5 разделу* - предусмотрена контрольная № 2. Каждый

билет содержит по 4-5 вопросов, ответ на каждый вопрос оценивается в **2-2,5 балла**. Две контрольных работы оцениваются в **20 баллов**.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

В процессе самостоятельной работы студенты готовят реферат, посвященный одной из современных тенденций развития коллоидной химии ПАВ, особенностей их строения, поведения и свойств.

Тему реферата студент может выбрать самостоятельно, основываясь на области своих научных интересов, либо получить у преподавателя. Реферат представляет собой обзор литературы по выбранному направлению и включает в себя анализ отечественных и зарубежных периодических изданий. Особенное внимание должно быть уделено публикациям последних 2-3-х лет.

№ п/п	Примерная тематика рефератов
1	Микрокапсулирование биологически активных веществ. Микрокапсулирование бактерий и вирусов. Применение микрокапсулированных композиций.
2	Механизмы высвобождения активного вещества из капсулированных систем. Кинетика высвобождения БАВ.
3	Комплексы белок-ПАВ – формирование, основные свойства. Методы изучения комплексов.
4	Получение адсорбционных пленок с помощью весов Ленгмюра. Основные характеристики поверхностных слоев.
5	«Зеленая химия» в производстве косметических композиций. Экологически чистые ПАВ – синтез, свойства.
6	Спектроскопия кругового дихроизма – основа и возможности метода.
7	Адсорбция белков на различных границах раздела фаз. Виды и анализ изотерм адсорбции.
8	Определение изоэлектрической точки (ИЭТ) биологически активных соединений. Влияние различных факторов на величину ИЭТ.
9	Микроэмульсии – особенности получения и поведения. Подбор со-ПАВ. Применение микроэмульсионных систем.
10	Определение ККМ в неводных средах. Солюбилизация обратных мицелл.
11	Везикулы – особенности получения, строение и свойства. Применение везикулярных систем.
12	Аэрозоль ОТ – получение, применение. Особенности коллоидно-химического поведения водных и органических растворов АОТ.
13	Полимеры в технологии лекарственных средств
14	Методы фракционирования полимеров.
15	Методы определения молекулярных масс ПАВ.
16	Адсорбция полимеров. Специфика адсорбции полиэлектролитов.
17	Водорастворимые полимеры. Классификация, специфика растворения и применения.
18	Использование водорастворимых полимеров в качестве стабилизаторов эмульсий, пен, суспензий.
19	Водорастворимые полимеры. Межфазные полимерные слои
20	Методы микрокапсулирования. Применение микрокапсул.
21	Полиэлектролиты. Полиэлектролитный и электровязкостной эффекты. Специфика определения молекулярных масс полиэлектролитов.
22	Полиэлектролиты. Комплексы поликислот с катионами металлов.

23	Полиэлектролиты. Полиэлектролитные комплексы.
24	Полиэлектролитные комплексы с регулируемой областью pH растворения
25	Комплексы водорастворимых полимеров с ПАВ.
26	Полиэлектролиты как детоксиканты.
27	Полимерные студни (гели). Классификация, методы получения, применение в фармакопее и косметике.
28	Полиэтиленоксид, полипропиленоксид, проксанолы. Получение, строение, свойства.
29	Поливиниловый спирт и его сополимеры. Получение, строение, свойства, применение в фармакопее и косметике.
30	Полиакриламид и его сополимеры. Получение, строение, свойства, применение.
31	Поливинилпирролидон. Получение, строение, свойства, применение в фармакопее и косметике.
32	Полиакриловая и полиметакриловая кислоты. Получение, строение, свойства, применение в фармакопее и косметике.
33	Водорастворимые эфиры целлюлозы. Получение, строение, свойства, применение.
34	Катионные ПЭ – особенности строения и свойства.
35	Гидроколлоиды. Области применения.
36	Хитозаны. Строение, свойства применение в фармакопее и косметике.
37	Гиалаурионовая кислота. Строение, свойства, применение.
38	Гуминовые кислоты. Получение, строение, свойства, применение.
39	Полиэлектролиты антисептики.
40	Белки. Иммунохимический анализ белков-онкомаркеров
41	Полипептиды. Полипептидные антибиотики.
42	Полиорганосилоксаны в медицине и косметике.
43	Термотропные и лиотропные жидкокристаллические системы на основе полимеров.
44	Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Получение и применение.
45	Точка Поккельс. Историческая справка и современные методы определения параметров поверхностных слоев ПАВ.
46	Коллоидно-химические свойства растворов фармацевтических субстанций.
47	Оценка токсикологических характеристик ПАВ и ВМС.
48	Преимущества обратных эмульсий в косметической промышленности
49	Наноэмульсии и микроэмульсии – сходства и различия.
50	Нанотехнологии в фармацевтической промышленности.

Реферат защищается в виде доклада с презентацией, после которого докладчик отвечает на вопросы аудитории – студентов и преподавателя. Максимальная оценка за реферат (письменно) – 20 баллов; за доклад и ответы на вопросы - 10 баллов. Итого – максимальная оценка за реферат – 30 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов. Контрольная работа состоит из 4-5 вопросов и оценивается с 2-2,5 балла.

Разделы 1--2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 2 балла за вопрос.

Примеры контрольных вопросов:

1. Что называют межфазной поверхностью?
2. Условия формирования межфазной поверхности.
3. Поверхностное и межфазное натяжение. Методы их измерения.
4. Поправки, необходимые при экспериментальном определении межфазного натяжения.
5. Метод капиллярного поднятия. Капиллярная постоянная - методы расчета, назначение.
6. Метод веса – объема капли. Точность метода. Уравнение Тэйта.
7. Растекание жидкостей. Особенности растекания жидкостей по поверхности твердого тела и другой жидкости. Правило Антонова.
8. Адсорбция. Термодинамическое определение. Методы расчета абсолютной и гиббсовской адсорбции. Фундаментальное уравнение Гиббса и его анализ.
9. Анализ изотерм гиббсовской адсорбции для различных координат. Адсорбционная азеотропия.
10. Изотермы поверхностного и межфазного натяжения. Уравнение Шишковского. Анализ констант данного уравнения.
11. Адсорбционные пленки ПАВ – пленки типа G, L1, L2, I и S. Весы Ленгмюра, определение параметров адсорбционного слоя.
12. Экспериментальное определение констант уравнения Шишковского.
13. Пены – строение и свойства.
14. Зависимость пенообразующей способности от различных факторов.
15. Влияние строения ПАВ на пенообразующую способность.

Примеры билетов к контрольной работе №1

Вариант №1

Студент _____

Группа _____

1. Межфазная поверхность – формирование, основные свойства. Отличие свойств межфазных поверхностей жидкость – жидкость от поверхностей жидкость – твердое.
2. Изобразите формулы 3 индивидуальных растворимых в воде веществ, одно из которых хорошо пенится в водном растворе, другое – плохо и третье – не пенится вовсе. Дайте необходимые пояснения.
3. Для определения поверхностного натяжения воды при 20 °С взвешивали капли, отрывающиеся от капилляра, и измеряли диаметр шейки капли в момент ее отрыва. Оказалось, что масса 318 капель воды равна 5 г., а диаметр шейки капли составил 0,7 мм. Рассчитайте поверхностное натяжение воды. Плотность воды при данной температуре составляет 0,999 г/см³. При расчетах учтите неполный отрыв капли от капилляра.
4. Предложите любую (одну) методику определения межфазного натяжения хлороформ-вода (кратко опишите суть метода и алгоритм расчета).
5. Изобразите изотерму поверхностного натяжения для смеси ПАВ, указав конкретные ПАВ и приблизительный состав смеси. Дайте краткие пояснения.

Вариант №2

Студент_____

Группа_____

1. Дайте определение поверхностному и межфазному натяжению. Опишите свойства межфазных поверхностей жидкость – жидкость от поверхностей жидкость – твердое.
2. Предложите смесь из 2-3 ПАВ, которая обладает хорошей пенообразующей способностью в водных растворах.
3. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2 – вода, зная, что растворимость частиц фторида кальция диаметром 0,3 мкм превышает растворимость крупных кристаллов на 18% при температуре 293 К. Плотность частиц примите равной 2,5 г/см³.
4. Предложите любую (одну) методику определения поверхностного натяжения этанола (кратко опишите суть метода и алгоритм расчета).
5. Изобразите любую изотерму межфазного натяжения и проанализируйте ее.

Разделы 3--5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 4 вопроса; по 2,5 балла за вопрос.

Примеры контрольных вопросов:

1. Шкалы ГЛБ. Числа ГЛБ – расчет и назначение. Достоинства и недостатки известных шкал ГЛБ.
2. Мицеллообразование. Определение ККМ. Факторы, влияющие на ККМ. Особенности мицеллообразования в неводных средах.
3. Солюбилизация. Изотермы солюбилизации и их анализ. Солюбилизация как основа моющего действия ПАВ.
4. Эмульсии – получение и основные характеристики. Макро -, микро – и наноэмульсии. Сходства и различия. Применение эмульсионных систем.
5. Параметр упаковки – расчет и назначение.
6. Gemini-ПАВ. Синтез, основные свойства. Перспективы использования в современных технологиях.
7. Сверхкритическое снижение поверхностного и межфазного натяжения. Фторсодержащие ПАВ. Достоинства и недостатки.
8. Классификация изотерм по Джайлсу. Физическая и химическая адсорбция.
9. Метод Гриффина для расчета чисел ГЛБ,
10. Метод Дэвиса для расчета чисел ГЛБ. Достоинства и недостатки метода.
11. Условия микроэмульгирования. Свойства микроэмульсионных систем. Подбор со-ПАВ.
12. Термодинамика мицеллообразования. Особенности мицеллообразования в неводных средах.
13. Термодинамический подход Русанова к описанию солюбилизации. Практическое применение солюбилизации.
14. Факторы, влияющие на ККМ. Экспериментальное определение ККМ высших порядков.
15. Везикулы – строение и свойства.

Примеры билетов к контрольной работе №2

Вариант №1

Студент_____

Группа_____

1. Можно ли, зная только структурную формулу ПАВ, прогнозировать его поведение в растворах различной полярности? Ответ обоснуйте, приведя конкретные примеры.
2. При каких условиях возможно образование везикул?
3. Изобразите (схематично) зависимость размеров капель прямой эмульсии от концентрации в широком интервале: а) ионного ПАВ и б) неионного, выступающих в качестве стабилизатора.
4. Что такое ККМ₂? Предложите методику ее определения.
- 5.

Вариант №2

Студент _____

Группа _____

1. Что такое соллюбилизация?
2. Термодинамика мицеллообразования в водных средах. Расчет термодинамических потенциалов.
3. Рассчитайте числа ГЛБ для 5 гомологов метанола.
4. Что называют параметром упаковки? Какие экспериментальные данные необходимы для его расчета?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Коллоидная химия полимеров. лабораторный практикум: учеб. пособие / А.С. Гродский, В.С. Макулова, И.А. Белова. -М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – 172 с.
2. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.] ; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.
3. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. – 3-е изд., стер., испр. перепеч. с изд. 1989г. – М.: Альянс, 2004. – 464 с.
4. Практикум по технологии косметических средств. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ и полимеров; под редакцией В. Кима, А.С. Гродского. - М. Изд-во Топ-книга, 2003. – 143 с.
5. Саутина, Н.В., Галяметдинов Ю.Г. Микроэмульсионные самоорганизующиеся среды для направлений доставки лекарственных и биологически активных веществ: учебное пособие / Н.В. Саутина, Ю.Г. Галяметдинов. – Казань, 2018. – 96 с.

Б. Дополнительная литература

1. Ролдугин В.И. Физико-химия поверхности. – Долгопрудный.: Издательский дом Интеллект. – 2008. – с. 565.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

Научно-технические журналы:

- «Коллоидный журнал» ISSN: 0023-2912;
- «Журнал общей и неорганической химии» ISSN: 0044-457X;
- «Высокомолекулярные соединения» ISSN:0203-5150;
- «Физико-химия поверхности» ISSN: 0044-1856;
- «Журнал прикладной химии» ISSN: 0044-4618;
- «Перспективные материалы» ISSN: 1028-978X
- «Неорганические материалы» ISSN:0002-337X;
- «Химическая промышленность сегодня» ISSN: 0023-110X
- «Журнал неорганической химии» ISSN: 1044-457X

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.sciencedirect.com>.
- <http://pubs.acs.org>.
- <http://www.informaworld.com>.
- <http://www.nature.com>.
- <http://scitation.aip.org>.
- <http://www3.interscience.wiley.com>.
- <http://www.springerlink.com>
- <http://www.science.com>
- <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>
- <http://www.elibrary.ru>
- <https://www.nature.com/nrmicro/>
- <http://journals.asm.org/>.
- <https://www.springer.com/journal/253/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1727628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Свойства и применения поверхностно-активных веществ»* проводятся в форме контактной (лекции, практические и лабораторные занятия) и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками микроорганизмов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Перечень ресурсов.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам полимеров; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Разделы 1,2.	<i>Знает:</i> современные представления об особенностях строения ПАВ; современные представления о термодинамике поверхностного слоя; современные тенденции развития нанотехнологий; <i>Умеет:</i> выбрать наиболее технологически применимую схему получения дисперсной системы с заданными характеристиками; обосновать применение различных стабилизаторов при получении дисперсной системы; <i>Владеет:</i> основными методами коллоидной химии при разработке составов различного назначения; лабораторными методиками исследования водных и неводных растворов ПАВ.	Оценка за контрольную работу №1
Раздел 3-5.	<i>Знает:</i> современные представления о термодинамике поверхностного слоя; современные тенденции развития нанотехнологий; основные способы получения и стабилизации дисперсных систем, содержащих ПАВ, области применения таких композиций; основные методы анализа ПАВ <i>Умеет:</i> выбрать наиболее технологически применимую схему получения дисперсной системы с заданными характеристиками; обосновать применение различных стабилизаторов при получении дисперсной системы; <i>Владеет:</i> основными методами коллоидной химии при разработке составов различного назначения; лабораторными методиками исследования водных и неводных растворов ПАВ.	Оценка за контрольную работу №2, оценка за реферат.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Свойства и применение поверхностно-активных веществ»

основной образовательной программы
04.03.01 Химия

Бакалаврская программа
«Теоретическая и экспериментальная химия»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа
2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Спектральные методы в аналитической химии»

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Профиль – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры аналитической химии В.В.Кузнецовым, к.х.н.,
доцентом кафедры аналитической химии Л.С. Баталиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Аналитической химии РХТУ им. Д.И.
Менделеева «29» августа 2024 г., протокол №

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», специализация «Теоретическая и экспериментальная химия», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Спектральные методы в аналитической химии»* относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии, аналитической химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным группам спектральных методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых для решения конкретных задач химического анализа.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ спектральных методов анализа; ознакомление с аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента, привития навыков интерпретации и грамотной оценки экспериментальных данных.

Дисциплина *«Спектральные методы в аналитической химии»* преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных компетенций:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенций
Естественно-научная подготовка	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

-физические основы методов спектрального анализа;
-основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по спектроскопии, используя методы математического (статистического) анализа; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной

- практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа *Владеть:*
- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе каллиметрических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			5	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80,4	2,23	80,4
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	1,33	48
Лабораторные работы (ЛР)	--	--	--	--
Самостоятельная работа	1,55	64	1,55	64
Контактная самостоятельная работа				
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		64		64
Виды контроля:				
Вид контроля (зач с оц/экзамен.)			ЭКЗ	ЭКЗ
Экзамен				36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6
Вид итогового контроля:				Экзамен

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел дисциплины	Часов академ. часы				
	Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Самост. работа
Раздел 1. Введение.	14	2	6		6
Классификация спектральных методов анализа	14	2	6		6
Раздел 2. Атомная спектроскопия	60	16	20		24
Визуальный атомно-эмиссионный спектральный анализ	22	4	12		6
Фотографический атомно-эмиссионный спектральный анализ	16	4	4		8
Атомно-эмиссионная фотометрия пламени	12	4	2		6

Атомно-абсорбционная спектрофотометрия	10	4	2		4
Раздел 3. Молекулярная спектроскопия	70	14	22		34
Фотометрия	32	4	14		14
Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа	19	5	4		10
Люминесцентные методы анализа	19	5	4		10
Экзамен	36				
Итого в семестре 5	180	32	48		64
ВСЕГО ЧАСОВ	180	32	48		64

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Общая характеристика спектральных методов. Классификация.

2.1 Атомная спектроскопия. Получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Классификация спектральных методов анализа. Атомная и молекулярная спектроскопия. Абсорбционные и эмиссионные методы анализа.

2.2. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Виды плазм. Атомно-эмиссионные линейчатые спектры. Запись спектральных линий в виде термов. Схемы электронных переходов в атоме щелочного металла. Распределение Больцмана. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Процессы ионизации и самопоглощения. Формулы Саха и Ломакина – Шайбе. Спектральные приборы и способы регистрации спектра (визуальный, фотографический и фотоэлектрический). Качественный анализ, расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их спектрам. Количественные методы анализа. Практика атомно-эмиссионной спектроскопии. Химико-спектральные методы анализа.

2.4. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Виды низкотемпературных плазм и их характеристика. Блок-схема пламенного фотометра. Возможности метода и его ограничения. Анионный и катионный эффекты. Методы количественных определений в пламенной фотометрии. Предел обнаружения, воспроизводимость, селективность. Области применения.

2.5 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия. Общая характеристика метода. Поглощение электромагнитных волн свободными атомами. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Способы атомизации пробы. Модулятор, его назначение. Избирательность, достоинства и недостатки метода. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии.

3.1 Молекулярная спектроскопия. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Электронные переходы и спектры поглощения молекул. Схемы электронных переходов. Сравнение аналитических сигналов $d-d^*$ переходов, переходов с переносом заряда и $\pi-\pi^*$ переходов. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Способы его определения. Оптимизация условий аналитических определений. Выбор светофильтра. Контрастность аналитической реакции. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Сравнение фотометрии и спектрофотометрии. Аппаратура для спектро- и фотометрических измерений. Характеристика фотометрических методов анализа. Избирательность в спектрофотометрии и ее обеспечение. Принцип аддитивности поглощения. Анализ бинарных растворов электролитов. Точность и воспроизводимость результатов фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия. Метод одно- и двусторонней дифференциальной фотометрии. Методы спектрофотометрического титрования.

3.2. Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Рассеяние света дисперсными частицами. Связь оптической плотности с концентрацией. Коэффициент мутности раствора. Теоретические основы. Уравнение Рэлея. Требования предъявляемые к используемым

реакциям. Турбидиметрический кинетический метод. Возможности методов.

3.3. Люминесцентные методы анализа. Флуоресценция и фосфоресценция. Применение энергетической диаграммы Яблонского при рассмотрении синглет-синглетных и синглет-триплетных электронных переходов. Колебательная релаксация и внутренняя конверсия. Квантовый и энергетический выходы. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Температурное тушение флуоресценции. Правило Стокса-Ломмеля. Связь строения молекулы органического соединения с его способностью к флуоресценции. Зеркальная симметрия спектров поглощения и излучения. Закон Вавилова. Флуоресценция и строение молекул. Схема флуориметрических измерений. Выбор первичного и вторичного светофильтров. Количественный анализ. Концентрационное тушение. Общая характеристика метода.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	<i>Знать:</i>	+	+	+
2	-физические основы методов спектрального анализа;	+	+	+
3	-основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по спектроскопии, используя методы математического (статистического) анализа;	+	+	+
4	- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа	+	+	+
	Уметь:			
5	применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+
6	проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи	+	+	+
7	проводить расчеты на основе проведенных исследований	+	+	+
8	проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа	+	+	+
	Владеть:			
9	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа	+	+	+
10	приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок	+	+	+
11	методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике	+	+	+
12	основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа	+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:			
12	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Часы
1	Раздел 1	Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением, потоками частиц, магнитным полем.	2
2		Классификация спектральных методов анализа	4
3	Раздел 2	Методы атомной спектроскопии. Теоретические основы	6
4		Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции.	4
5		Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация.	2
6		Аналитические линии. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.	2
7		Качественный и количественный анализ. Практическое применение.	6
8	Раздел 3	Методы молекулярной спектроскопии. Теоретические основы.	6
9		Молекулярные спектры поглощения, испускания	2
10		Основной закон поглощения.	2
11		Рассеяние света.	2
		Поляризация и оптическая активность.	2
12		Способы измерения аналитического сигнала.	2
13		Качественный и количественный анализ. Практическое применение.	6

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавриата по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия не предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Спектральные методы в аналитической химии».

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей

программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за работу на практических занятиях (максимальная оценка 24 баллов), и итогового контроля в форме *экзамена*.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Спектральные методы в аналитической химии*».

8.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен) в 6 семестре

1. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением, потоками частиц, магнитным полем.
2. Методы атомной оптической спектроскопии. Теоретические основы. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции.
3. Аналитические линии.
4. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.
5. Атомно-эмиссионная спектроскопия.
6. Возбуждение спектров атомов в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма.
7. Регистрация спектров.
8. Идентификация и определение элементов по эмиссионным спектрам атомов.
9. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий.
10. Методы количественного анализа (градуировочная зависимость, метод внутреннего стандарта, метод добавок).
11. Выбор спектральных линий для идентификации элементов и их количественного определения.
12. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения. Чувствительность и избирательность. Примеры применения.
13. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Практическое применение.
14. Методы рентгеновской спектроскопии.
15. Рентгенофлуоресцентный анализ.
16. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Теоретические основы. Основной закон поглощения.
17. Спектрофотометрия. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Практическое применение.
18. Флуориметрический анализ. Основные закономерности фотолюминесценции. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Качественный и количественный анализ.
19. Понятие о фотоакустической спектроскопии поляриметрии.
20. Методы масс-спектрометрии. Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация масс-спектров. Качественный и количественный анализ.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (экзамен).

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (экзамен).

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» (должность, наименование кафедры) (Подпись) (И.О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.		Министерство науки и высшего образования РФ	
		Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	
		Кафедра аналитической химии	
		040301 Теоретическая и экспериментальная химия	
		Теоретическая и экспериментальная химия	
		Спектральные методы анализа в аналитической химии	
1.	Методы атомной оптической спектроскопии. Теоретические основы. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции.	9	
2.	Флуориметрический анализ. Природа аналитического сигнала флуоресценции и фосфоресценции.	9	
3.	Теоретические основы турбидиметрии и нефелометрии	10	
4.	В низкотемпературном пламени "свильный газ – воздух" для определения калия (К) используют излучение резонансного дублета 766,5 и 679,9 нм. Потенциал возбуждения этих спектральных линий равен 1,62 эВ. Определение калия (К) в анализируемом растворе KCl проводят способом градуировочного графика на основе зависимости $AC = k \cdot c$. Назовите аналитический сигнал (АС). Объясните принцип метода пламенной фотометрии и основные закономерности связи $AC = f(c)$.	9	
5.	Рассчитайте толщину поглощающего слоя при фотометрическом определении ионов железа (III), если титр исследуемого раствора $T(Fe^{3+}) = 0,000004000 \text{г/см}^3$, молярный коэффициент поглощения $\epsilon = 4 \cdot 10^3$, поглощение $A = 0,43$.	3	

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. В 3 т. Т.1. Химические методы анализа / Под ред. Проф. А.А, Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019 -456 с.
2. Аналитическая химия. В 3 т. Т.2. Инструментальные методы анализа. Часть 1 / Под ред. Проф. А.А, Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019 -472 с.
3. Аналитическая химия. В 3 т. Т.3. Инструментальные методы анализа. Часть 2 / Под ред. Проф. А.А, Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2020 -505 с.
4. Будников Г.К., Карцова Л.А., Вершинин В.И. Методы и достижения современной аналитической химии. Учебник для вузов. – М.: Лань, 2020 – 588 с.
- 5.

Б. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ Под ред.О.М. Петрухина. - М.: Химия, 2001. – 496 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство./Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
3. Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.2007. – 711с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство ELSEVIER на платформе Science Direct.

Доступ к коллекциям «**CHEMISTRY**» и «**CHEMICAL ENGINEERING**» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство American Chemical Society (ACS)

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство Taylor & Francis

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)** Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. — наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;
- «Nature Materials» - с 2002 г.
- «Nature Nanotechnology» - с 2006 г.
- "Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство SPRINGER

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал SCIENCE

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской

ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их.

Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://www.science.com>

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Analytica Chimica Acta» ISSN 0003-2670
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rusanalytchem.ru>
- <http://www.chemical-analysis.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– видеозаписи лекций по аналитической химии доц. Семенов И.Н. и доц. Ермоленко Ю.В.

– компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Спектральные методы химического анализа*» проводятся в форме лекций, практических работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Приемы работы в микрориссталлоскопии. Методические разработки по работе с оборудованием и на приборах химического анализа.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.mustr.ru;

[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

<http://www.chemical-analysis.ru/>

<http://analyt.chem.msu.ru/>

Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Портал Аналитическая химия в России:

<http://www.rusanalytchem.org/default.aspx>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно

3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение	Знает: -физические основы методов спектрального анализа; -основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по спектроскопии, используя методы математического (статистического) анализа; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа; Умеет: -применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач; -проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи; -проводить расчеты на основе проведенных исследований; -проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа Владет: - основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа; -приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок; -методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике; -основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.	Оценка за практические работы Оценка за экзамен
Раздел 2. Атомная спектроскопия	Знает: - процессы формирования аналитического сигнала, основные понятия, термины, приёмы количественного анализа Умеет: - применять приобретенные теоретические знания и практические	Оценка за практические работы Оценка за экзамен

	навыки в практической деятельности. Владеет: методологией количественного анализа, алгоритмами количественного анализа, системой выбора количественного анализа для той или иной практической задачи	
Раздел 3. Молекулярная спектроскопия	Знает: процессы формирования аналитического сигнала в спектральных методах анализа; рассмотрение принципов измерений в стандартных приборах этих методов; основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК. Умеет: применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической деятельности. Владеет: методологией оптических методов анализа, используемых в современной аналитической практике оценкой возможностей метода анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа на основе ФХМА.	Оценка за практические работы Оценка за экзамен

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Строение вещества»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена

профессором кафедры общей и неорганической химии, доктором химических наук
Кузнецовым В.В.

заведующим кафедрой общей и неорганической химии, кандидатом химических наук
Свириденковой Н.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической
химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «28» мая 2024 г., протокол №6

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	8
4. Содержание дисциплины	9
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	9
4.2. Содержание разделов дисциплины	9
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	13
6. Практические и лабораторные занятия	15
6.1. Практические занятия	15
6.2. Лабораторные занятия	15
7. Самостоятельная работа	15
8. Фонд оценочных средств для контроля освоения дисциплины	16
8.1. Примерная тематика индивидуальной домашней работы.	16
8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины. Примеры контрольных работ	16
8.3. Структура и примеры билетов зачета	18
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	19
9.1. Рекомендуемая литература	19
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	20
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	20
10. Методические указания для обучающихся	21
10.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий	22
10.2 Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий	22
11. Методические указания для преподавателей	22
11.1 Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий	22
11.2 Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий	22
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	23
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	33
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	33
13.2. Учебно-наглядные пособия	33
14. Требования к оценке качества освоения программы	33
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	34

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия, рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ.

Программа относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической и практической подготовкой в области математики, физики, неорганической химии, органической химии, информатики.

Цель дисциплины состоит в изучении вопросов теории химической связи и электронного строения молекул. Особое внимание уделяется учению о симметрии, теории групп, а также использованию данных понятий в теории химического строения.

Основными **задачами** изучения дисциплины «Строение вещества» является установление взаимосвязи строения и свойств веществ, а также их реакционной способности; ознакомление с существующими методами расчета характеристик химической связи в соединениях; отработка практических навыков расчета химической связи в системах с делокализованной π -связью.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «*Строение вещества*» при подготовке бакалавров по направлению подготовки 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия направлено на приобретение следующих **универсальных компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного	Производственные и научные подразделения.	ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1. Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и
		ПК-5 Способен использовать	ПК-5.1. Использует	

коллектива		основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 31692 А Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы (уровень квалификации – 5) - Анализ опыта

В результате изучения дисциплины «Строение вещества» студент должен

Знать:

- основные составляющие межмолекулярных взаимодействий, строение конденсированных фаз (жидкостей, аморфных веществ, кристаллов и мезофаз) и их поверхностей;
- метод констант экранирования Слейтера;
- символику атомных термов;
- теоретические основы метода МО в варианте Хюккеля.

Уметь:

- вычислять энергии электронов в многоэлектронных системах, проводить обозначения термов атомов в основном состоянии по их электронным формулам;
- представлять графически полярные диаграммы волновых функций;
- производить вычисления порядков связей, эффективных зарядов атомов;
- использовать основные понятия теории симметрии для интерпретации химической связи в комплексных соединениях.

Владеть:

- четким представлением о результатах решения уравнения Шредингера для различных состояний электрона в одноэлектронных системах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Программа относится к вариативной части учебного плана и рассчитана на изучение дисциплины в 6 семестре обучения. Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать теоретической и практической подготовкой в области математики, физики, неорганической химии, органической химии, информатики. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	1,8	64
Лекции	0,9	32	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	0,9	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	1,19	43,6	1,2	43,6
Контактная самостоятельная работа	1,19	0,4	1,16	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		42,2		42,2
Виды контроля:	0,01	0,4	0,01	0,4
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,4	0,01	0,4
Вид контроля	Зачет с оценкой			

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Сам. работа
1	Раздел 1. Теория химического строения. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	36	12	10	16,4
2	Раздел 2. Электронное строение атомов и Периодический закон	37,8	10	11	16,2
3	Раздел 3. Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз,	34	10	11	11,0
	ИТОГО	107,6	32	32	43,6
	Зачет с оценкой	0,4			
	ИТОГО	108			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теория химического строения. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов

1. Одноэлектронные волновые функции атома водорода. Квантовые состояния электрона. Решение уравнения Шредингера для одноэлектронного атома.

Содержание понятий "строение вещества" и "структура вещества". Различные аспекты термина "строение молекул": топологический, геометрический, электронный и др. Упорядоченные и неупорядоченные структуры конденсированных фаз. Общий обзор методов экспериментального и теоретического изучения строения молекул и строения веществ.

Основы классической теории химического строения. Основные положения классической теории химического строения. Молекулярные модели различного уровня в современной теории химического строения. Структурная формула и граф молекулы. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул.

Волновое уравнение Шредингера – основной постулат квантовой механики. Основные понятия и принципы квантовой химии.

Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода. Преобразование координат и разделение переменных. Анализ Φ -, Θ - и радиального уравнений. Квантовые состояния электрона в атоме водорода. Спин электрона. Эксперимент Штерна и Герлаха.

Волновые функции электрона в атоме водорода. Анализ радиальной и угловой составляющих собственных функций электронов в атоме водорода для различных значений n . Функции радиального и углового распределения вероятности электронов для различных состояний. Контурные и полярные диаграммы электронных плотностей для водородоподобных орбиталей. Симметрия атомных орбиталей.

Механическая модель молекулы. Потенциалы парных взаимодействий. Метод молекулярной механики при анализе строения молекул.

2. Метод Хартри-Фока. Волновые функции по Хартри-Фоку. Приближенный метод решения уравнения Шредингера и точность этого приближения. Рассмотрение движения электрона в определенном модельном потенциале.

3. Многоэлектронные атомы и периодическая система химических элементов. Понятие о методе самосогласованного поля. Волновые функции Слейтера. Правила Слейтера. Расчет энергии электронов и энергии ионизации атомов с помощью метода констант экранирования.

Раздел 2. Электронное строение атомов и Периодический закон.

1. Принцип Паули как фундаментальный принцип квантовой механики. Следствия из принципа Паули.

2. Правила Хунда. Порядок заполнения орбиталей. Понятие мультиплетности. Понятие вырожденного состояния.

3. Символика термов атомов. Атомные спектры и символы термов. Разрешенные энергетические состояния по Расселу-Саундерсу ($l-s$ -«связь»). Понятие о $j-j$ -«связи». Векторная модель атома. Электронные конфигурации атомов и обозначения их термов в основном состоянии.

Электрические и магнитные свойства. Постоянные внешние электрическое и магнитное поля. Дипольный момент и поляризуемость молекул, магнитный момент и магнитная восприимчивость молекул. Эффекты Штарка и Зеемана. Магнитно-резонансные (ЭПР и ЯМР) методы исследования строения молекул. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Связь спектров молекул с их строением. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных.

Раздел 3. Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз.

1. Понятие о приближенных способах решения уравнения Шредингера – методе возмущений и вариационном методе. Вековые уравнения. Теория молекулярных орбиталей. Симметрия, перекрывание орбиталей и контурные диаграммы электронной плотности для двух- и много атомных молекул. Теорема вириала. Сравнение методов МО и ВС.

Метод МО в варианте Хюккеля. Топологические матрицы Хюккеля векового определителя. Расчет эффективных зарядов, порядков связей и индекса свободной валентности атомов с делокализованной π -связью. Порядок связи и межатомное расстояние.

Соотношение между электронной плотностью, порядком связи и ее энергии. Понятие о расширенном методе Хюккеля. Использование метода Хюккеля в системах с гетероатомами.

Потенциальные поверхности электронных состояний молекул. Их общая структура и различные типы. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Колебания молекул. Среднеквадратичные смещения атомов (амплитуды колебаний). Нормальные колебания, частоты нормальных колебаний и частоты основных колебательных переходов. Колебания с большой амплитудой. Вращение молекул как целого. Различные типы молекулярных волчков. Электронное строение молекул. Молекулярные орбитали. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей.

2. Основные элементы и операции симметрии. Группы симметрии. Классификация молекул по точечным группам симметрии.

Общие свойства симметрии волновых функций и потенциальных поверхностей молекул. Классификация квантовых состояний молекул по симметрии. Симметрия атомных и молекулярных орбиталей.

Влияние симметрии равновесной конфигурации ядер на свойства молекул и их динамическое поведение (дипольный момент и моменты инерции, форма нормальных колебаний, вырождение состояний, сохранение орбитальной симметрии при химических реакциях и т.п.). Орбитальные корреляционные диаграммы.

3. Приводимые и неприводимые представления точечных групп симметрии. Матрицы преобразования и представление группы симметрии. Неприводимые представления и их обозначения по Малликену. Основные свойства неприводимых представлений. Таблицы характеров групп.

4. Описание химической связи в комплексных соединениях с использованием теории кристаллического поля и теории поля лигандов.

Теория кристаллического поля. Зависимость энергии расщепления лигандами d -орбиталей комплексообразователя от различных факторов. Энергия стабилизации кристаллическим полем лигандов в полях разной симметрии. Ковалентные связи в комплексах. Нефелоксетический ряд лигандов. Эффект Яна-Теллера и его влияние на свойства комплексных соединений.

Применение теории симметрии для объяснения химической связи в комплексных соединениях. Теория поля лигандов. Молекулярные орбитали в комплексных ионах. Образование π -связи в комплексных ионах.

Молекулы простых и координационных неорганических соединений. Полиядерные комплексные соединения. Хелаты. Строение органических соединений. Полиэдраны. Элементоорганические соединения. Металлоцены. Соединения включения (клатраты). Ротаксаны и катенаны. Фуллерены. Полимеры и биополимеры.

5. Строение конденсированных фаз. Структурная классификация конденсированных фаз. Идеальные кристаллы. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры. Жидкие кристаллы и другие мезофазы. Аморфные вещества.

Жидкости. Особенности строения полимерных фаз.

Строение жидкостей и аморфных веществ. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Современные методы описания структуры жидкостей. Флуктуации и корреляционные функции. Специфика аморфного состояния. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов. Мицеллообразование и строение мицелл.

Строение мезофаз. Определение мезофаз. Методы изучения их структуры. Пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.). Жидкокристаллическое состояние в биологических системах.

Строение кристаллов. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Симметрия кристаллов. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, понятие о пространственных группах симметрии кристаллов. Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Цепочечные, слоистые и каркасные структуры. Динамика кристаллической решетки. Фононный спектр. Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы.

Поверхность конденсированных фаз. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей. Структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1.	Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий, строение конденсированных фаз (жидкостей, аморфных веществ, кристаллов и мезофаз) и их поверхностей			+
2.	Метод констант экранирования Слейтера	+		
3.	Символику атомных термов		+	
4.	Теоретические основы метода МО в варианте Хюккеля			+
	Уметь:			
5.	Вычислять энергии электронов в многоэлектронных системах	+		
6.	Проводить обозначения термов атомов в основном состоянии по их электронным формулам		+	
7.	Представлять графически полярные диаграммы волновых функций	+		
8.	Производить вычисления порядков связей, эффективных зарядов атомов	+		
9.	Использовать основные понятия теории симметрии для интерпретации химической связи в комплексных соединениях			+
	Владеть:			
1 3.	ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1. Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач		
		+	+	+

	ПК-5 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ПК-5.1. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Учебным планом подготовки химиков по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Строение вещества» в объеме 32 часов в 6 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на расширение знаний о строении химических соединений, закрепление знаний, полученных студентом на лекционных занятиях путем решения ряда практических задач.

Примерный перечень практических занятий

Раздел	Темы практических занятий
Раздел 1. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов.	Решение уравнение Шредингера для атома водорода. Квантовые состояния электрона в атоме водорода.
	Волновые функции Слейтера. Расчёт энергии электронов с помощью метода констант экранирования.
	Приближённые методы решения уравнения Шредингера.
Раздел 2. Электронное строение атомов и Периодический закон.	Принцип Паули. Правило Хунда. Атомные спектры и символы термов.
	Расчёт эффективных зарядов, порядков связей и индекса свободной валентности атомов в молекулах.
Раздел 3. Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи.	Классификация молекул по точечным группам симметрии.
	Применение метода МО для многоатомных молекул. Теория поля лигандов. Молекулярные орбитали в комплексных ионах.

6.2. Лабораторные работы.

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Учебной программой дисциплины «Строение вещества» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 43,6 час. в 6 семестре.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- Ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- регулярную подготовку к практическим занятиям, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика индивидуальной домашней работы.

Индивидуальная домашняя работа по курсу выполняется в 6 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка индивидуальной домашней работы – 15 баллов.

Раздел	Примерные темы индивидуальной домашней работы
Раздел 1.	Построение полярных диаграмм для гибридных волновых функций

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Примеры контрольных работ

Для текущего контроля предусмотрены 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 15, 12 и 18 баллов соответственно.

Раздел	Примерные темы контрольных работ
Раздел 1. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	Контрольная работа. Правила Слейтера, константы экранирования, функции радиального распределения вероятности электрона
Раздел 2. Электронное строение атомов и Периодический закон	Контрольная работа. Термы основного и возбужденного состояний атомов
Раздел 3. Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз.	Контрольная работа. Вековые уравнения, порядок связи, электронная плотность, индексы свободной валентности, метод МО по Хюккелю, точечные группы симметрии, теория кристаллического поля

Раздел 1. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов.

1. Кратко пояснить, что называется полярной диаграммой волновой функции. Построить полярную диаграмму волновой функции $2p_x$ на плоскости

$$\Psi_{2p_x} = R(r) \cdot \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi$$

и изобразить полярную диаграмму волновой функции $3d_{xy}$ (без построения).

2. Используя правила Слейтера, вычислить $Z_{эфф}$ для следующих электронов:

- а) валентного электрона атома кальция;
- б) 4s-электрона атома марганца;
- в) 3d-электрона атома марганца;
- г) валентного электрона атома хлора.

3. Экспериментальное значение первой энергии ионизации атома гелия составляет 24,6 эВ. Вычислить константу экранирования для электрона оболочки $1s$.

4. Построить зависимость функции радиального распределения вероятности электрона от r для состояния $2s$. Использовать данные:

$$\Psi_{2s} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}d_0^5} \cdot (2d_0 - r) \cdot e^{-r/2d_0}.$$

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	3	2	4	6	15

Раздел 2. Электронное строение атомов и Периодический закон

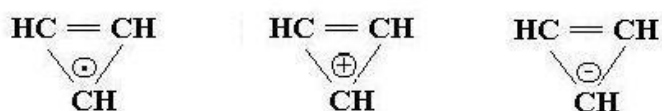
1. Указать число микросостояний для электронных конфигураций s^2 и d^{10} . Привести термы этих состояний.
2. Привести термы основного состояния для атомов (каждому студенту дается задание из восьми химических элементов).
3. Указать термы основного и возбужденного состояний для двух эквивалентных d -электронов (n – одинаково).

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	Σ
Оценка, балл	4	2	6	12

Раздел 3. Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз.

1. Составить систему вековых уравнений для следующих частиц:



и вычислить энергию соответствующих π -молекулярных орбиталей. Указать, какая из частиц является наиболее устойчивой.

2. Вычислить: а) порядок связей; б) электронную плотность (π -электронный заряд) каждого атома углерода; в) индексы свободной валентности атомов углерода в молекуле C_6H_6 .

3. Вычислить энергии π -МО в молекуле формальдегида. Использовать следующие параметры: $\alpha_0 = \alpha + 0,7\beta$; $\alpha_C = \alpha + 0,2\beta$; $\beta_{C-O} = 1,1\beta$.

4. Используя таблицы характеров неприводимых представлений точечных групп, осуществить приведение приводимых представлений T_5 и T_9 :

C_{2v}	E	C_2	σ_{xz}	σ_{yz}	C_{3v}	E	$2C_3$	$3\sigma_{xv}$
T_5	30	0	0	10	T_9	7	-2	1

5. Представить схему распределения электрона на σ -МО в октаэдрическом комплексе $[Cr(CN)_6]^{3-}$.

Представить распределение электронов на d -орбиталях комплексообразователя в слабом тетраэдрическом поле лигандов для Ti^{3+} и Fe^{2+} и вычислить ЭСКП (в единицах Δ_T).

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	Σ
Оценка, балл	3	3	3	5	4	18

8.3. Вопросы для итоговой контрольной работы. Структура и примеры варианта итоговой контрольной работы.

Итоговая контрольная работа по дисциплине «Строение вещества» проводится в 5 семестре в письменной форме. На выполнение заданий отводится 90 минут.

Билет для проведения итоговой контрольной работы содержит 4 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 10 баллов. Общая оценка по дисциплине складывается путем суммирования оценок за индивидуальную домашнюю работу (максимум 15 баллов), контрольные работы (максимум 45 баллов) и итоговую контрольную работу (максимум 40 баллов). Максимальная оценка – 100 баллов.

Примеры вопросов итоговой контрольной работы

Основные положения классической теории химического строения.

Структурная формула и граф молекулы. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул.

Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода.

Квантовые состояния электрона в атоме водорода. Спин электрона.

Волновые функции по Хартри-Фоку.

Волновые функции Слейтера. Правила Слейтера. Расчет энергии электронов и энергии ионизации атомов с помощью метода констант экранирования.

Принцип Паули и следствия из него.

Правила Хунда. Порядок заполнения орбиталей. Понятие мультиплетности. Понятие вырожденного состояния.

Атомные спектры и символы термов. Разрешенные энергетические состояния по Расселу-Саундерсу.

Векторная модель атома. Электронные конфигурации атомов и обозначения их термов в основном состоянии.

Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Связь спектров молекул с их строением.

Вековые уравнения. Теория молекулярных орбиталей. Симметрия, перекрывание орбиталей и контурные диаграммы электронной плотности для двух- и много атомных молекул. Теорема вириала.

Метод МО в варианте Хюккеля. Топологические матрицы Хюккеля векового определителя.

Расчет эффективных зарядов, порядков связей и индекса свободной валентности атомов с делокализованной π -связью. Порядок связи и межатомное расстояние.

Использование метода Хюккеля в системах с гетероатомами.

Потенциальные поверхности электронных состояний молекул. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Колебания молекул.

Группы симметрии. Классификация молекул по точечным группам симметрии.

Неприводимые представления и их обозначения по Малликену. Таблицы характеров групп.

Теория кристаллического поля. Зависимость энергии расщепления от различных факторов. ЭСКП лигандов в полях разной симметрии.

Эффект Яна-Теллера и его влияние на свойства комплексных соединений.

Теория поля лигандов. Молекулярные орбитали в комплексных ионах. Образование π -связи в комплексных ионах.

Структурная классификация конденсированных фаз. Идеальные кристаллы. Кристаллы с неполной упорядоченностью.

Жидкие кристаллы и другие мезофазы. Особенности строения полимерных фаз.

Строение жидкостей и аморфных веществ. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости.

Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов.

Структура жидких электролитов.

Строение мезофаз. Пластические и жидкие кристаллы.

Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов. Симметрия кристаллов.

Вариант № 1

1. Векторная модель атома. Электронные конфигурации атомов и обозначения из термов в основном состоянии.
2. Эффект Яна-Теллера и его влияние на свойства комплексных соединений.
3. Используя справочные данные, построить полярную диаграмму угловой части волновой функции для $3d_{z^2}$ состояния электрона в атоме водорода.
4. Привести схему МО в октаэдрическом комплексе $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ при учете σ - и π -связываний.

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	Σ
Оценка, балл	10	10	10	10	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела [Текст]: учебное пособие / В. Г. Цирельсон. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 495 с.
2. Карапетьянц, М. Х. Строение вещества [Текст]: учебное пособие для вузов / Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1978. - 304 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Яцимирский К. Б. Химическая связь: учебное пособие / К. Б. Яцимирский, В. К. Яцимирский. - Киев: Вищагшк., 1975. - 303 с.
2. Грей Г. Электроны и химическая связь: пер. с англ. / Г. Грей. - М.: Мир, 1967. - 234 с.
3. Коулсон Ч. Валентность: пер. с англ. / Ч. Коулсон. - М.: Мир, 1965. - 426 с.
4. Маррел Дж. Теория валентности: пер. с англ. / Дж. Маррел, С. Кеттл, Дж. Теддер. - М.: Мир, 1968. - 520 с.
5. Картмелл Э. Валентность и строение молекул: пер. с англ. / Э. Картмелл, Г. В.А. Фоулс. - М.: Химия, 1979. - 359 с.
6. Майер И. Избранные главы квантовой химии. Доказательства теорем и вывод формул: учебник: Пер. с англ. / И. Майер. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 384 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ) ISSN0203-6088;
- «Координационная химия» ISSN 0132-344X;
- «Журнал неорганической химии» ISSN0044-457X;
- «Электрохимия» ISSN 0424-8570;
- «Inorganica Chimica Acta» ISSN 0020-1693;
- «Dalton Transactions» ISSN 1477-9234;
- «Angewandte Chemie International Edition» ISSN 1433-7851;

Политематические базы данных (БД):

- США: CAPLUS; COMPENDEX;

- Великобритания: INSPEC;
- Франция: PASCAL.

9.3 Средства обеспечения усвоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 235);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 200).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к Разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.muctr.ru.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки:	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
	Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams			
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Теория химического	Знает: - метод констант экранирования Слейтера; Умеет: - вычислять энергии электронов в	Оценка за индивидуальное домашнее задание

строения. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	многоэлектронных системах; - представлять графически полярные диаграммы волновых функций; - производить вычисления порядков связей, эффективных зарядов атомов; Владеет: - четким представлением о результатах решения уравнения Шредингера для различных состояний электрона в одноэлектронных системах.	Оценка за 1 контрольную работу Оценка за итоговую контрольную работу.
Раздел 2. Электронное строение атомов и Периодический закон.	Знает: - символику атомных термов; Умеет: - проводить обозначения термов атомов в основном состоянии по их электронным формулам;	Оценка за индивидуальное домашнее задание Оценка за 2 контрольную работу Оценка за итоговую контрольную работу.
Раздел 3. Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз.	Знает: - основные составляющие межмолекулярных взаимодействий, строение конденсированных фаз (жидкостей, аморфных веществ, кристаллов и мезофаз) и их поверхностей; - теоретические основы метода МО в варианте Хюккеля. Умеет: - использовать основные понятия теории симметрии для интерпретации химической связи в комплексных соединениях. Владеет: - четким представлением о результатах решения уравнения Шредингера для различных состояний электрона в одноэлектронных системах.	Оценка за индивидуальное домашнее задание Оценка за 3 контрольную работу Оценка за итоговую контрольную работу.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева

от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Термодинамика растворов электролитов»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена профессором кафедры общей и неорганической химии, доктором химических наук, профессором Соловьевым С.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «28» мая 2024 г., протокол №6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия», квалификация – «бакалавр» и рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленного опыта преподавания предмета кафедрой Общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева.. Программа рассчитана на изучение дисциплины в шестом семестре обучения.

Дисциплина **«Термодинамика растворов электролитов»** относится к дисциплинам по выбору. Для успешного освоения дисциплины студент должен знать основы, общей и неорганической химии, физики, аналитической, органической и физической химии, изучаемые в 1-7 семестрах обучения по направлению подготовки бакалавров «Химия».

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний по термодинамическим характеристикам растворов электролитов, теории растворов электролитов, представлений об ионной ассоциации в растворах.

Задачи дисциплины «Термодинамика растворов электролитов» сводятся к изучению важнейших классических и современных представлений взаимодействиях в растворах и методах и приемах описания этих взаимодействий.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижений**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Представление результатов профессиональной деятельности	ПК-4. Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач -
	ПК-5 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- термодинамический аппарат описания ионных равновесий в растворах (парциальные молярные и кажущиеся величины, относительные парциальные молярные величины, энтальпийные характеристики растворов, характеристики ионной ассоциации в растворах электролитов);

уметь:

- по экспериментальным и справочным данным вычислять равновесные характеристики электролитных растворов, включая степени, энтальпии и константы ионной ассоциации;

владеть:

- теоретическими представлениями физической химии электролитных растворов, знаниями о методах определения парциальных молярных и кажущихся величин, термодинамических характеристик ионной ассоциации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216
Контактная работа (КР):	3,56	128.4
Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
Лабораторные занятия (Лаб)	1,78	64
Самостоятельная работа (СР):	1,44	52
Вид контроля: экзамен, курсовая работа (КР)	1	Экзамен 36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Название модуля	Часов				
	Всего	Лекции	Семинары	Лаб. работы	СР
Раздел 1. Основы термодинамической теории растворов электролитов	134	28	30	44	32
Раздел 2. Современные представления о ионной ассоциации в растворах неорганических веществ	46	4	2	20	20
Экзамен	36				
Всего часов	216	32	32	64	52

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Основы термодинамической теории растворов электролитов.

1.1. Фундаментальное уравнение термодинамики, его особенности в применении к электролитным системам. Факторы интенсивности и факторы емкости. Уравнение для систем, где нет химических превращений и нет обмена веществом с окружающей средой. Общее (фундаментальное) уравнение химической термодинамики. Стандартные состояния газов и растворов. Свойства бесконечно разбавленных растворов.

1.2. Таблицы стандартных термодинамических функций образования индивидуальных веществ и ионов. Закон Гесса и вычисления на его основе для электролитных систем. Термодинамические функции переноса и разностей в функциях переноса между растворителями, расчет неизвестных величин без эксперимента.

1.3. Парциальные молярные и кажущиеся молярные свойства растворов. Способы выражения концентраций растворов. Однородные функции, теорема Эйлера. Парциальные молярные (мольные) величины, их физический смысл. Первое и второе уравнения Гиббса-Дюгема. Методы определения парциальных молярных свойств: аналитический, графический, метод пересечений. Особенности парциальных молярных свойств растворов электролитов.

1.4. Энтальпийные характеристики растворов.

1.4.1. Интегральная, первая интегральная, полная интегральная энтальпии растворения. Промежуточная, дифференциальная, последняя энтальпии растворения.

1.4.2. Относительные парциальные мольные энтальпии компонента в растворе. Симметричная и несимметричная системы выбора стандартного состояния раствора. Связь относительных парциальных мольных энтальпий компонентов раствора в симметричной и несимметричной системах определения стандартного состояния.

1.4.3. Энтальпии образования растворов. Способы определения стандартных энтальпий растворения электролитов. Водные, неводные и смешанные растворы электролитов, их особенности.

1.5. Некоторые термодинамические свойства ионов. Стандартная энтальпия образования иона, энтальпия сольватации иона. Основные методы определения стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах. Абсолютные величины термодинамических функций сольватации ионов и возможные способы их определения.

Раздел 2. Современные представления о ионной ассоциации в растворах неорганических веществ.

2.1. Теории растворов сильных (неассоциированных) электролитов.

2.1.1. Основные положения теории Дебая-Хюккеля; выражение, даваемое теорией для среднеионного коэффициента активности. Уравнение для расчета энтальпий разбавления растворов электролитов на основе теории Дебая-Хюккеля.

2.1.2. Уравнение Е.М.Кузнецовой для среднеионного коэффициента активности и расчет энтальпий разбавления растворов полностью ионизированного электролита на его основе.

2. 2. Представления об ионной ассоциации в растворах как способ описания концентрационной зависимости их свойств.

2.2.1. Теории Бьеррума, Сухотина, Бартела. Экспериментальные методы исследования ионной ассоциации в растворах.

2.2.2. Термохимический метод определения термодинамических характеристик ионной ассоциации.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	
	1	2
<i>Знать:</i>		
–термодинамический аппарат описания ионных равновесий в растворах (парциальные молярные и кажущиеся величины, относительные парциальные молярные величины, энтальпийные характеристики растворов),	+	+
<i>Уметь:</i>		
–по экспериментальным и справочным данным вычислять равновесные характеристики электролитных растворов, включая степени, энтальпии и константы ионной ассоциации		+
<i>Владеть:</i>		
–теоретическими представлениями физической химии электролитных растворов, –знаниями о методах определения парциальных молярных и кажущихся величин, –теоретическими представлениями о термодинамических характеристиках ионной ассоциации;	+	+

Профессиональные компетенции:		
–владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);	+	+
–владением системой фундаментальных химических понятий (ПК-3)	+	+
- владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6)		+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 Химия, профиль «Теоретическая и экспериментальная химия» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «**Термодинамика растворов электролитов**» в объеме 16 час (0,44 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний.

Примерный перечень практических занятий

Раздел	Темы практических (семинарских) занятий
1	1.Вычисление термодинамических характеристик процессов в растворах электролитов по справочным данным, нахождение равновесных величин и выходов реакций.
	Парциальные молярные, относительные парциальные молярные и кажущиеся величины на примере энтальпийных характеристик растворов электролитов; их вычисление по экспериментальным данным
	Сольватационные характеристики растворов электролитов; варианты деления значений термодинамических свойств электролитов на ионные составляющие.
	Измерение энтальпий разбавления растворов электролитов и определение энтальпий и констант ионной ассоциации (использование теории Дебая-Хюккеля и Е.М.Кузнецовой).
2	Изучение концентрационных зависимостей теплоемкости и плотности растворов электролитов, определение кажущихся величин; расчет констант ионной ассоциации в исследованных системах.
	Сольватационные характеристики растворов электролитов; варианты деления значений термодинамических свойств электролитов на ионные составляющие.
	Вычисление термодинамических характеристик ионной ассоциации по термохимическим данным в рамках модели равновесия в растворе между ионами и ионной парой.

	Вычисление термодинамических характеристик ионной ассоциации по термохимическим данным.

6.2. Примерный перечень лабораторные занятий

Раздел	Темы лабораторных занятий
1	Методика калориметрических измерений, определение теплового значения калориметра, измерение концентрационной зависимости энтальпий растворения электролитов, определение стандартных энтальпий растворения.
	Методика калориметрических измерений, определение теплового значения калориметра, измерение концентрационной зависимости энтальпий растворения электролитов, определение стандартных энтальпий растворения.
	Измерение энтальпий разбавления растворов электролитов и определение энтальпий и констант ионной ассоциации (использование теории Дебая-Хюккеля и Е.М.Кузнецовой)
	Измерение энтальпий растворения электролитов в нескольких растворителях, определение энтальпий переноса, разделение на ионные составляющие.
2	Определение термодинамических характеристик комплексообразования на основе термохимических измерений .
	Изопиестический метод определения среднеионных коэффициентов активности .
	Измерение энтальпий растворения электролитов разного валентного типа в воде и изопропанол.
	Измерение энтальпий разбавления электролитов разного валентного типа в воде и изопропанол и определение энтальпий ассоциации.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Учебной программой дисциплины «Термодинамика растворов электролитов» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 96 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и подготовка к контрольным работам, также подготовка к сдаче экзамена объеме 36 акад.час(1.0 зач.ед.).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- ☐ регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- ☐ выполнение расчетов по курсу;
- ☐ выполнение курсовой работы;
- ☐ подготовку к сдаче экзамена по курсу.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных заданий для оценки освоения дисциплины

Раздел 1.

Контроль по разделу 1 проводится в форме письменной контрольной работы. Билет для проведения контрольной работы содержит 2 вопроса, охватывающих все подразделы раздела 1, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 30 баллов.

Примеры контрольных заданий

1. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.
2. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{Br}_2(\text{ж})$.
3. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{Hg}(\text{ж})$.
4. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})$.
5. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{ж})$.
6. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{D}_2\text{O}(\text{ж})$.
7. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{AsCl}_3(\text{ж})$.
8. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{BBr}_3(\text{ж})$.
9. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{CCl}_4(\text{ж})$.
10. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{CS}_2(\text{ж})$.
11. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{ж})$.
12. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{SbCl}_5(\text{ж})$.
13. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж})$.
14. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{HCOOH}(\text{ж})$.
15. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{ж})$.
16. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{Zn}(\text{к})$.
17. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{CH}_3\text{CN}(\text{ж})$.
18. Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: $\text{Al}(\text{к})$;
19. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: Ag_2S .
20. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: Ag_2CO_3 .
21. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: CaF_2 .
22. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
23. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: CaCO_3 .
24. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: BaSO_4 .
25. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $\text{Cu}(\text{OH})_2$.
26. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: CuS .
27. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: Bi_2S_3 .
28. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
29. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $\text{Co}(\text{OH})_2$.
30. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $\text{Ni}(\text{OH})_2$.
31. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: Cu_2S .
32. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
33. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой

величины при 358,15K: $Al(OH)_3$.

34. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: CaF_2 .

35. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $AgBr$.

36. Вычислить произведение растворимости при 298,15K и произвести оценку этой величины при 358,15K: $Fe(OH)_2$;

37. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): H_3PO_4

38. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): $H_2PO_4^-$

39. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HPO_4^{2-}

40. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HSO_4^-

41. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): H_2SO_3

42. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HSO_3^-

43. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): H_2CO_3

44. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HCO_3^-

45. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): H_3PO_3 .

46. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HSO_3^-

47. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): H_2S .

48. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HS^- .

49. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HF .

50. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HCN .

51. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): $HCOOH$.

52. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): H_2SeO_3 .

53. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): $HSeO_3^-$.

54. Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HSe^- ;

55. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : K_2CO_3

56. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : K_2SO_3

57. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : Rb_2S

58. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : KCN

59. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : Na_2SO_4

60.К Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : CH_3COO^-

61. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : $NaHCOO^-$

62. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : K_3PO_4

63. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : K_2HPO_4

64. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : KNO_2

65. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : $KHSO_3$

66. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : NaF

67. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : KHS

68. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : $KHCO_3$

69. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : $KClO$

70. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : KF

71. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : Na_2S

72. Вычислить константу гидролиза соли по аниону (первая ступень) : $NaCN$;

73. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): $MnCl_2$

74. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): $FeCl_2$

75. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): $CuCl_2$

76. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): CoCl_2
77. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): AlCl_3
78. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): CrCl_3
79. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): MgCl_2
80. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): ZnCl_2
81. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): NiCl_2
82. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): FeCl_3
83. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
84. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): SnCl_2
85. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
86. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): BeCl_2
87. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): SnCl_2
88. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): GaCl_3
89. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): InCl_3
90. Вычислить константу гидролиза соли по катиону (первая ступень): ScCl_3 ;
91. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{AgCl}_2]^-$
92. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$
93. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Ag}(\text{CN})_3]^{2-}$
94. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$
95. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{CuCl}_2]^-$
96. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$
97. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
98. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
99. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{AlF}_6]^{3-}$
100. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^-$

Раздел 2

Контроль по разделу 2 проводится в форме письменной контрольной работы. Билет для проведения контрольной работы содержит 2 вопроса, охватывающих все подразделы раздела 2, максимальная оценка за каждый вопрос – 15 баллов. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 30 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
2. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$
3. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$
4. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$
5. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^-$
6. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$
7. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$
8. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Ag}(\text{CN})_3]^-$

В задании для некоторого вещества с молярной массой 185 приведено значение одного из коэффициентов активности (рационального или мольнодольного f , моляльного γ , молярного γ) для водного раствора с указанной мольной долей N , моляльностью m или молярностью M этого растворенного вещества, а также плотностью раствора. Необходимо вычислить два других коэффициента активности.

17. В задании для некоторого вещества с молярной массой 185 приведено значение одного из коэффициентов активности (рационального или мольнодольного f , моляльного γ , молярного γ) для водного раствора с указанной мольной долей N , моляльностью m или молярностью M этого растворенного вещества, а также плотностью раствора. Необходимо вычислить два других коэффициента активности: $N = 0,023$, плотность раствора 1,10 г/мл,

18. В задании для некоторого вещества с молярной массой 185 приведено значение одного из коэффициентов активности (рационального или мольнодольного f , моляльного γ , молярного γ) для водного раствора с указанной мольной долей N , моляльностью m или молярностью M этого растворенного вещества, а также плотностью раствора. Необходимо вычислить два других коэффициента активности: $M = 5,44$, плотность ρ -ра 1,42 г/мл, $\gamma = 1,89$.

20. В задании для некоторого вещества с молярной массой 185 приведено значение одного из коэффициентов активности (рационального или мольнодольного f , моляльного γ , молярного γ) для водного раствора с указанной мольной долей N , моляльностью m или молярностью M этого растворенного вещества, а также плотностью раствора. Необходимо вычислить два других коэффициента активности: $N = 0,015$, плотность ρ -ра 1,07 г/мл, $f = 1,04$

22. В задании для некоторого вещества с молярной массой 185 приведено значение одного из коэффициентов активности (рационального или мольнодольного f , моляльного γ , молярного γ) для водного раствора с указанной мольной долей N , моляльностью m или молярностью M этого растворенного вещества, а также плотностью раствора. Необходимо вычислить два других коэффициента активности: $m = 15,0$, плотность $1,80$ г/мл, $\gamma = 3,07$.

24. В задании для некоторого вещества с молярной массой 185 приведено значение одного из коэффициентов активности (рационального или мольнодольного f , моляльного γ , молярного γ) для водного раствора с указанной мольной долей N , моляльностью m или молярностью M этого растворенного вещества, а также плотностью раствора. Необходимо вычислить два других коэффициента активности: $M = 6,29$, плотность 1,35 г/мл, $\gamma = 2,76$

26. В задании для некоторого вещества с молярной массой 185 приведено значение одного из коэффициентов активности (рационального или мольнодольного f , моляльного γ , молярного μ) для водного раствора с указанной мольной долей N , моляльностью m или молярностью M этого растворенного вещества, а также плотностью раствора. Необходимо вычислить два других коэффициента активности: $N = 0,08$, плотность 1,14 г/мл, $f = 1,32$.

27. По таблицам теплоемкости и плотности растворов указанного в задании вещества вычислить кажущиеся теплоемкость и объем растворенного вещества (не менее 5 концентраций) и графической экстраполяцией от концентрации определить парциальную

- [illegible]

- [illegible]

использовать линейную интерполяцию значений: ZnCl_2 (2,15).

80. Вычислить энтальпию растворения в воде данного вещества с образованием раствора указанной молярности (в скобках). При вычислении энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: MgSO_4 (3,30)..

Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений:

81. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: NaF .

82. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: NaCl .

83. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: NaBr .

84. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: NaJ .

85. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: KF .

86. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: KCl .

87. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: KBr .

88. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: KJ .

89. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: RbF .

90. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: RbCl .

91. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: RbBr .

92. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: RbJ .

93. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: LiF .

94. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: LiBr .

95. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: LiCl .

96. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: LiJ .

97. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: CsCl .

98. Вычислить стандартную энтальпию гидратации следующих соединений: NaCl .

99. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: K_2SO_4 (0,500 $\rightarrow$ 0,200).

100. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: KCl (2,00 $\rightarrow$ 0,0500).

Пример билета к контрольной работе (раздел 1)

<i>«Утверждаю» Заведующий кафедрой ОНХ Соловьев С.Н.</i>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Направление подготовки бакалавров 04.03.01 Химия профиль «Теоретическая и экспериментальная химия» Дисциплина «Термодинамика растворов неорганических соединений»
Билет № 1	
1.Вычислить давление насыщенного пара (в мм рт. ст.) над: H_2O (ж). 2.Вычислить константу диссоциации (одна ступень): HCOOH .	

Пример билета к контрольной работе № 2 (раздел 2)

<i>«Утверждаю» Заведующий кафедрой ОНХ Соловьев С.Н.</i>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Направление подготовки бакалавров 04.03.01 Химия Профиль «Теоретическая и экспериментальная химия» Дисциплина «Термодинамика растворов электролитов»
Билет № 1 1. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[Al(OH)_4]^-$. 2. Вычислить стандартную энтальпию растворения в воде: $CsBr(k)$.	

8.4. Структура и примеры билетов для сдачи экзамена

Итоговый контроль по курсу проводится в форме устного опроса (экзамен). Билет для проведения зачета содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольные работы (максимум 60 баллов, по 30 за каждую), и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Факторы интенсивности и факторы емкости. Фундаментальное уравнение термодинамики для систем, в которых нет химических превращений и нет обмена веществом с окружающей средой.
2. Стандартное состояние газов.
3. Вычисление кажущихся молярных свойств компонентов растворов. Связь кажущихся и парциальных молярных свойств.
4. Общее (фундаментальное) уравнение химической термодинамики.
5. Стандартное состояние компонентов растворов, симметричная и несимметричная системы выбора стандартного состояния компонентов раствора.
6. Методы определения парциальных молярных свойств: аналитический, графический, метод пересечений.
7. Однородные функции, теорема Эйлера. Физический смысл парциальных молярных величин.
8. Энтальпии образования растворов. Способы определения стандартных энтальпий растворения.
9. Основные положения теории Дебая-Хюккеля.

10. Критерий самопроизвольного протекания процессов Равновесие, константа равновесия. Уравнения Гиббса-Гельмгольца и Вант-Гоффа.
11. Стандартная энтальпия образования иона, энтальпия сольватации иона. Шкала относительных стандартных термодинамических функций образования ионов в водных растворах.
12. Связь о. п. м. энтальпий компонентов раствора в симметричной и несимметричной системах определения стандартного состояния.
13. Первое и второе уравнения Гиббса-Дюгема.
14. Энтальпийные характеристики растворов: интегральная, промежуточная, дифференциальная энтальпии растворения.
15. Уравнения для расчета среднеионного коэффициента активности по теории Дебая-Хюккеля, первое и второе приближения.
16. Закон Гесса и следствия из него. Вычисления на основе этого закона.
17. Относительные парциальные молярные энтальпии компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы выбора стандартного состояния компонентов раствора.
18. Методы определения парциальных молярных свойств компонентов раствора.
19. Уравнение Е.М.Кузнецовой для расчета среднеионного коэффициента активности, сопоставление его с уравнением Дебая-Хюккеля.
20. Парциальные молярные и кажущиеся молярные свойства растворов.
21. Уравнение для расчета энтальпий разбавления растворов полностью ионизированного электролита на основе второго приближения теории Дебая-Хюккеля
22. Представления о ионной ассоциации в растворах как способ описания концентрационной зависимости их свойств.
23. Однородные функции, теорема Эйлера. Парциальные молярные величины, их физический смысл.
24. Рациональный, моляльный и молярный коэффициенты активности; связь между ними.
25. Энтальпии образования растворов, способы определения стандартных энтальпий растворения.
26. Парциальные молярные и кажущиеся молярные свойства растворов, их взаимосвязь.
27. Термохимический способ определения термодинамических характеристик ионной ассоциации.
28. Уравнения Гиббса-Дюгема.

29. Энтальпийные характеристики растворов.
30. Представления о ионной ассоциации, типы ионных пар.
31. Принципиальная возможность описания концентрационной зависимости свойств растворов электролитов на основе модели равновесия между ионами и ионной парой одного вида.
32. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: KJ (1,00 $\rightarrow$ 0,0600).
33. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: KBr (0,750 $\rightarrow$ 0,150).
34. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: Na₂SO₄ (0,650 $\rightarrow$ 0,0700).
35. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: NaCl (1,50 $\rightarrow$ 0,200).
36. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: NaBr (1,80 $\rightarrow$ 0,0400).
37. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: NaJ (2,10 $\rightarrow$ 0,0500).
38. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: NaF (0,950 $\rightarrow$ 0,0700).
39. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: KF (0,870 $\rightarrow$ 0,0900).
40. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: NaOH (2,30 $\rightarrow$ 0,100) .
41. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: Na₂CO₃ (1,80 $\rightarrow$ 0,250).
42. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При

расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: NaCl (2,50 → 0,050).

43. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от

концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: MgCl_2 (1,00 $\rightarrow$ 0,04).

44. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: MgBr_2 (0,900 $\rightarrow$ 0,040).

45. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: LiJ (2,50 $\rightarrow$ 0,070).

46. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: LiCl (1,50 $\rightarrow$ 0,080).

47. Вычислить энтальпию разбавления водного раствора данного соединения от концентрации m_1 до концентрации m_2 (приведены в скобках $m_1 \rightarrow m_2$). При расчете энтальпий образования растворов использовать линейную интерполяцию значений: LiBr (1,65 $\rightarrow$ 0,03).

Пример билета к экзамену

<i>«Утверждаю»</i> Заведующий кафедрой ОНХ Соловьев С.Н.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра общей и неорганической химии
	Направление подготовки бакалавров 04.03.01 Химия Профиль «Теоретическая и экспериментальная химия» Дисциплина «Термодинамика растворов электролитов»
Билет № _	
1. Факторы интенсивности и факторы емкости. Фундаментальное уравнение термодинамики для систем, в которых нет химических превращений и нет обмена веществом с окружающей средой.	
2. Вычислить константу устойчивости комплексного иона: $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^-$.	

8.5. Курсовая работа

Курсовая работа по дисциплине «Термодинамика растворов электролитов» направлена на изучение термодинамических характеристик сольватации и ионной ассоциации электролитов в растворах.

Максимальная оценка курсовой работы – 100 баллов (зачет).

Оценка включает в себя формальный и содержательный критерии. Формальным критериями оценивания являются: соблюдение сроков сдачи законченной работы, правильность оформления, грамотность структурирования работы, наличие ссылок, использование современной литературы. Оценка по формальным критериям не должна превышать 20 баллов. К содержательным критериям относятся: правильность и полнота выполнения заданий курсовой работы, знание новейшей литературы.

Согласно принятой в РХТУ им. Д.И. Менделеева рейтинговой системе, минимальный пороговый балл студента, обеспечивающий оценивание курсовой работы равен 50 баллам.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. М.: Химия. 2012. 839 с.
2. Мерецкий, А. М. Растворы электролитов: учебное пособие / А. М. Мерецкий, В. В. Белик. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 126 с. Б)

Дополнительная литература:

1. Пригожин, И. Химическая термодинамика: пер. с англ. / И. Пригожин, Р. Дефэй. - Новосибирск : Наука, 1966. - 509 с.
2. Васильев, В. П. Термодинамические свойства растворов электролитов: учебное пособие / В. П. Васильев. - М. : Высш. шк., 1982. - 320 с.
3. Скуратов, С. М. Термохимия: учебное пособие : В 2-х ч. / С. М. Скуратов, В. П. Колесов, А. Ф. Воробьев. - М. : Изд-во МГУ, 1964 - 1966. Ч. 1: Общие сведения о термометрии и калориметрии. - 1964. - 303 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect.

Доступ к коллекциям «CHEMISTRY» и «CHEMICALENGINEERING» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство American Chemical Society (ACS)

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний. Доступ по IP- адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство Taylor & Francis

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе по естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)** Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. — наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;
- "Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство **Wiley-Blackwell**

Предоставляет доступ к более чем 1300 журналам.

Ресурс охватывает широкий спектр тематических направлений по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии. Глубина архива (в основном) с 1996 года. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www3.interscience.wiley.com>.

Издательство **SPRINGER**

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал **SCIENCE**

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их. Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://www.science.com>

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- ☑ банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- ☑ видеолекции проф. С.Н. Соловьева (47 лекций)

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 05.05.2018).
2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/7/6/1> (дата обращения: 05.05.2018).
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/6045> (дата обращения: 05.05.2018).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

4. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 05.05.2018).

5. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 05.05.2018).
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 05.05.2018).
7. ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fero.i-exam.ru/> (дата обращения: 05.05.2018).
8. Zoom.-конференция – Режим доступа: <https://zoom.us/> (дата обращения: 20.04.2019).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе. Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Термодинамика растворов электролитов» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная средствами демонстрации (кодоскоп, экран) и учебной мебелью; оборудованная лаборатория; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, комплект наглядных материалов.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном виде.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2007	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номер лицензии	210	бессрочная

		42931328		
2	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2020 г.
3	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Imagine Premium, соглашение ICM-171312 от 03.04.2019 г., действительно до 03.04.2020 г., счет № 0012522675 от 30.03.2019 г.	Количество лицензий не ограничено согласно условиям подписки Microsoft Imagine Premium	03.04.2020 г.

4	AV Лицензия - Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 2 year Educational Renewal License, KL4863RATDQ	Акт приема-передачи неисключительного права № 27677 от «25» декабря 2018 г. Акт сдачи-приемки оказанных услуг №203-18122501 от «25» декабря 2018 г. Контракт № 126-152ЭА/2018 от «24» декабря 2018 г.	Количество лицензий не ограничено	25.12.2021

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы термодинамической теории растворов электролитов	Знает: - термодинамический аппарат описания ионных равновесий в растворах (парциальные молярные и кажущиеся величины, относительные парциальные молярные величины, энтальпийные характеристики растворов), Умеет: -теоретическими представлениями физической химии электролитных растворов, -знаниями о методах определения парциальных молярных и кажущихся величин, - теоретическими представлениями о термодинамических характеристиках	Оценка за контрольные работы(30 баллов, всего 100) Оценка за экзамен (40 баллов, всего 100) КР (100 баллов, зачет)
	ионной ассоциации; – прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; Владеет: - базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2); - системой фундаментальных химических понятий (ПК-3); - владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).	

Раздел 2. Современные представления об ионной ассоциации в растворах неорганических веществ	<i>Знает:</i> - термодинамический аппарат описания ионных равновесий в растворах (парциальные молярные и кажущиеся величины, относительные парциальные молярные величины, энтальпийные характеристики растворов), <i>Умеет:</i> -теоретическими представлениями физической химии электролитных растворов, -знаниями о методах определения парциальных молярных и кажущихся величин, - теоретическими представлениями о термодинамических характеристиках ионной ассоциации; – прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; <i>Владеет:</i> - базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2); - системой фундаментальных химических понятий (ПК-3); - владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).	Оценка за контрольные работы(30 баллов, всего 100) Оценка за экзамен (40 баллов, всего 100) КР (100 баллов, зачет)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Физика»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена заведующим кафедрой физики В. В. Горевым и старшими преподавателями кафедры Н.А. Богатовым, А.С. Савиной.

Программа рассмотрена и одобрена на расширенном заседании кафедры физики РХТУ им. Д.И. Менделеева «_6_» _____ мая _____ 2024 г., протокол №_10_

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой физики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение четырех семестров.

Дисциплина «Физика» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана и рассчитана на изучение в 4 семестрах. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в рамках школьной программы по физике и математике.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

Задачи дисциплины - решения которых обеспечивает достижение цели, - формирование представлений об основных физических законах природы и методах теоретических исследований различных физических явлений, а также получение представления о современных экспериментальных методах исследования.

Дисциплина «Физика» преподается в 1, 2, 3 и 4 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Естественно-научная подготовка	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности; ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;

- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;
- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;
- методы обработки результатов физического эксперимента.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;
- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;
- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;
- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.

Владеть:

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;
- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	16	576	3	108	4	144	4	144	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,8	352	1,78	64	2,67	96	2,67	96	2,67	96
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лекции	3,56	128	0,89	32	0,89	32	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	4,45	160	0,89	32	0,89	32	0,89	32	1,78	64
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	-	-	0,89	32	0,89	32	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	3,2	116	1,22	44	0,33	12	0,33	12	1,33	48
Контактная самостоятельная работа	3,2	0,2	1,22	0,2	0,33	12	0,33	12	1,33	48
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		115,8		43,8						
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Экзамен	3	108	-	-	1	36	1	36	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	3	1,2	-	-	1	0,4	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену.		106,8		-		35,6		35,6		35,6
Вид итогового контроля:			Зачет		Экзамен		Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр							
			1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	16	432	3	81	4	108	4	108	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,8	264	1,78	48	2,67	72	2,67	72	2,67	72
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лекции	3,56	96	0,89	24	0,89	24	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	4,45	120	0,89	24	0,89	24	0,89	24	1,78	48
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48	-	-	0,89	24	0,89	24	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	3,2	87	1,22	33	0,33	9	0,33	9	1,33	36
Контактная самостоятельная работа	3,2	0,15	1,22	0,15	0,33		0,33		1,33	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		86,85		32,85		9		9		36
Виды контроля:										
Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Экзамен	3	81	-	-	1	27	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	3	0,9	-	-	1	0,3	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену.		80,1		-		26,7		26,7		26,7
Вид итогового контроля:			Зачет		Экзамен		Экзамен		Экзамен	

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лек- ции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. рабо- ты	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. рабо- та
	1 семестр									
1	Раздел 1. Введение в механику.	54	-	16	-	16	-	-	-	22
1.1	Кинематика: основные понятия. Проекция векторов.	14	-	4	-	4	-	-	-	6
1.2	Основные законы механики: законы Ньютона, законы сохранения импульса и энергии.	14	-	4	-	4	-	-	-	6
1.3	Работа, энергия, мощность: простейшие задачи.	13	-	4	-	4	-	-	-	5
1.4	Колебания и волны: основные характеристики колебательного движения.	13	-	4	-	4	-	-	-	5
2	Раздел 2. Введение в термодинамику и молекулярно- кинетическую теорию (МКТ).	54	-	16	-	16	-	-	-	22
2.1	Основные положения МКТ	22	-	8	-	8	-	-	-	6
2.2	Термодинамика: законы и их приложения.	16	-	4	-	4	-	-	-	8
2.3	Циклы, КПД, решение задачи по первому началу термодинамики	16	-	4	-	4	-	-	-	8
	2 семестр									
3	Раздел 3. Физические основы механики.	70	-	16	-	24	-	16	-	14

3.1	Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.	16	-	4	-	4	-	4	-	4
3.2	Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.	20	-	4	-	8	-	4	-	4
3.3	Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.	20	-	4	-	8	-	4	-	4
3.4	Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.	14	-	4	-	4	-	4	-	2
4	Раздел 4. Основы молекулярной физики.	56	-	12	-	16	-	12	-	16
4.1	Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	16	-	4	-	4	-	4	-	4
4.2	Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.	24	-	4	-	8	-	4	-	8

4.3	Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.	16	-	4	-	4	-	4	-	4
5	Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток	18	-	4	-	8	-	4	-	2
5.1	Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле.	18	-	4	-	8	-	4	-	2
	3 семестр									
6	Раздел 6. Электромагнетизм.	48	-	8	-	16	-	8	-	8
6.1	Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца	24	-	4	-	8	-	4	-	4
6.2	Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.	24	-	4	-	8	-	4	-	4
7	Раздел 7. Оптика.	48	-	12	-	12	-	12	-	12
7.1	Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.	16	-	4	-	4	-	4	-	4
7.2	Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.	16	-	4	-	4	-	4	-	4
7.3	Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору	16	-	4	-	4	-	4	-	4
8	Раздел 8. Элементы квантовой физики	48	-	12	-	12	-	12	-	12
8.1	Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.	16	-	4	-	4	-	4	-	4

8.2	Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.	16	-	4	-	4	-	4	-	4
8.3	Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц.	16	-	4	-	4	-	4	-	4
4 семестр										
9	Раздел 9. Элементы квантовой статистики.	60	-	20	-	20	-	-	-	20
9.1	Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.	30	-	10	-	10	-	-	-	10
9.2	Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми- Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).	30	-	10	-	10	-	-	-	10
10	Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.	60	-	20	-	20	-	-	-	20

10.1	Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.	60	-	20	-	20	-	-	-	20
11	Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела.	60	-	20	-	20	-	-	-	20
11.1	Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.	20	-	6	-	8	-	-	-	6
11.2	Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.	20	-	8	-	6	-	-	-	8
11.3	Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).	20	-	6	-	8	-	-	-	6
	ИТОГО	468								
	Экзамены	108								
	ИТОГО	576								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Семестр 1.

Раздел 1. Введение в механику.

1.1. Роль курса «Физика» в учебном процессе химико- технологического ВУЗа. Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Примеры.

1.2. Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения. Силы тяжести, вес, примеры.

1.3. Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии. Примеры.

1.4. Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны. Примеры.

Раздел 2. Введение в молекулярную физику и термодинамику.

2.1. Основы МКТ (молекулярно-кинетической теории). Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура. Примеры.

2.2. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона. Примеры.

2.3. Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.

2.4. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.

Семестр 2.

Раздел 3. Физические основы механики.

3.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.

3.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.

3.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.

3.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

Раздел 4. Основы молекулярной физики.

4.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

4.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.

4.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток.

5.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле

Семестр 3.

Раздел 6. Электромагнетизм.

6.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

6.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

Раздел 7. Оптика.

7.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

7.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

7.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

Раздел 8. Элементы квантовой физики.

8.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

8.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.

Семестр 4.

Раздел 9. Элементы квантовой статистики.

9.1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц.

9.2. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).

Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.

10.1. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.

Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела.

11.1. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.

11.2. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов. Симметрия и физические свойства кристаллов.

11.3. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне). Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Знать:											
1	- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	- методы обработки результатов физического эксперимента.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Уметь:											
5	- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

9	- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:											
10	- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>												
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК										
12	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать	ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1 Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
		1 СЕМЕСТР	
1-2	1	Основы механики. Классическая механика Ньютона и граница её применимости. Кинематика. Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Перемещение и путь. Скорость и ускорение. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических характеристик от времени при равномерном и равнопеременном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Примеры.	4
3-4	1	Кинематика вращательного движения. Характеристики вращательного движения. Основы динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Сила. Второй закон Ньютона. Момент силы. Условие равновесия. Центр масс системы. Третий закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Закон всемирного тяготения. Силы тяжести, вес, примеры.	4
5-6	1	Законы сохранения. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Работа силы, мощность. Энергия. Виды механической энергии. Консервативные системы. Закон сохранения в механике. Закон сохранения полной энергии. Примеры.	4
7-8	1	Механические колебания и волны. Гармонический колебания. Амплитуда, период, частота. Пружинный маятник, математический маятник. Закон сохранения энергии при колебательном движении. Волновая поверхность. Фронт волны. Поперечные и продольные волны. Примеры.	4
9-10	2	Основы МКТ. Опытное обоснование положений МКТ. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Число Авогадро. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Средняя квадратичная скорость движения молекул. Температура. Абсолютная температура. Примеры.	4
11-12	2	Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Графики изопроцессов в координатах p - V , V - T , p - T . Закон Дальтона. Примеры.	4
13-14	2	Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.	4
15-16	2	Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина.	4
		2 СЕМЕСТР	

17-19	3	Некоторые сведения о системах единиц. Порядок решения физических задач. Кинематика. Векторная и координатная формы описания движения материальной точки. Кинематические уравнения движения. Криволинейное движение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематические характеристики вращательного движения.	6
20-22	3	Динамика. Второй закон Ньютона. Движение тела под действием временной силы. Движение тела переменной массы. Закон сохранения импульса. Неупругое и упругое столкновение шаров. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Силы трения. Работа постоянной и переменной силы. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии в механике.	6
23-26	3	Динамика вращательного движения. Основной закон динамики вращательного движения. Момент инерции. Теорема Штейнера. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.	8
27-28	3	Кинематика гармонических колебаний. Динамика гармонических колебаний. Физический маятник. Затухающие и вынужденные колебания.	4
29-30	4	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для идеального газа. Распределения Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла.	4
31-34	4	Первое начало термодинамики и применение его к изопроцессам. Теплоемкость идеального газа. Адиабатный процесс. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.	8
35-36	4	Явление переноса. Диффузия. Теплопроводность. Вязкость. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества. Идеальная жидкость. Уравнение неразрывности. Закон Бернулли. Формула Торричелли.	4
37-40	5	Взаимодействие точечных зарядов. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Связь потенциала с напряженностью. Теорема Остроградского-Гаусса и применение ее к расчету электрических полей, обладающих симметрией.	8
		3 СЕМЕСТР	
41-42	6	Магнитное поле и его характеристики. Применение закона Био-Савара-Лапласа и теоремы о циркуляции к расчету магнитных полей.	4
43-44	6	Закон Ампера. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле.	4
45-46	6	Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.	4
47-48	6	Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность.	4
49	7	Интерференция света. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Интерферометры.	2
50	7	Дифракция света. Метод зон Френеля. Дифракция Фраунгофера от одной щели. Дифракционная решетка.	2
51	7	Поляризация света. Закон Брюстера. Закон Малюса.	2
52	7	Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.	2

		Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.	
53	7	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Тормозное излучение. Атом водорода по Бору. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Соотношения неопределенностей.	2
		4 СЕМЕСТР	
54-58	8	Микрочастица в бесконечно глубокой, прямоугольной потенциальной яме. Потенциальная ступень. Потенциальный барьер.	10
59-64	8	Многоэлектронный атом. Векторная модель атома. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Магнитный момент атома. Атом в магнитном поле. Опыты Штерна-Герлаха.	12
65-70	9	Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах. Энергия Ферми. Температура Ферми.	12
71-76	9	Квантовая теория теплоемкости твердых тел по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Предельный закон Дебая. Фононы. Элементы ядерной физики. Дозиметрия.	12
77-78	10	Квантовый гармонический и ангармонический осциллятор.	4
79-80	10	Строение атома. Атом водорода: расчёт распределение плотности вероятности электрона в атоме. Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах. Энергия Ферми. Температура Ферми.	4
81-84	11	Квантовая теория теплоёмкостей твёрдых тел по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Предельный закон Дебая. Фононы.	8
85-88	11	Геометрическая кристаллография. Основы кристаллохимии.	8
89-90	11	Вычисление коэффициента заполнения для а) простой куб ячейки; б) для ОЦК ячейки. Вычисление коэффициента заполнения ГЦК ячейки структуры алмаза.	4
91-92	11	Расчёт размеров пустот в плотноупакованных структурах. Расчёт энергии ионного кристалла (пример структура NaCl).	4
93-94	11	Расчет радиуса шара для случая плотноупакованной структуры, который можно поместить в тетраэдрическую пустоту.	4
95-96	11	Исследование, каким образом рассчитывается энергия решётки кристалла NaCl для Na пар ионов.	4

6.2 Лабораторные занятия.

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Физика», а также дает знания о методиках проведения экспериментальных исследовательских работ и их анализе, а также осуществления расчета статистических характеристик с целью определения погрешностей проведенных экспериментов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 16 баллов (максимально – 4 балла за первую работу и по 2 балла за каждую следующую работу, в семестре всего 7 работ). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и модули, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	3	Определение времени соударения шаров и величины коэффициентов восстановления скорости и энергии.	4
2	3	Проверка закона сохранения импульса при упругом и неупругом ударе двух шаров.	4
3	3	Определение момента инерции тела, движущегося по наклонной плоскости.	4
4	3	Изучение динамики вращательного движения. Маятник Обербека.	4
5	3	Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника.	4
6	3	Определение линейных размеров объёма, массы, плотности тела.	4
7	3	Проверка основного закона динамики вращательного движения твёрдого тела.	4
8	3	Измерение механики косо́го и прямо́го удара (компьютерная модель).	4
9	3	Маятник Максвелла. (реальная модель)	4
10	3	Маятник Максвелла. (компьютерная модель).	4
11	3	Физический маятник.	4
12	3	Метод крутильных колебаний.	4
13	4	Построение функции распределения случайной величины по результатам эксперимента.	4
14	4	Определение показателя адиабаты методом измерения скорости звука (компьютерная модель).	4
15	4	Изучение вязкости среды.	4
16	4	Измерение коэффициента вязкости воздуха (компьютерная модель).	4
17	4	Измерение коэффициента вязкости воздуха и эффективного диаметра молекулы газа капиллярным способом.	4
18	4	Определение вязкости жидкости методом Стокса.	4
19	5	Исследование электростатического поля методом электролитической ванны.	4
20	5	Определение ёмкости конденсатора методом баллистического гальванометра.	4
21	5	Исследование электростатического поля точечных зарядов.	4
22	5	Исследование электростатического поля.	4
23	5	Электрическое поле точечных зарядов.	4
24	5	Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме.	4
25	6	Магнитное поле Земли.	4
26	5; 6	Удельное заряд электрона. Магнитная фокусировка.	4

27	6	Магнитное поле.	4
28	7	Интерференция света. Опыт Юнга.	4
29	7	Дифракция света на одиночной щели и дифракционной решётке.	4
30	7	Опыт Юнга.	4
31	7	Опыт Ньютона.	4
32	8	Изучение законов теплового излучения. Яркостный пирометр.	4
33	8	Фотоэффект.	4
34	8	Внешний фотоэффект	4

7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета (1 семестр), экзамена (2, 3 и 4 семестр) и лабораторного практикума (2 и 3 семестр) по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов в 1 семестре, по 30 баллов во 2 и 3 семестре, 40 баллов в 4 семестре), лабораторного практикума (максимальная оценка 16 баллов во 2 и 3 семестре) и итогового контроля в форме экзамена в 2, 3 и 4 семестрах (максимальная оценка 40 баллов). *При форме контроля в форме зачета (1 семестр) все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.*

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 9 контрольных работ. Максимальная оценка за контрольную работу 1 и 2 (1 семестр) составляет по 30 баллов. Максимальная оценка за контрольные работы 3 и 4 (2 семестр) составляет 30 баллов, по 15 баллов за каждую работу, за контрольные работы 5, 6 и 7 (3 семестр) предусмотрено 30 баллов, по 10 баллов за каждую работу. Контрольные 8 и 9 (4 семестр) оцениваются в 20 баллов каждая.

Раздел 1. Примеры заданий к контрольной работе № 1 (семестр 1). Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

Вопрос 1.1.

1. Определите среднюю плотность материала, из которого выполнен ареометр, если в воде он погружен ровно на половину своего объема. Плотность воды принять за 1000 кг/м^3 .
2. Определите среднюю плотность материала, из которого выполнен ареометра, если в соляной кислоте он погружен ровно на $2/3$ своего объема. Плотность воды принять за 1200 кг/м^3 .
3. Определите давление, которое оказывает на оливу столб титровального раствора если его плотность 1100 кг/м^3 , площадь поперечного сечения бюретки 10 мм^2 , а высота раствора в бюретке 10 см , ускорение свободного падения принять за 10 м/с^2 .
4. Определите давление, которое оказывает на оливу столб титровального раствора если его плотность 1200 кг/м^3 , площадь поперечного сечения бюретки 20 мм^2 , а высота раствора в бюретке 15 см , ускорение свободного падения принять за 10 м/с^2 .
5. Однородный стержень массой $0,1 \text{ кг}$ может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O , расположенной на расстоянии одной трети от верхнего конца стержня. В нижнюю точку стержня попадает горизонтально летящий шарик и прилипает к стержню. Скорость шарика 10 м/с , его масса 2 г . Определить линейную скорость точки, принадлежащей верхнему концу стержня в начальный момент времени.
6. Определить период гармонических колебаний физического маятника, состоящего из двух шариков массами 5 кг и 10 кг , закрепленных на его концах. Горизонтальная ось проходит через точку на стержне, отстоящую от его верхнего конца на одну четверть. Шарик можно считать материальными точками.
7. Определить циклическую частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из однородного плоского диска. Масса стержня 1 кг , масса диска 2 кг . Горизонтальная ось проходит через точку соединения стержня и диска перпендикулярно плоскости диска.
8. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной 30 см и массой 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на $1/3$ его длины.
9. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.
10. Шар массой 10 кг , движущийся со скоростью 4 м/с , сталкивается с шаром массой 4 кг , скорость которого равна 12 м/с . Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
11. Снаряд массой 10 кг обладал скоростью 200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой 3 кг получила скорость 400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй, большей части после разрыва.
12. Определить частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из невесомого стержня длины $0,2 \text{ м}$ и двух шариков массами 30 г и 50 г , укрепленных на концах стержня. Горизонтальная ось проходит через середину стержня. Шарик можно рассматривать как материальные точки.
13. Однородный диск массой 1 кг может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точку на образующей диска попадает горизонтально летящий со скоростью 10 м/с шарик прилипает к его поверхности. Масса шарика 5 г . Определить угловую скорость вращения диска в начальный момент времени. Радиус диска 20 см .

Вопрос 1.2.

1. Шар массой $m=10 \text{ кг}$, движущийся со скоростью $v_1=4 \text{ м/с}$, сталкивается с шаром массой $m=4 \text{ кг}$, скорость v_2 которого равна 12 м/с . Считая удар прямым, неупругим, найти скорость и шаров после удара в случае, когда шары движутся навстречу друг другу.

2. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает вперед по движению лодки.
3. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает в сторону, противоположную движению лодки.
4. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M=15$ т. Орудие стреляет вверх под углом 60° к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m=20$ кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?
5. Снаряд массой $m=10$ кг обладал скоростью $v=200$ м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1=3$ кг получила скорость $u_1=400$ м/с в прежнем направлении. Найти скорость u_2 второй, большей части после разрыва.
6. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость $v=2$ м/с. Определить работу A силы, если масса m вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения $0,01$.
7. Вычислить работу A , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой $m=100$ кг на высоту $h=4$ м за время $t=2$ с.
8. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса m груза равна 100 кг, угол наклона $\varphi=30^\circ$, коэффициент трения $0,1$ и груз движется с ускорением $a=1$ м/с².
9. Для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу $F=10$ Н. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжать пружину на 10 см, если сила пропорциональна сжатию?
10. Пружина жесткостью $k=10$ кН/м сжата силой $F=200$ Н. Определить работу A внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $x=1$ см.
11. Пружина жесткостью $k=1$ кН/м была сжата на 4 см. Какую нужно совершить работу A , чтобы сжатие пружины увеличить до 18 см?
12. Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, поставленной на подставке, сжимает ее на $x=2$ мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высотой $h=5$ см?
13. Камень брошен вверх под углом 60° к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую T и потенциальную P энергии камня в высшей точке его траектории. Соппротивлением воздуха пренебречь.
14. С какой наименьшей высоты h должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму «мертвой петли» радиусом $R=4$ м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.
15. Молекула распадается на два атома. Масса одного из атомов в $p=3$ раза больше, чем другого. Пренебрегая начальной кинетической энергией и импульсом молекулы, определить кинетические энергии и атомов, если их суммарная кинетическая энергия $T=0,032$ нДж.
16. Пуля массой $m=10$ г, летевшая со скоростью $v=600$ м/с, попала в баллистический маятник массой $M=5$ кг и застряла в нем. На какую высоту h , откатнувшись после удара, поднялся маятник?
17. Уравнение колебаний точки имеет вид $x = A \cos[w(t+\tau)]$, где $w=\pi$ 1/с, $\tau=0,2$ с. Определить период T и начальную фазу колебаний.
18. Определить период, частоту и начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A \sin[w(t+\tau)]$, где $w=2,5\pi$ с⁻¹, $\tau=0,4$ с
19. Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A=3$ см и угловой частотой $w=\pi(2$ с⁻¹).
20. Точка совершает колебания по закону $x = A \cos(wt)$, где $A=5$ см; $w=2$ с⁻¹. Определить ускорение точки в момент времени, когда ее скорость 8 см/с.

21. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту ω колебаний и максимальное ускорение точки.
22. Максимальная скорость точки, совершающей гармонические колебания, равна 10 см/с, максимальное ускорение = 100 см/с². Найти угловую частоту ω колебаний, их период T и амплитуду A . Написать уравнение колебаний, приняв начальную фазу равной нулю.
23. Материальная точка массой 50 г совершает колебания, уравнение которых имеет вид $x=A \cos(\omega t)$, где $A = 10$ см, $\omega=5$ с⁻¹. Найти силу F , действующую на точку в момент, когда фаза $\omega t=\pi/3$.
24. Грузик массой $m=250$ г, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с периодом $T=1$ с. Определить жесткость k пружины.
25. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
26. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
27. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.
28. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту ω колебаний и максимальное ускорение точки.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 задачи, по 15 баллов максимум за каждую.

Вопрос 2.1.

1. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения наиболее вероятной скорости не более, чем на 2%. На графике распределения скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
2. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $1/3$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 2 %.
3. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы лежит в интервале значений от 0 до $0,02$ средней квадратичной скорости. На графике распределения вероятности скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
4. Определить долю молекул идеального газа, кинетические энергии которых лежат в интервале значений от 0 до $0,02$ кТ. На графике распределения вероятности энергии заштриховать площадь, соответствующую найденному значению доли молекул.
5. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $0,5$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 1 %.
6. Найти среднее значение энергии молекулы массой m при значении температуры T .
7. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
8. Газ, занимавший объем 12 л под давлением 100 кПа, был изобарно нагрет от температуры 300 К до 400 К. Определить работу A расширения газа.
9. Гелий массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты, переданное газу; 2) работу расширения; 3) приращение внутренней энергии газа.
10. Азот массой 5 кг, нагретый на 150 К, сохранил неизменный объем. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.
11. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
12. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление 90 кПа. На какой высоте вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Вопрос 2.2.

1. В баллоне с небольшой трещиной находится углекислый газ. Газ может медленно просачиваться сквозь трещину. За время наблюдения количества вещества уменьшилось в 4, а его абсолютная температура уменьшилась в 1,25 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа внутри баллона?
2. В баллоне с небольшой трещиной находится аргон. Газ может медленно просачиваться сквозь трещину. За время наблюдения количества вещества уменьшилось в 2, а его абсолютная температура уменьшилась в 1,5 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа внутри баллона?
3. Некоторое количество кислорода находится в замкнутом сосуде при температуре 500 К и давлении 5 атм. Когда температуру сосуда повысили до 6000 К, часть молекул азота распалась на атомы, и в результате этого давление увеличилось до 100 атм. Какая часть молекул кислорода распалась на атомы?
4. Некоторое количество кислорода находится в замкнутом сосуде при температуре 250 К и давлении 5 атм. Когда температуру сосуда повысили до 5000 К, часть молекул азота распалась на атомы, и в результате этого давление увеличилось до 121 атм. Какая часть молекул кислорода распалась на атомы?
5. В сосуде вместимостью $V=20$ л находится газ количеством вещества $\nu=1,5$ кмоль. Определить концентрацию n молекул в сосуде.
6. Водород массой $m=4$ г был нагрет на $\Delta T=10$ К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
7. В сосуде вместимостью V находится кислород, концентрация молекул n . Определить массу m газа.
8. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества $\nu=1$ моль и имевшего температуру $T=300$ К, газу было передано количество теплоты $Q=2$ кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?
9. В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом — водород, во втором — кислород. Найти отношение n_1/n_2 концентраций газов, если массы газов одинаковы.
10. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью $V=30$ л при температуре $T=300$ К и давлении $p=5$ МПа?
11. Азот массой $m=200$ г расширяется изотермически при температуре $T=280$ К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти: изменение ΔU внутренней энергии газа; совершенную при расширении газа работу A ; количество теплоты Q , полученное газом.
12. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
13. В баллоне вместимостью $V=5$ л находится азот массой $m=17,5$ г. Определить концентрацию n молекул азота в баллоне.
14. Водород занимает объем $V_1=10$ м³ при давлении $p_1=100$ кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления $p_2=300$ кПа. Определить: 1) изменение U внутренней энергии газа; 2) работу A , совершенную газом; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.
15. Какое количество теплоты Q выделится, если азот массой $m=1$ г, взятый при температуре $T=280$ К под давлением $p_1=0,1$ МПа, изотермически сжать до давления $p_2=1$ МПа?
16. При изохорном нагревании кислорода объемом $V=50$ л давление газа изменилось на $p=0,5$ МПа. Найти количество теплоты Q , сообщенное газу.
17. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
18. Гелий массой $m=1$ г был нагрет на $T=100$ К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты Q , переданное газу; 2) работу A расширения; 3) приращение U внутренней энергии газа.

19. Определить плотность ρ насыщенного водяного пара в воздухе при температуре $T=300$ К. Давление p насыщенного водяного пара при этой температуре равно 3,55 кПа.
20. При изотермическом расширении водорода массой $m=1$ г, имевшего температуру $T=280$ К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу A расширения газа и полученное газом количество теплоты Q .
21. Найти плотность ρ газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли w_1 и w_2 равны соответственно $1/9$ и $8/9$. Давление p смеси равно 100 кПа, температура $T=300$ К.
22. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
23. При нагревании идеального газа на $\Delta T=1$ К при постоянном давлении объем его увеличился на $1/350$ первоначального объема. Найти начальную температуру T газа.
24. Какой объем V занимает идеальный газ, содержащий количество вещества $\nu=1$ кмоль при давлении $p=1$ МПа и температуре $T=400$ К?

Раздел 3. Примеры заданий к контрольной работе № 3 (семестр 2). Контрольная работа содержит 3 задачи, по 5 баллов максимум за каждую.

Вопрос 3.1.

1. Однородный стержень массой 0,1 кг может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей через точку O , расположенной на расстоянии одной трети от верхнего конца стержня. В нижнюю точку стержня попадает горизонтально летящий шарик и прилипает к стержню. Скорость шарика 10 м/с, его масса 2 г. Определить линейную скорость точки, принадлежащей верхнему концу стержня в начальный момент времени.
2. Определить период гармонических колебаний физического маятника, состоящего из двух шариков массами 5 кг и 10 кг, закрепленных на его концах. Горизонтальная ось проходит через точку на стержне, отстоящую от его верхнего конца на одну четверть. Шарик можно считать материальными точками.
3. Определить циклическую частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из однородного плоского диска. Масса стержня 1 кг, масса диска 2 кг. Горизонтальная ось проходит через точку соединения стержня и диска перпендикулярно плоскости диска.
4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной 30 см и массой 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на $1/3$ его длины.
5. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.
6. Шар массой 10 кг, движущийся со скоростью 4 м/с, сталкивается с шаром массой 4 кг, скорость которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
7. Снаряд массой 10 кг обладал скоростью 200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой 3 кг получила скорость 400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй, большей части после разрыва.
8. Определить частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из невесомого стержня длины 0,2 м и двух шариков массами 30 г и 50 г, укрепленных на концах стержня. Горизонтальная ось проходит через середину стержня. Шарик можно рассматривать как материальные точки.
9. Однородный диск массой 1 кг может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точку на образующей диска попадает горизонтально летящий со скоростью 10 м/с шарик и прилипает к его поверхности. Масса шарика 5 г. Определить угловую скорость вращения диска в начальный момент времени. Радиус диска 20 см.

Вопрос 3.2.

1. Шар массой $m=10$ кг, движущийся со скоростью $v_1=4$ м/с, сталкивается с шаром массой $m=4$ кг, скорость v_2 которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость и шаров после удара в случае, когда шары движутся навстречу друг другу.
2. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает вперед по движению лодки.
3. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v=4$ м/с (относительно лодки). Найти скорости и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает в сторону, противоположную движению лодки.
4. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M=15$ т. Орудие стреляет вверх под углом 60° к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m=20$ кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?
5. Снаряд массой $m=10$ кг обладал скоростью $v=200$ м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1=3$ кг получила скорость $u_1=400$ м/с в прежнем направлении. Найти скорость u_2 второй, большей части после разрыва.
6. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость $v=2$ м/с. Определить работу A силы, если масса m вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения 0,01.
7. Вычислить работу A , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой $m=100$ кг на высоту $h=4$ м за время $t=2$ с.
8. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса m груза равна 100 кг, угол наклона $\varphi=30^\circ$, коэффициент трения 0,1 и груз движется с ускорением $a=1$ м/с².
9. Для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу $F=10$ Н. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжать пружину на 10 см, если сила пропорциональна сжатию?
10. Пружина жесткостью $k=10$ кН/м сжата силой $F=200$ Н. Определить работу A внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $x=1$ см.
11. Пружина жесткостью $k=1$ кН/м была сжата на 4 см. Какую нужно совершить работу A , чтобы сжатие пружины увеличить до 18 см?
12. Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, поставленной на подставке, сжимает ее на $x=2$ мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высотой $h=5$ см?
13. Камень брошен вверх под углом 60° к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую T и потенциальную P энергии камня в высшей точке его траектории. Соппротивлением воздуха пренебречь.
14. С какой наименьшей высоты h должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму «мертвой петли» радиусом $R=4$ м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.
15. Молекула распадается на два атома. Масса одного из атомов в $p=3$ раза больше, чем другого. Пренебрегая начальной кинетической энергией и импульсом молекулы, определить кинетические энергии и атомов, если их суммарная кинетическая энергия $T=0,032$ нДж.
16. Пуля массой $m=10$ г, летевшая со скоростью $v=600$ м/с, попала в баллистический маятник массой $M=5$ кг и застряла в нем. На какую высоту h , отскочившись после удара, поднялся маятник?
17. Уравнение колебаний точки имеет вид $x = A \cos[w(t+\tau)]$, где $w=\pi$ 1/с, $\tau=0,2$ с. Определить период T и начальную фазу колебаний.
18. Определить период, частоту и начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A \sin[w(t+\tau)]$, где $w=2,5\pi$ с⁻¹, $\tau=0,4$ с

19. Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A=3$ см и угловой частотой $\omega=\pi/2$ с⁻¹).
20. Точка совершает колебания по закону $x = A\cos(\omega t)$, где $A=5$ см; $\omega = 2$ с⁻¹. Определить ускорение точки в момент времени, когда ее скорость 8 см/с.
21. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту ω колебаний и максимальное ускорение точки.
22. Максимальная скорость точки, совершающей гармонические колебания, равна 10 см/с, максимальное ускорение = 100 см/с². Найти угловую частоту ω колебаний, их период T и амплитуду A . Написать уравнение колебаний, приняв начальную фазу равной нулю.
23. Материальная точка массой 50 г совершает колебания, уравнение которых имеет вид $x=A \cos(\omega t)$, где $A = 10$ см, $\omega=5$ с⁻¹. Найти силу F , действующую на точку в момент, когда фаза $\omega t=\pi/3$.
24. Грузик массой $m=250$ г, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с периодом $T=1$ с. Определить жесткость k пружины.
25. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
26. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
27. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.
28. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту ω колебаний и максимальное ускорение точки.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная работа содержит 3 задачи, по 5 баллов максимум за каждую.

Вопрос 4.1.

1. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения наиболее вероятной скорости не более, чем на 2%. На графике распределения скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
2. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $1/3$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 2 %.
3. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы лежит в интервале значений от 0 до $0,02$ средней квадратичной скорости. На графике распределения вероятности скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.
4. Определить долю молекул идеального газа, кинетические энергии которых лежат в интервале значений от 0 до $0,02$ кТ. На графике распределения вероятности энергии заштриховать площадь, соответствующую найденному значению доли молекул.
5. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения $0,5$ наиболее вероятной скорости не более, чем на 1 %.
6. Найти среднее значение энергии молекулы массой m при значении температуры T .
7. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
8. Газ, занимавший объем 12 л под давлением 100 кПа, был изобарно нагрет от температуры 300 К до 400 К. Определить работу A расширения газа.
9. Гелий массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты, переданное газу; 2) работу расширения; 3) приращение внутренней энергии газа.
10. Азот массой 5 кг, нагретый на 150 К, сохранил неизменный объем. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.

11. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
12. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление 90 кПа. На какой высоте вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Вопрос 4.2.

1. В сосуде вместимостью $V=20$ л находится газ количеством вещества $\nu=1,5$ кмоль. Определить концентрацию n молекул в сосуде.
2. Водород массой $m=4$ г был нагрет на $\Delta T=10$ К при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
3. В сосуде вместимостью V находится кислород, концентрация молекул n . Определить массу m газа.
4. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества $\nu=1$ моль и имевшего температуру $T=300$ К, газу было передано количество теплоты $Q=2$ кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?
5. В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом — водород, во втором — кислород. Найти отношение n_1/n_2 концентраций газов, если массы газов одинаковы.
6. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью $V=30$ л при температуре $T=300$ К и давлении $p=5$ МПа?
7. Азот массой $m=200$ г расширяется изотермически при температуре $T=280$ К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти:
- 1) изменение ΔU внутренней энергии газа;
 - 2) совершенную при расширении газа работу A ;
 - 3) количество теплоты Q , полученное газом.
8. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
9. В баллоне вместимостью $V=5$ л находится азот массой $m=17,5$ г. Определить концентрацию n молекул азота в баллоне.
10. Водород занимает объем $V_1=10$ м³ при давлении $p_1=100$ кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления $p_2=300$ кПа. Определить: 1) изменение U внутренней энергии газа; 2) работу A , совершенную газом; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.
11. Какое количество теплоты Q выделится, если азот массой $m=1$ г, взятый при температуре $T=280$ К под давлением $p_1=0,1$ МПа, изотермически сжать до давления $p_2=1$ МПа?
12. При изохорном нагревании кислорода объемом $V=50$ л давление газа изменилось на $p=0,5$ МПа. Найти количество теплоты Q , сообщенное газу.
13. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
14. Гелий массой $m=1$ г был нагрет на $T=100$ К при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты Q , переданное газу; 2) работу A расширения; 3) приращение U внутренней энергии газа.
15. Определить плотность ρ насыщенного водяного пара в воздухе при температуре $T=300$ К. Давление p насыщенного водяного пара при этой температуре равно 3,55 кПа.
16. При изотермическом расширении водорода массой $m=1$ г, имевшего температуру $T=280$ К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу A расширения газа и полученное газом количество теплоты Q .
17. Найти плотность ρ газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли w_1 и w_2 равны соответственно $1/9$ и $8/9$. Давление p смеси равно 100 кПа, температура $T=300$ К.

18. Баллон вместимостью $V=20$ л содержит водород при температуре $T=300$ К под давлением $p=0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление p_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q=6$ кДж?
19. При нагревании идеального газа на $\Delta T=1$ К при постоянном давлении объем его увеличился на $1/350$ первоначального объема. Найти начальную температуру T газа.
20. Какой объем V занимает идеальный газ, содержащий количество вещества $\nu=1$ кмоль при давлении $p=1$ МПа и температуре $T=400$ К?

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Контрольная содержит 2 задачи, по 5 баллов каждая.

Вопрос 5.1.

1. Прямой металлический стержень диаметром 5 см и длиной 4 м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд 500 нКл. Определить напряженность E поля в точке, находящейся на расстоянии 1 см от его поверхности против середины стержня.
2. Два точечных заряда 2 нКл и -1 нКл находятся на расстоянии 3 см друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность E поля в которой равна нулю.
3. На металлической сфере радиусом 10 см находится заряд 1 нКл. Определить напряженность электрического поля в следующих точках: 1) на расстоянии 8 см от центра сферы; 2) на ее поверхности; 3) на расстоянии 15 см от центра сферы. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния от центра сферы.
4. Расстояние между зарядами +3 нКл и -3 нКл диполя равно 12 см. Найти напряженность и потенциал поля, создаваемого диполем в точке, удаленной на 8 см как от первого, так и от второго заряда.
5. Тонкое кольцо радиуса 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью 10 нКл/м. Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см?
6. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии 0,5 м от проволоки против ее середины равна 200 В/м.
7. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью 1 мКл/м². На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом 10 см. Вычислить поток вектора напряженности через этот круг.
8. Диполь с электрическим моментом 20 нКл*м находится в однородном электрическом поле напряженностью 50 кВ/м. Вектор электрического момента составляет угол 60 градусов с линиями поля. Какова потенциальная энергия диполя?
9. Диполь с электрическим моментом 200 мКл*м свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью 150 кВ/м. Вычислить работу A , необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол 180 градусов.
10. Диполь с электрическим моментом 100 мКл*м свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью $E=10$ кВ/м. Определить изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол 60 градусов.

Раздел 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Контрольная содержит 2 задачи, по 5 баллов каждая.

1. Ядро изотопа водорода трития (1 протон и 2 нейтрона) движется в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору индукции, равному 10 мТл по окружности радиусом 10 см. Определите скорость ядра. (Заряд и массу протона взять из справочника).
2. Ядро изотопа водорода дейтерия движется в однородном магнитном поле с индукцией перпендикулярно вектору B (33,4 мТл) индукции по окружности радиусом 10 м со скоростью 16 км/с. Определите удельный заряд.
3. Две частицы, отношение зарядов которых $Q_1/Q_2 = 2$ влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц если их

кинетические энергии одинаковы, а отношение радиусов траекторий $R_1/R_2 = 0,5$.

4. Две частицы, отношение зарядов которых $Q_1/Q_2 = 4$ влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц если их кинетические энергии одинаковы, а отношение радиусов траекторий $R_1/R_2 = 0,25$

5. В однородное электрическое поле со скоростью 100 км/с влетает протон и движется по направлению линий напряженности поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряженности поля равен 300 В/м? (Данные для протона взять из справочника)

6. В однородное электрическое поле со скоростью 200 км/с влетает электрон и движется по направлению линий напряженности поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряженности поля равен 400 В/м? (Данные для протона взять из справочника).

7. Найти магнитную индукцию в центре кольца с током 10 А, радиус кольца равен 5 см.

8. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом 8 см равна 30 А/м. Определить напряженность поля, создаваемого витком в точке, лежащей на оси витка на расстоянии 6 см от его центра.

9. По прямому бесконечно длинному проводу течет ток 50 А. Определить индукцию В в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

10. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут одинаковые токи 10 А в противоположных направлениях. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от одного и 3 см от другого провода.

11. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи 30 А и 40 А. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние 20 см.

12. Квадратная проволочная рамка с длинным прямым проводом расположена в одной плоскости так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи 1 кА. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

13. Тонкий провод в виде дуги, составляющей две трети кольца радиусом 15 см, находится в однородном магнитном поле 20 мТл. По проводу течет ток 30 А. Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции, и подводящие провода находятся вне поля. Определить силу, действующую на провод.

14. Двухпроводная линия состоит из длинных параллельных прямых проводов, находящихся на расстоянии 4 мм друг от друга. По проводам текут одинаковые токи 50 А. Определить силу взаимодействия токов, приходящуюся на единицу длины провода.

15. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м. Магнитный момент витка равен 1 А*м². Вычислить силу тока в витке и радиус витка.

Раздел 7-8. Примеры вопросов к контрольной работе № 7. Контрольная содержит 2 задачи, по 5 баллов каждая.

Вопрос 7.1.

1. На дифракционную решетку с периодом 0,007 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. При какой максимальной длине волны можно наблюдать 11 дифракционных максимумов? Ответ приведите в нанометрах и округлите до целого числа.

2. На дифракционную решетку с периодом 0,012 мм падает по нормали монохроматический свет с длиной волны 650 нм. Каков наибольший порядок дифракционного максимума, который можно получить в данной системе?

3. На пути монохроматического света с длиной волны 0,6 мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 0,1 мм. Свет падает на пластинку нормально. На какой угол следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути изменилась на половину длины волны?

4. Расстояние между двумя когерентными источниками света равно 0,1 мм при длине волны 0,5 мкм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние от источников до экрана.
5. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 0,8 мм, длина волны 640 нм. На каком расстоянии от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?
6. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 3 м. Длина волны 0,6 мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.
7. На мыльную пленку (показатель преломления 1,3), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?
8. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта (длина волны 0,5 мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии 1 м от фронта волны.
9. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57 градусов. Определить скорость света в этом кристалле.
10. Пучок естественного света падает на стеклянную (показатель преломления 1,6) призму. Определить двугранный угол призмы, если отраженный пучок максимально поляризован.

Вопрос 7.2.

1. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны 500 нм. При освещении этого металла светом длиной волны максимальная кинетическая энергия выбитых из него фотоэлектронов в 2 раза меньше энергии падающего света. Какова длина волны падающего света? Ответ приведите в нанометрах.
2. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны 700 нм. При освещении этого металла светом длиной волны максимальная кинетическая энергия выбитых из него фотоэлектронов в 4 раза меньше энергии падающего света. Какова длина волны падающего света? Ответ приведите в нанометрах.
3. Энергия ионизации атома кислорода в некотором эксперименте равна 16 эВ. Найдите максимальную длину волны света, которая может вызвать ионизацию атома кислорода. Ответ приведите в нанометрах, округлив до целых. (недостающие данные возьмите из справочника).
4. Энергия ионизации атома кислорода в некотором эксперименте равна 13 эВ. Найдите максимальную длину волны света, которая может вызвать ионизацию атома кислорода. Ответ приведите в нанометрах, округлив до целых. (недостающие данные возьмите из справочника).
5. Определить энергию, излучаемую за время 1 минута из смотрового окошка площадью 8 см² плавильной печи, если ее температура 1200 К. Считать, что печь излучает как абсолютно черное тело.
6. Определить температуру абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра (длина волны 750 нм).
7. Определить работу выхода электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта 500 нм.
8. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.
9. Определить давление солнечного излучения на зачерненную пластинку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам и находящуюся вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца.
10. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.

Раздел 9-10. Примеры вопросов к контрольной работе № 8 (4 семестр). Контрольная содержит 2 задачи, по 10 баллов каждая.

Вопрос 8.1.

1. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
2. Определить относительную погрешность, которая будет допущена, если при вычислении теплоемкости C вместо значения, даваемого теорией Эйнштейна, воспользоваться значением, даваемым законом Дюлонга и Пти.
3. Определить энергию U и теплоемкость C системы, состоящей из $N=10^{25}$ классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов. Температура $T=300$ К.
4. Определить максимальную частоту собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура равна 180 К.
5. Определить угол ϕ между орбитальными моментами импульсов двух электронов, один из которых находится в d-состоянии, другой — в f-состоянии, при следующих условиях: 1) полное орбитальное квантовое число $L=3$; 2) искомый угол — максимальный; 3) искомый угол — минимальный.

Вопрос 8.2.

1. Найти плотность кристалла неона (при 20 К), если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии. Постоянная решетки при той же температуре равна 0,452 нм.
2. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
3. Определить относительную атомную массу кристалла, если известно, что расстояние между ближайшими соседними атомами равно 0,304 нм. Решетка объемно-центрированная кубической сингонии. Плотность кристалла равна 534 кг/м³.
4. Вычислить постоянную решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр решетки равен 0,359 нм. Плотность кристалла бериллия равна $1,82 \cdot 10^3$ кг/м³.
5. Система плоскостей в примитивной кубической решетке задана индексами Миллера (221). Найти наименьшие отрезки, отсекаемые плоскостью на осях координат, и изобразить эту плоскость графически.
6. Вычислить угол ϕ между нормальными к плоскостям (в кубической решетке), заданных индексами Миллера (111) и (111).
7. Электрон движется со скоростью $v=200$ Мм/с. Определить длину волны де Бройля, учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.
8. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля λ была равна 0,1 нм?
9. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T=1$ кэВ.
10. Определить длину волны де Бройля λ электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda=3$ нм.

Раздел 11. Примеры вопросов к контрольной работе № 9 (4 семестр). Контрольная содержит 2 задачи, по 10 баллов каждая.

Вопрос 9.1.

1. Найти плотность кристалла неона (при 20 К), если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии. Постоянная решетки при той же температуре равна 0,452 нм.
2. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.
3. Определить относительную атомную массу кристалла, если известно, что расстояние между

ближайшими соседними атомами равно 0,304 нм. Решетка объемно-центрированная кубической сингонии. Плотность кристалла равна 534 кг/м³.

4. Вычислить постоянную решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр решетки равен 0,359 нм. Плотность кристалла бериллия равна $1,82 \cdot 10^3$ кг/м³.

5. Система плоскостей в примитивной кубической решетке задана индексами Миллера (221). Найти наименьшие отрезки, отсекаемые плоскостью на осях координат, и изобразить эту плоскость графически.

6. Вычислить угол ϕ между нормальными к плоскостям (в кубической решетке), заданных индексами Миллера (111) и (111).

7. Электрон движется со скоростью $v=200$ Мм/с. Определить длину волны де Бройля, учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.

8. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля λ была равна 0,1 нм?

9. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T=1$ кэВ.

10. Определить длину волны де Бройля λ электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda=3$ нм.

Вопрос 9.2.

1. Вычислить удельные теплоемкости с кристаллов алюминия и меди по классической теории теплоемкости.

2. Определить относительную погрешность, которая будет допущена, если при вычислении теплоемкости C вместо значения, даваемого теорией Эйнштейна, воспользоваться значением, даваемым законом Дюлонга и Пти.

3. Определить энергию U и теплоемкость C системы, состоящей из $N=10^{25}$ классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов. Температура $T=300$ К.

4. Определить максимальную частоту собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура равна 180 К.

5. Определить угол ϕ между орбитальными моментами импульсов двух электронов, один из которых находится в d-состоянии, другой — в f-состоянии, при следующих условиях: 1) полное орбитальное квантовое число $L=3$; 2) искомый угол — максимальный; 3) искомый угол — минимальный.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен, 4 семестр - экзамен).

Для 1 семестра – зачет, - итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Максимальное количество баллов за экзамен (2 семестр) – 40 баллов, за экзамен (3 семестр) – 40 баллов, за экзамен (4 семестр) – 40 баллов.

8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 3 и 4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, задача 3 – 10 баллов, задача 4 – 10 баллов.

1. Предмет кинематики. Кинематические характеристики поступательного движения. Перемещение, скорость, нормальное и тангенсальное ускорение.

2. Вращательное движение твердого тела и его кинематические характеристики: угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение.

3. Предмет динамики. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.
4. Массы и силы в механике (гравитационные, упругие, вязкие). Законы Ньютона и закон сохранения импульса.
5. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе.
6. Момент силы и момент инерции материальной точки и твердого тела. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно оси.
7. Закон сохранения момента импульса. Жесткий ротатор, как модель двухатомной молекулы. Приведенная масса и ее роль.
8. Кинематика гармонических колебаний. Амплитуда, частота и фаза гармонических колебаний. Векторная диаграмма. Сложение колебаний одного направления и одинаковой частоты.
9. Динамика гармонических колебаний. Дифференциальные уравнения гармонических колебаний. Математический, пружинный и физический маятник. Двухатомная молекула, как линейный гармонический осциллятор.
10. Дифференциальные уравнения затухающих и вынужденных колебаний. Логарифмический декремент затухания. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Понятие о резонансе.
12. Волновые движения. Волны продольные и поперечные. Длина волны, волновое число. Дифференциальное волновое уравнение. Энергия переносимая волной. Поток энергии и плотности потока энергии. Волнового движения.
13. Молекулярно-кинетический метод изучения системы многих частиц (атомов и молекул). Размеры, сечения столкновения и средняя длина свободного пробега молекул. Число Ван-дер-Ваальса.
14. Идеальный газ. Основное уравнение Молекулярно-кинетической теории идеального газа. Функция распределения молекул по абсолютным значениям скорости (распределение Максвелла). Вероятнейшая, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорость молекул.
15. Термодинамический метод в физике. Основные понятия и параметры характеризующие состояние системы (объем, давление, температура). Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам (изотерам, изохора, изобара, адиабата). Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме.
16. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии.
17. Элементы физической кинетики. Перенос энергии, импульса и массы на молекулярном уровне. Диффузия, закон Фика. Теплопроводность, закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.
18. Коэффициенты переноса и их зависимости от давления, температуры и размеров молекул. Особенности явлений переноса в ультраразряженных газах.
19. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл входящих в него поправок, отличающий реальный газ от идеального. Изотермы реальных газов. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5, 6, 7 и 8 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, задача 3 – 10 баллов, задача 4 – 10 баллов.

1. Электромагнетизм. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа.
2. Магнитная индукция прямого и кругового тока. Магнитный дипольный момент

- кругового тока. Теорема о циркуляции. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле.
3. Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Напряженность магнитного поля. Намагниченность. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Классификация магнетиков (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики).
 4. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Уравнение электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла). Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
 5. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Экстратоки замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.
 6. Уравнения Максвелла. Ток смещения. Вектор электрического смещения. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон полного тока. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в неё уравнений.
 7. Возникновение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитной волны. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Вектор Пойнтинга. Принцип относительности в электродинамике.
 8. Электромагнитная природа света. Поперечность электромагнитных волн. Монохроматические волны. Когерентность. Методы получения когерентных источников. Условия усиления и ослабления света при интерференции.
 9. Оптическая длина пути и оптическая разность хода лучей. Интерференция волн от двух когерентных точечных источников. Ширина интерференционной полосы. Интерферометр Майкельсона. Интерференция света в тонких пленках.
 10. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Полное отражение и его применение в технике.
 11. Волноводы и световоды. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
 12. Поляризация волн. Естественный и поляризованный свет. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.
 13. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Рассеяние света. Закон Релея. Поглощение света. Закон Ламберта-Бугера-Бэра. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
 14. Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка.
 15. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и объяснения законов фотоэффекта. Определение постоянной Планка.
 16. Элементы специальной теории относительности. Эффект Комптона. Коротковолновая граница рентгеновского излучения. Фотон – элементарная частица. Энергия, масса и импульс фотона.
 17. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах излучения атома водорода.
 18. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору. Сериальная формула.
 19. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов.
 20. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка с помощью соотношения неопределенностей энергии основного состояния связанной частицы, и естественной

ширины спектральной линии.

21. Волновая функция и её статистический смысл. Нормировка волновой функции. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Стандартные условия, налагаемые на волновую функцию.
22. Квантовая частица в одномерной, бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Собственные значения энергии частицы и собственные нормированные волновые функции, описывающие её состояние.
23. Одномерная потенциальная ступень (порог). Коэффициент отражения и прохождения. Одномерный потенциальный барьер. Коэффициент прохождения (прозрачности).
24. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода (в сферических координатах). Собственные волновые функции и квантовые числа, характеризующие состояние электрона в атоме.
25. Собственная волновая функция, описывающая основное состояние атома водорода. Радиальное распределение плотности вероятности обнаружения электрона. Квантовый гармонический и ангармонический осцилляторы. Молекулярные спектры.
26. Орбитальное гироманнитное отношение. Опыты Штерна-Герлаха. Спин электрона. Спиновое гироманнитное отношение. Спин-орбитальное взаимодействие.
27. Многоэлектронный атом. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Фактор Ланде. Эффект Зеемана.
28. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.
29. Симметричные и антисимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Вырожденный электронный газ.
30. Понятия о квантовых теориях теплоемкостей по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Фононы. Предельный закон Дебая.
31. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о дозиметрии и защите.
32. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Современная физическая картина мира: иерархия структур материи, эволюция Вселенной, физическая картина мира как философская категория.

8.3.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 9, 10 и 11 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса и 2 задачи. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, задача 3 – 10 баллов, задача 4 – 10 баллов.

1. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.
2. Симметричные и несимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы.
3. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в кристаллах (металлы).
4. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории. Энергетические зоны: статистика Ферми-Дирака, энергия Ферми. Электрон в периодическом поле кристалла: эффективная масса электрона.
5. Элементы физики твёрдого тела. Физика твёрдого тела (ФТТ): определение, связь с другими дисциплинами, объекты изучения, круг решаемых задач. Связь с кристаллографией, кристаллофизикой и кристаллохимией.
6. Конденсированное состояние. Подход к описанию твёрдых тел. Структура кристаллов.

Симметрия и физические свойства кристаллов.

7. Типы кристаллических структур (общая характеристика). Плотные упаковки: кубическая и гексагональная (на качественном уровне).

8. Понятие о сверхпроводимости (квантовые представления на качественном уровне).

8.4 Структура и примеры билетов для экзамена (2, 3 и 4 семестр)

Экзамен по дисциплине «Физика» проводится в 2, 3 и 4 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 3-4, 5-8 и 9-11 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов и 2 задач, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» зав.каф. физики (Должность, наименование кафедры) В.В. Горев (Подпись) (И. О. Фамилия) « » 20 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
	Кафедра физики
	04.03.01 Химия
	Физика
Билет № 1 1. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе. 2. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. 3. Задача-1*. 4. Задача-2*.	

*выдается преподавателем на отдельном бланке.

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература:

1. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2012. - 528 с
2. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 2. Электричество: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 442 с
3. Курс общей физики: в 4 т. - Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2012. - 537 с
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. - М.: Высш. шк. - 1988. - 527 с
5. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - Изд. 17-е, стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 560 с.

Б. Дополнительная литература:

1. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с.
2. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с.
3. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество /Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с.
4. Иродов И. Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] - 13-е изд. (эл.). - М.: Лаборатория знаний, 2017. – 312 с.
5. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы [Электронный ресурс] – 10-е изд. (эл.). - М.: Лаборатория знаний, 2017 – 322 с.
6. Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы [Электронный ресурс] - 7-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 265 с.
7. Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс]: учебное пособие - 7-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 261 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям и семинарам.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science.Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/> База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатным архивом электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

5. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

6. База данных химических соединений ChemSpider

<http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

7. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

8. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.

9. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего

официального бюллетеня

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах

- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 23, (общее число слайдов – 274);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 578);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 145).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 727 628 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физика» проводятся в форме лекций, семинаров, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.
- Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

■ Технологическое оборудование для обработки, подготовки и проведения лабораторных работ:

- 10 компьютеров 2014 года;
- 10 компьютеров 2002/2004 года;
- 10 лаб. установок для проведения студ. практикума, 2014 года;
- Фотометр фотоэлектрический Юнико 1201, 2018 года;
- Моноблок Lenovo тип 3, 3 шт., 2019 года;
- Весы порционные AND-НТ-500, 2 шт., 2019 года;
- Секундомер механический, 17 шт., 2019 года;
- Аквадистиллятор АЭ-25, 2019 года;
- Рефрактометр «Компакт», 2 шт., 2019
- Шкаф сушильный ШС-20-02, 2019
- Весы лабораторные ВЛТЭ-510с, 2 шт., 2019
- рН-метр-милливольтметр рН-420, 2 шт., 2019

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; задачки в бумажных экземплярах.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса;

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочно
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на

	• Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath			обновлённую версию продукта)
4.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021		12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в механику.	<i>Знает:</i> - физические основы механики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; - проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;	Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)

	- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 2. Введение в молекулярно-кинетическую теорию и термодинамику.	<i>Знает:</i> - физические основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; - проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр) Зачет (1 семестр)
Раздел 3. Физические основы механики	<i>Знает:</i> - физические основы механики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)

	-применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 4. Основа молекулярной физики	<i>Знает:</i> - физические основы молекулярной физики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i>	Оценка за контрольную работу №4 (2 семестр) Оценка за лабораторный практикум (2 семестр) Оценка за экзамен (2 семестр)

	- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 5. Электростатика и постоянный электрический ток	<i>Знает:</i> - физические основы электростатики и электродинамики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; - проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №5 (3 семестр)

Раздел 6. Электромагнетизм	<i>Знает:</i> -физические основы электромагнетизма; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №6 (3 семестр)
Раздел 7. Оптика	<i>Знает:</i> -физические основы геометрической и волновой оптики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;	Оценка за контрольную работу № 7 (3 семестр)

	-проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 8. Элементы квантовой физики	<i>Знает:</i> - физические основы квантовой физики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;	Оценка за контрольную работу №8 (3 семестр) Оценка за лабораторный практикум (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)

	- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 9. Элементы квантовой статистики	<i>Знает:</i> - физические основы квантовой статистики; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> - применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; - проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	Оценка за контрольную работу №9 (4 семестр)
Раздел 10. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории	<i>Знает:</i> - физические основы зонной теории; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i>	

	-применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i> - навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	
Раздел 11. Элементы физики твёрдого тела	<i>Знает:</i> -физические основы физики твёрдого тела; - смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости; - связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; - основные методы решения задач по описанию физических явлений; - методы обработки результатов физического эксперимента. <i>Умеет:</i> -применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач; -проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики; - определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений; - представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий. <i>Владеет:</i>	Оценка за контрольную работу № 10 (4 семестр) Оценка за экзамен (4 семестр)

	- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; - навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия координационных соединений»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена профессором кафедры общей и неорганической химии В.В. Кузнецовым
заведующим кафедрой общей и неорганической химии, кандидатом химических наук
Свириденковой Н.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии
РХТУ им. Д.И. Менделеева «28» мая 2024 г., протокол №6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль подготовки – «Теоретическая и экспериментальная химия», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения.

Дисциплина «Химия координационных соединений» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся должны обладать теоретической и практической подготовкой в области математики, физики, неорганической химии, физической химии.

Цель дисциплины - является приобретение студентами знаний о природе химической связи в координационных соединениях, их реакционной способности, а также об особенностях термодинамики и кинетики реакций с участием координационных соединений и их механизме.

Задачи дисциплины - освоение и применение основных понятий химии координационных соединений, теорий строения, термодинамических и кинетических аспектов реакций комплексообразования, физико-химических методов исследования строения и свойств комплексов и практического использования координационных соединений и их свойств в профессиональной сфере. - приобретение необходимых навыков для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы по химии координационных соединений; использования современных физико-химических подходов, приемов и методов для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц. - формирование умений самостоятельно применять, пополнять и систематизировать полученные знания, устанавливать качественные и количественные зависимости свойств комплексов от их строения.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижений**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК

Представление результатов профессиональной деятельности	ПК-4. Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач -
	ПК-5 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные положения теорий химической связи в координационных соединениях (теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей);
- основы физических методов, применяемых для установления строения координационных соединений;
- термодинамику координационных соединений в растворе;
- основные механизмы реакций координационных соединений

уметь:

- на основе электронного строения предсказать устойчивость и реакционную способность различных координационных соединений, а также их цветность;
- выбрать необходимый перечень методов для установления строения координационных соединений и интерпретировать полученные с их помощью результаты;
- рассчитать общие и ступенчатые константы устойчивости координационных соединений в растворе на основе экспериментальных данных;
- вывести и проанализировать кинетическое уравнение для различных реакций координационных соединений

владеть:

- теоретическими основами химии координационных соединений;
- экспериментальными методами современной координационной химии в области установления строения координационных соединений, а также термодинамики и кинетики реакций с участием координационных соединений;
- основными подходами для описания реакций координационных соединений на основе их механизма.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа (КР):	2,23	80.4

Лекции (Лек)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	1,3	48
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2	64
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен- 36 КР

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел	Название раздела	Часов		
		Лекции	Семинары	СР
1	Раздел 1. Строение координационных соединений	18	22	32
2	Раздел 2. Термодинамика координационных соединений в растворах	2	6	12
3	Раздел 3. Кинетика и механизмы реакций координационных соединений	12	20	20
	Экзамен	36		
	Всего часов 180	32	48	64

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Предмет и задачи курса координационной химии. Важность координационных соединений в химии и химической технологии. Структура курса.

Раздел 1. Строение координационных соединений

1.1 *Основы систематики и номенклатуры координационных соединений. Основные понятия координационной химии*

Основные понятия координационной химии: комплексообразователь, лиганд, координационное число, дентантность, гапичность, топичность. Систематика координационных соединений, сравнительный анализ различных номенклатурных систем. Особенности номенклатуры полиядерных, мостиковых, кластерных соединений.

1.2 *Применение теории кристаллического поля для описания химической связи в координационных соединениях*

Основные положения теории кристаллического поля. Теоретико-групповой подход. Точечные группы симметрии. Неприводимые представления и классификация атомных орбиталей по симметрии. Расщепление орбиталей в полях различной симметрии и факторы, влияющие на величину расщепления. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП), расчет ЭСКП для комплексов, образованных лигандами сильного и слабого поля (одноэлектронное приближение).

Искажение симметричных конфигураций. Эффект Яна-Теллера. Условия проявления эффекта Яна-Теллера.

Применение теории кристаллического поля для интерпретации термодинамических свойств координационных соединений переходных элементов. «Двугорбые» зависимости для термодинамических свойств соединений d-элементов. Константы устойчивости и ряд Ирвинга-Уильямса.

Многэлектронные энергетические уровни. Межэлектронное отталкивание, параметры Рака. Расщепление термов в сильных и слабых кристаллических полях. Корреляционные диаграммы. Диаграммы Оргелла. Диаграммы Танабе-Сугано. Правила отбора для электронодипольных переходов. Сила электронного осциллятора и дипольный момент перехода. Определение возможности электронных переходов с позиции теории групп. Правила отбора по спину и симметрии.

Достоинства и недостатки теории кристаллического поля, определяющие область возможностей ее применения.

1.3 Метод молекулярных орбиталей в координационной химии. Описание основных типов координационных соединений и их реакционной способности с использованием метода молекулярных орбиталей

Применение теории молекулярных орбиталей для описания химической связи в координационных соединениях. Образование молекулярных орбиталей в координационных соединениях. Групповые орбитали лигандов, принципы их построения. Схемы молекулярных орбиталей в октаэдрических комплексах переходных и непереходных элементов в $\bar{r}$ -приближении. Правило 18 электронов. Критика sp^3d^2 – внешней гибридизации для непереходных элементов. π -связи в координационных соединениях. π -донорное и π -дативное взаимодействие. Энергетические схемы для октаэдрических комплексов с учетом π -связей. Влияние π -связей на величину расщепления и стабильность комплексных соединений. Обоснование спектрохимического ряда в рамках теории МО. Квадратные комплексы в рамках теории МО, неприменимость к ним правила 18 электронов. Тетраэдрические комплексы металлов.

Полосы поглощения в спектрах координационных соединений, связанные с переносом заряда на примере галогенидных комплексов металлов.

Карбонильные комплексы металлов, особенности их строения, основные типы реакций карбонильных соединений. Особенности нитрозильных комплексов, соединений с координированной молекулой SO_2 и другими частицами.

Основы металлоорганической химии. Алкильные комплексы металлов, π -элиминирование. Стабилизация химической связи переходный металл углерод. Карбеновые комплексы. Координационные соединения синглетного и триплетного углерода: карбеновые комплексы Фишера и Шрока.

π -Комплексы металлов. Комплексы с алкенами, алкадиенами и алкинами, их методы синтеза. Описание химической связи в π комплексах металлах на основе рассмотрения аниона соли Цейзе и родственных структур. Металлоцены. Правило 18 электронов в применении к металлоценам. Синтез металлоценов и их химические свойства. Описание электронного строения ферроцена, кобальтоцена и никелоцена. Титаноцен, димеризация, строение фульвалендиольного комплекса титана.

Особенности химического строения комплексов с полидентатными лигандами. Хелатный и макроциклический эффекты: энтальпийный и энтропийный вклад. Порфириновые и фталоцианиновые комплексы металлов. Спектры поглощения порфиринов и их комплексов с ионами металлов. Экстраординация и каталитические свойства порфиринов и фталоцианинов. Представление о координации диоксида координационно-ненасыщенными порфириновыми комплексами.

Типы комплексов «гость-хозяин». Структура комплексов. Комплексы с ионами щелочных и щелочноземельных металлов. Факторы, влияющие на устойчивость комплексов «гость-хозяин». Применение макроциклических лигандов в аналитической химии и биохимии.

Полиядерные комплексы металлов. Кластерные и каркасные соединения.TM-связи. Особенности химической связи в $\text{Re}_2\text{Cl}_8^{2-}$. Разновалентные комплексы металлов. Классификация Робина и Дея. Спектры с переносом заряда металл-металл (на примере берлинской лазури, молибденовых синей и т.д.)

Изо- и гетерополисоединения. Основные типы структур. Тетраэдрическое окружение гетероатома: структура Кеггина. Структура Доусона как производная от структуры Кеггина. Октаэдрическое окружение гетероатома: структура Андерсона. Способность различных структур изо- и гетерополиметаллатов к обратимому восстановлению.

1.4 Современные методы установления пространственного и электронного строения координационных соединений

Обзор современных физических методов исследования координационных соединений. Спектральные методы. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях спектра. Микроволновая спектроскопия: ИК и рамановская спектроскопия. Правила отбора, правило альтернативного запрета для centrosymmetrical структур. ЯМР спектроскопия координационных соединений, характеристическое время ЯМР, исследование внутримолекулярных превращений методом ЯМР. Электронная парамагнитная спектроскопия. Основы мёссбауэровской спектроскопии координационных соединений. Дифракционные методы исследования. Рентгеновская дифрактометрия и нейтронография. Магнитные свойства координационных соединений. Орбитальный и спиновый магнитные моменты. "Замораживание" орбитального магнитного момента. Информация, получаемая из величины эффективного магнитного момента.

Раздел 2. Термодинамика реакций комплексообразования в растворах

2.1 Общие проблемы сольватации атомно-молекулярных частиц и комплексообразования в растворах

Общие проблемы сольватации атомно-молекулярных частиц и комплексообразования в растворах. Энтальпия и энтропия процессов комплексообразования, методы нахождения термодинамических характеристик реакций комплексообразования в растворах.

Термодинамические и стехиометрические константы устойчивости. Нахождение термодинамических констант устойчивости экстраполяцией на нулевую ионную силу. Применение электростатических теорий (Дебая-Хюккеля, Питцера и т.д.). Общие и ступенчатые константы устойчивости.

Термодинамика переноса. Влияние растворителя на термодинамические характеристики процесса комплексообразования.

2.2 Прямые и косвенные методы определения констант устойчивости

Прямые методы определения констант устойчивости. Функции Бьеруума и Фронеуса. Нахождение констант устойчивости с использованием функций комплексообразования. Метод прямого подбора констант устойчивости с использованием вычислительной техники.

Протонирование лигандов. Определение констант протонирования. Расчет констант устойчивости комплексов с учетом протонирования лигандов.

Косвенные методы определения констант устойчивости. Методы изомольярных серий и мольярных отношений. Спектрофотометрия. Представление о полярографическом методе определения констант устойчивости.

Раздел 3. Кинетика и механизмы реакций координационных соединений

3.1 Кинетика и механизмы реакций замещения лигандов

Общие подходы к определению реакционной способности координационных соединений. Адиабатический и неадиабатический процессы. Симметричные подходы в оценке реакционной способности координационных соединений.

Лабильные и инертные комплексы металлов. Классификации механизмов реакций замещения координационных соединений (Ингольда, Басоло-Пирсона, Лэнгфорда-Грея).

Реакции замещения в октаэдрических комплексах. Диссоциативный механизм замещения.

Кинетическое приложение теории кристаллического поля. Кислотный и основной гидролиз октаэдрических комплексов (на примере координационных соединений трехвалентного кобальта). Влияние π -связей на кинетику кислотного гидролиза. Анация.

Механизм Эйгена-Уилкинса для реакций замещения. Уравнение Фуосса.

Стереохимия реакций замещения в октаэдрических комплексах. Реакции *цис*- и *транс*-изомеров. Оптическая активность октаэдрических комплексов. Рацемизация.

Реакции замещения в плоскоквадратных комплексах. *Транс*-влияние в комплексах платиновых элементов. Ряд Черняева. Объяснение *транс*-влияния с позиций поляризационной теории и теории молекулярных орбиталей. Влияние растворителя на скорость реакций замещения в плоскоквадратных комплексах, электрофильный катализ. Направленный синтез комплексных соединений платиновых элементов.

Реакции замещения в тетраэдрических комплексах. Замещение в комплексах с координационным числом пять. Особенности реакций обмена координированных молекул воды в ряду лантаноидов.

3.2 Кинетика и механизмы окислительно-восстановительных реакций и реакций комбинирования. Металлокомплексный катализ

Окислительно-восстановительные реакции координационных соединений. Внешнесферный и внутрисферный (мостиковый) механизмы.

Внешнесферный механизм окислительно-восстановительных реакций в растворах. Электронные термы и теория Маркуса-Хаша. Расчеты в методе Маркуса-Хаша с использованием модели жестких сфер. Границы применимости модели жестких сфер. Замедленность окислительно-восстановительных реакций с изменением спинового состояния реагирующих координационных частиц.

Внутрисферный механизм окислительно-восстановительных реакций, его основные стадии. Мостиковые лиганды, основные типы мостиковых лиганды. Примеры реакций, протекающих по внутрисферного механизму. Особенности внешне- и внутрисферного механизмов ОВР.

Реакции комбинирования и их основные типы. Ограничение числа реакционных центров вследствие их координации атомами металла. Стабилизация одной из таутомерных форм лиганда при координации. Ацетилацетонатные комплексы металлов. Поляризация лиганда при координации.

Темплатный синтез. Понятие о супрамолекулярных координационных соединениях и методах их синтеза.

Реакции внедрения и миграции лиганда. Кинетика и механизм реакций внедрения.

Катализ комплексами переходных металлов. Каталитические циклы.

Гидрирование и изомеризация алкенов. Катализатор Уилкинсона. Реакции сочетания.

Гидроформилирование. Оксосинтез и вакер-процесс. Карбонилирование. Монсанто-процесс.

Реакции метатезиса алкенов и их катализ. Возникновение карбенов Шрока в условиях гомогенного катализа.

Ионная полимеризация алкенов на катализаторах Циглера-Натта.

Радикальный механизм реакций с участием координационных соединений и экспериментальные методы его изучения.

Координационная химия поверхности. Поверхностные функциональные группы. Понятие о гетерогенном катализе с использованием координационных соединений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ К ТРЕБОВАНИЯМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел		
	1	2	3
<i>Знать:</i>			
-основные подходы к описанию химической связи в координационных соединениях	+		
-систематику и основные типы координационных соединений	+		+
-термодинамику реакций комплексообразования в растворах		+	
- иметь представление о способах компьютерного контроля знаний			+
<i>Уметь:</i>			
-описать химическую связь в координационных соединениях и выбрать оптимальные методы их исследования на современном уровне	+		+
-определить на основе экспериментальных данных константу устойчивости координационных соединений		+	
-предсказать реакционную способность координационных соединений и предположить механизм реакций с их участием			+
<i>Владеть:</i>			
-основами методов расчета констант устойчивости координационных соединений		+	
-современными подходами к описанию химической связи в координационных соединениях и предсказанию их реакционной способности	+		+
<i>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>			

способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5);	+	+	+
владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).	+	+	+

6. ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 Химия предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Химия координационных соединений» в объеме 32 часов. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области практического информационных педагогических технологий в учебном процессе..

Модуль	Темы практических (семинарских) занятий
1.	Систематика и номенклатура координационных соединений
	Основные положения теории кристаллического поля. Расчет энергии стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП) в одноэлектронном приближении. Искривление симметричных конфигураций координационных полиэдров. Эффект Яна-Теллера. Интерпретация электронных спектров поглощения в теории кристаллического поля, расщепления термов в слабом и сильном кристаллических полях, корреляционная диаграмма и диаграмма Танабе-Сугано.
	Составление групповых орбиталей для координационных соединений в теории молекулярных орбиталей. Построение молекулярных диаграмм комплексных соединений в свете теории МО (одноэлектронное приближение).
	Координационные соединения с π -акцепторными лигандами (CO, NO, SO ₂ , PR ₃ и др.). Карбонильные комплексы: синтез и реакционная способность. Основы металлоорганической химии. Алкильные комплексы металлов. Карбеновые и карбиновые комплексы.
	π -комплексы металлов. Металлоцены. Комплексы с макроциклическими лигандами.
	Полиядерные комплексы металлов. Кластерные и каркасные соединения. Основы химии изо- и гетерополисоединений.
	Современные физические методы исследования координационных соединений. Колебательная спектроскопия и спектроскопия ЯМР. Рентгеноструктурный анализ. Магнетохимия. Решение задач.
	Контрольная работа № 1

2.	Общие вопросы сольватации и комплексообразования в растворах. Основы термодинамики переноса.
	Прямые методы определения констант устойчивости. Алгоритмы расчета в случае pL и pM – методов. Определение констант устойчивости методом потенциометрического титрования по Бьерруму. Косвенные методы определения констант устойчивости.
3.	Предсказание кинетической инертности (лабильности) октаэдрических комплексов переходных и непереходных элементов. Механизмы реакций замещения. Вывод кинетического уравнения для реакций замещения на основе механизма Эйгена-Уилкинса. Расчеты по уравнениям Фуосса и Эйгена.
	Реакции замещения в квадратных комплексах. Направленный синтез комплексов Pt(II).
	Теоретический расчет скорости окислительно-восстановительных реакций на основе теории Маркуса-Хаша. Расчеты на основе модели жестких сфер. Внешнесферный механизм ОВР
	Реакции комбинирования. Кинетика и механизм реакций внедрения.
	Основы металлокомплексного катализа.
	Контрольная работа № 2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- выполнение курсовой работы по курсу, включающей написание реферата (тема выбирается студентом по согласованию с преподавателем). При написании реферата необходимы работа с монографиями по координационной химии (например, Comprehensive coordination chemistry/ Ed. G. Wilkinson. Pergamon Press.: Oxford, New York, 2003) и использование электронных баз данных (sciencedirect.com, elibrary.ru и др.) для ознакомления с периодикой по выбранной теме.
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Примерный тем контрольных работ:

Контрольная работа № 1. Строение координационных соединений и их реакционная способность. Экспериментальные методы установления строения координационных соединений.

Контрольная работа № 2. Термодинамика реакций комплексообразования в растворах. Кинетика и механизмы реакций с участием координационных соединений.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

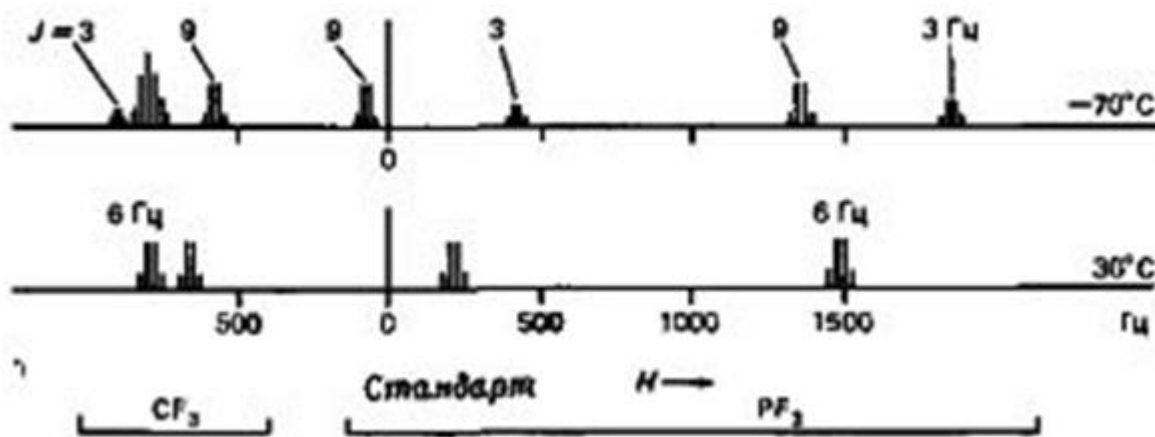
Контрольные работы

В процессе самостоятельной работы обучающиеся не только прорабатывают материал путем регулярного повторения законспектированного лекционного материала, но также дополняют его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. Изучение материала заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Ниже приведены примеры контрольных вопросов и примеры заданий для написания контрольных работ. Каждая контрольная работа содержит по 3 вопроса, ответ на каждый вопрос оценивается в 10 баллов.

Примеры контрольной работы № 1.

Вариант № 1

1. Комплексы типа "гость-хозяин". Классификация, получение. Факторы, влияющие на устойчивость комплексов "гость-хозяин" (на примере комплексов ионов щелочных металлов с краун-эфирами).
2. Укажите возможное заполнение t_{2g} -, e_g - и π^* -орбиталей и порядок связи в следующих тетрагонально-призматических комплексах $[\text{Mo}_2(\text{O}_2\text{CCH}_3)_4]$, $[\text{Cu}_2(\text{O}_2\text{CCH}_3)_4]$. Считайте, что между атомами металла возможно образование одной сигма-, двух пи- и одной дельта-связей (максимальный порядок связи 4). Высшие занятые молекулярные орбитали комплекса являются преимущественно металльными.
3. Предполагают, что координационное соединение $[(\text{CF}_3)\text{Co}(\text{CO})_3(\text{PF}_3)]$ имеет структуру тригональной бипирамиды. Ниже приведены спектры ЯМР ^{19}F , записанные при различных температурах:



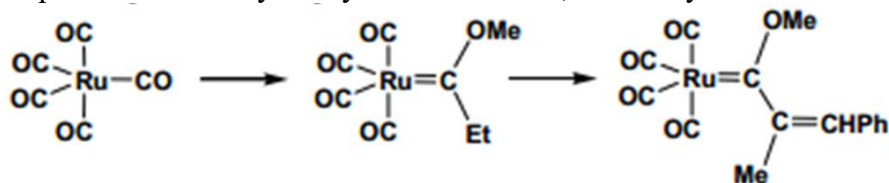
Объясните, почему при -70°C сигналами атомов фтора, связанных с атомом фосфора, являются четыре квартета. С чем связано изменение спектра ЯМР при повышении температуры до 30°C ?

Вариант № 2

1. Порфириновые и фталоцианиновые комплексы металлов. Факторы, влияющие на устойчивость порфириновых комплексов. Каталитические свойства порфириновых и фталоцианиновых комплексов.
2. H^- и $\text{P}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ являются лигандами сильного поля и располагаются в правой части спектрохимического ряда. Фосфины по своим свойствам являются π -акцепторами. Но

обязательно ли необходим π -акцепторный характер для лиганда сильного поля? Какие орбитальные факторы объясняют силу каждого из лигандов?

3. Предложите схему следующего синтеза, используя необходимые реагенты:



Вариант № 3

1. Изо- и гетерополиметаллаты. Структуры Кеггина и Андерсона. Сравните способность соединений со структурами Кеггина и Андерсона к обратимому восстановлению.
2. Нейтральный макроциклический лиганд с четырьмя донорными атомами образует красный диамагнитный комплекс с Ni(II) в растворе, если анион представляет собой слабокоординирующий перхлорат-ион. При замещении перхлорат-ионов на тиоционат-ионы комплекс становится фиолетовым и высокоспиновым с двумя неспаренными электронами. Объясните эти изменения на основании структуры комплексов.
3. Как изменится частота валентных колебаний CO при замещении трех молекул CO в комплексе Mo(CO)_6 на dien(диэтилентриамин)? Ответ аргументировать.

Вариант контрольной работы № 2

Вариант № 1

1. Реакции внедрения (миграции) лигандов. Рассмотрите механизм реакции $\text{CH}_3\text{Mn(CO)}_5 + \text{CO}$
2. Комплексообразование в системе $\text{Ag}^+ - \text{NH}_3$ исследовалось рМ-методом (метод Фронеуса) при помощи измерения равновесного потенциала серебряного электрода. В ходе экспериментов были получены следующие данные:

N опыта	$c(\text{Ag}^+)$, моль/л	$c(\text{NH}_3)$, моль/л	E , В (с.в.э.)
1	0,001	0,1	0,309
2	0,001	0,2	0,274

Стандартный потенциал $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,799$ В. На основании полученных данных рассчитать общие и ступенчатые константы устойчивости комплексов $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

3. Для процесса замещения координированной воды (анагии) в комплексе $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ молекулами аммиака, протекающего по механизму Эйгена-Уилкинса константа равновесия образования внешнесферного ассоциата равна $0,15$ л/моль, а значение наблюдаемой константы скорости в уравнении $v = k_{\text{набл}} \times c(\text{Ni}^{2+})_{\text{общ}} \times [\text{NH}_3]$ при концентрации аммиака 2 моль/л равна 5×10^3 л/моль с. На основании этих данных рассчитайте константу скорости превращения внешнесферного ассоциата в продукты реакции.

Вариант № 2

1. Внешнесферный механизм окислительно-восстановительных реакций. Теория Маркуса-Хаша. Модель жестких недеформируемых сфер и границы ее применимости.
2. Комплексообразование (или внешнесферная ассоциация) исследуется в растворе спектрофотометрическим методом. Система выбрана таким образом, что при данной длине волны комплекс (ассоциат) поглощает, а исходные частицы - нет. Для такого случая Н.А. Benesiand и J.Н. Hildebrand предложили следующее уравнение (образуется комплекс состава 1:1):

$$\frac{c_0 l}{A} = \frac{1}{K\varepsilon} \times \frac{1}{c} + \frac{1}{\varepsilon} \quad (\text{здесь } c_0 - \text{начальная концентрация комплексообразователя, } c -$$

концентрация лиганда, $c \gg c_0$). Это уравнение служит для графического определения константы устойчивости (ассоциации) и молярного коэффициента поглощения образующегося комплекса.

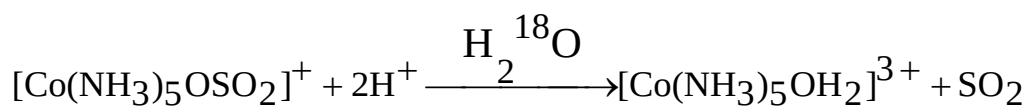
- вывести это уравнение, учитывая, что оно является комбинацией законов действия масс и Бугера-Ламберта-Бера;

- как изменится уравнение, если образующийся комплекс имеет стехиометрию не ML , а ML_n .

3. Комплекс $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_3]^+$ реагирует в кислом растворе с выделением SO_2 . Скорость этой реакции может быть описана уравнением:

$$v = k[\text{комплекс}][\text{H}^+]$$

Реакция



протекает без перехода ^{18}O в продукты реакции из меченой воды как растворителя.

Предложите разумный механизм реакции, который соответствовал бы этим экспериментальным данным.

Вариант № 3

1. Кинетическое приложение теории кристаллического поля. Зависимость лабильности и инертности комплексов d-элементов от их электронного строения.

2. На фоне 0.1 М KNO_3 $\text{Pb}(\text{II})$ образует на ртутном каплюющем электроде волну с $E_{1/2} = 0.405\text{В}$ (н.к.э.). В присутствии органического лиганда А образуется единственный комплекс состава PbA_x . При этом были получены следующие данные:

$c(\text{A})$, моль/л	0.1000	0,3000
$E_{1/2}$, В	0.516	0.547

Лиганд находился в большом избытке по отношению к металлу. Считая коэффициенты диффузии ионов свинца и изучаемого комплекса приблизительно равными определить соотношение металл-лиганд в комплексе и константу его устойчивости.

3. Кинетическое уравнение вакер-процесса имеет вид:

$$v = k_1 \frac{[\text{PdCl}_4^{2-}][\text{C}_2\text{H}_4]}{[\text{H}^+][\text{Cl}^-]^2} + k_2 * \frac{[\text{PdCl}_4^{2-}]^2[\text{C}_2\text{H}_4]}{[\text{H}^+][\text{Cl}^-]^3}; \text{уравнение, содержащее лишь первое}$$

слагаемое справедливо лишь в разбавленных по палладию растворах. Предположите возможные механизмы вакер-процесса в концентрированных и разбавленных растворах, учитывая возможность образования $\text{Pd}(\text{II})$ биядерных комплексов в концентрированных растворах.

8.2. Примерная тематика курсовой работы (реферата)

Ниже приведен возможный перечень тем реферата:

1. Строение и реакционная способность комплексов $\text{Cr}(\text{III})$
2. Координационные соединения $\text{Mo}(\text{VI})$ и $\text{Mo}(\text{V})$: синтез, строение, устойчивость и реакционная способность
3. Координационные соединения $\text{Os}(\text{VIII})$ и $\text{Os}(\text{VI})$: их строение и реакционная способность.

8.3. Образцы экзаменационных билетов

Ниже приведены примеры экзаменационных билетов

«Утверждаю

»

зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА
КАФЕДРА ОНХ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Металлоцены. Факторы, влияющие на устойчивость металлоценов. Ферроцен, кобальтоцен, никелоцен, синтез, устойчивость, характерные реакции. Металлоцены, образованные элементами начала переходных рядов (титаноцен, ванадоцен).
2. Функция Бьеррума. Связь функции Бьеррума с константами устойчивости комплексов в случае ступенчатого комплексообразования.
3. Реакции замещения лигандов для плоскоквадратных комплексов Pt(II). Кинетическое уравнение. Роль растворителя, маршруты реакции с участием и без участия растворителя. Влияние координирующей способности растворителя на кинетику обмена лигандов. Электрофильный катализ.
4. Внешнесферный механизм окислительно-восстановительных реакций координационных соединений. Теория Маркуса-Хаша.
5. Октаэдрический комплекс с электронной конфигурацией d^4 (сильное поле) претерпевает обмен лигандов, протекающий по диссоциативному механизму. В качестве интермедиата образуется тетрагональная пирамида. Рассчитайте величину ЭАКП для этого процесса (для расчета ЭСКП интермедиата воспользуйтесь раздаточным материалом). Можно ли ожидать, что в рассматриваемой реакции замещения этот комплекс будет инертным?

«Утверждаю

»

зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА
КАФЕДРА ОНХ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Групповые орбитали лигандов. Составление групповых орбиталей для образования σ - и π -связей в октаэдрических комплексах.
2. Общие и ступенчатые константы устойчивости комплексных соединений в растворах и связь между ними. Термодинамические и стехиометрические константы устойчивости. Метод определения термодинамических констант устойчивости экстраполяцией на нулевую ионную силу.
3. Основной гидролиз комплексов трехвалентного комплекса. Механизм S_{N1CB} .
4. Спектроскопия ЯМР. Химический сдвиг. Спин-спиновое взаимодействие. Внутримолекулярные перегруппировки, исследуемые методом ЯМР.
5. Известно, что волновые числа для двух переходов для MnO_4^- составляют 18500 и 32200 cm^{-1} . Объясните, как оценить ϵ_T из отнесения двух переходов с переносом заряда, если непосредственно ϵ_T наблюдаться не может.

«Утверждаю

»

зав. кафедрой

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА
КАФЕДРА ОНХ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Карбонильные комплексы металлов. Концевые и мостиковые молекулы CO. Влияние электронной структуры комплексов на механизм замещения CO. Другие π -акцепторные лиганды (NO , SO_2), их особенности.
2. Стехиометрические и термодинамические константы устойчивости координационных соединений в растворах. Методы определения термодинамических констант устойчивости.
3. Экспериментальные методы определения ассоциативного и диссоциативного механизмов реакций замещения лигандов для координационных соединений в растворах.
4. Основы гетерогенного катализа реакций координационных соединений.
5. Свободный ион V^{3+} в газовой фазе имеет основной терм ^3F . Термы ^1D и ^3P лежат, соответственно, на 10642 и 12920 cm^{-1} выше него. Энергии термов, выраженные в параметрах Рака составляют $E(^3F)=A-8B$, $E(^3P)=A+7B$, $E(^1D)=A-3B+2C$. Рассчитайте значения B и C для иона V^{3+} .

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия p-элементов. Подгруппы бора и углерода. М. Изд. Центр РХТУ, 2015.
2. Ляшенко С.Е., Шаталов К.И., Кузнецов В.В. Химия s-элементов. М. Изд. Центр РХТУ, 2014.
3. Кузнецов В.В., Филатова Е.А. Кинетика и механизмы реакций замещения лигандов. Текст лекций. М. Изд. Центр РХТУ, 2010.

Б) Дополнительная литература

4. Координационная химия: учеб. пособие / В.В.Скопенко, А.Ю.Цивадзе, Л.И.Савранский, А.Д.Гарновский. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
5. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. – М.: ИЦ «Академия», 2007.
6. Соколов М.Н., Гущин А.Л., Самсоненко Д.Г. Координационная химия. Часть I. Электронное строение, устойчивость, механизмы реакций, неводные растворители. Новосибирск: Изд-во Новосибирского Государственного университета, 2013.
7. Соколов М.Н., Самсоненко Д.Г. Координационная химия. Часть II. Металлоорганические соединения, катализ с участием комплексов переходных металлов, кластерные соединения. Новосибирск: Изд-во Новосибирского Государственного университета, 2011.
8. Д.Шрайвер, П.Эткинс Неорганическая химия. Т.1,2. М.: Мир, 2004.
9. Басоло Ф., Пирсон Р. Механизмы неорганических реакций. М.: Мир, 1971.
10. И.Б.Берсукер, Электронное строение и свойства координационных соединений, Л., Химия, 1986.
11. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений т.1-2. М.: Мир, 1987.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0235-2206
2. Федеральная служба по интеллектуальной собственности <http://www.rupto.ru>
3. The United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov>
4. The European Patent Office <http://ep.espacenet.com>
5. Базы цитирования РИНЦ, Web of Science, Scopus
6. Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>
7. Ресурсы SPRINGER: <http://link.springer.com>
8. Научно-электронная библиотека eLibrary.ru: <http://elibrary.ru>
9. Базы данных Scopus издательства Elsevier: <http://www.scopus.com>
10. ЭБС «Издательство «Лань»: <http://e.lanbook.com>
11. Ж. Перспективы науки и образования. ISSN: 2307-2334

Дополнительные учебно-методические материалы размещены на сайте факультета естественных наук <http://fen.distant.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- банки обучающих тестовых заданий на сайте www.distant.ru по математике, физике и химическим дисциплинам факультета естественных наук;
- банки контролирующих тестовых заданий по общей и неорганической химии на сайте www.distant.ru;
- банк контролирующих тестовых заданий для итогового контроля по химии для системы общего образования на сайте www.distant.ru.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 30.04.2015).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/92/91/5> (дата обращения: 30.04.2015).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 04.04.2014 № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/6045> (дата обращения: 30.04.2015).
- Положение о порядке организации практики в Российском химико-технологическом университете имени Д. И. Менделеева [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.muctr.ru/univsubs/edudept/pologenie_praktika.pdf (дата обращения: 30.04.2015).
- Для освоения дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:
- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 30.04.2015).
- Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 30.04.2015).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.04.2015).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.04.2015).

Изучение курса проводится с использованием размещенных на сайте факультета естественных наук <http://fen.distant.ru/> учебных и учебно-методических материалов. На

этом сайте представлены: учебно-тематические планы лекционных занятий, перечень практических заданий по всем разделам дисциплины, перечень тем рефератов, раздаточные материалы.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2022 составляет 1719785 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Педагогические технологии информационного общества» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Комплекты презентаций к разделам лекционного курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к учебным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде, размещенные на сайтах кафедр факультета естественных наук; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам веществ.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Standard 2007	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10 Microsoft Open License Номер лицензии 42931328	210	бессрочная
2	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) The BAT	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	50	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Строение координационных соединений	Знает: - основные положения теорий химической связи в координационных соединениях (теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей); - основы физических методов, применяемых для установления строения координационных соединений. Умеет: - на основе электронного строения предсказать устойчивость и реакционную способность различных координационных соединений, а также их цветность; - выбрать необходимый перечень методов для установления строения координационных соединений и интерпретировать полученные с их помощью результаты. Владеет: - теоретическими основами химии координационных соединений; - экспериментальными методами современной координационной химии в области установления строения координационных соединений.	Оценка за контрольную работу № 1.

Раздел 2. термодинамика Координационных соединений в растворах	Знает: - термодинамику координационных соединений в растворе; Умеет: - рассчитать общие и ступенчатые константы устойчивости координационных соединений в растворе на основе экспериментальных данных; - вывести и проанализировать кинетическое уравнение для различных реакций координационных соединений. Владеет: - экспериментальными методами современной координационной химии в области термодинамики и кинетики реакций с участием координационных соединений;	Оценка за контрольную работу № 2.
Раздел 3. Кинетика и механизмы реакций координационных соединений	Знает: -основные механизмы реакций координационных соединений. Умеет: - вывести и проанализировать кинетическое уравнение для различных реакций координационных соединений. Владеет: - основными подходами для описания реакций координационных соединений на основе их механизма.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Хроматографические и электрофоретические методы анализа»

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Профиль – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры аналитической химии В.В. Кузнецовым, к.х.н.,
доцентом кафедры аналитической химии Ю.В. Ермоленко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Аналитической химии РХТУ им. Д.И.
Менделеева «29» августа 2024 г., протокол №

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», специализация «Теоретическая и экспериментальная химия», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «*Хроматографические и электрофоретические методы анализа*» относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии, аналитической химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным группам хроматографических и электрофоретических методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых для решения конкретных задач химического анализа.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ хроматографических и электрофоретических методов анализа; ознакомление с аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента, привития навыков интерпретации и грамотной оценки экспериментальных данных.

Дисциплина «*Хроматографические и электрофоретические методы анализа*» преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных компетенций:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенций
Естественно-научная подготовка	ПК-3.1 Выполняет стандартные операции по предлагаемым методикам при решении конкретных профессиональных задач
	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- физические основы методов хроматографических и электрофоретических анализа;
- основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по хроматографии, используя методы математического (статистического) анализа; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для

решения конкретных задач;

- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

Владеть:

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			7	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,6	128,2	3,6	128,2
Лекции	0,9	32	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	0,9	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,8	64	1,8	64
Самостоятельная работа	0,4	15,8	0,4	15,8
Контактная самостоятельная работа	0,4		0,4	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15,8		15,8
Виды контроля:				
Вид контроля (зач с оц/экзамен.)			зачет	зачет
Экзамен				
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,2		0,2
Подготовка к экзамену.		0,2		0,2
Вид итогового контроля:				Зачет

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел дисциплины	Часов академ. часы				
	Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Самост. работа
Раздел 1. Введение.	6	4			2
Общая характеристика хроматографических электрофоретических методов анализа	6	4			2
Раздел 2. Хроматографические методы анализа	114	20	28	56	12
Теоретические основы хроматографии	12	4	6		2
Газожидкостная хроматография	36	4	4	24	4
Жидкостная хроматография	20	4	6	8	2
Гель-хроматография	6	4			2
Ионообменная и ионная хроматография.	42	4	12	24	2
Раздел 3. Электрофоретические методы анализа	22	8	4	8	2
Электрофоретические методы. Теоретическая основа и классификация методов	22	8	4	8	2
Итого в семестре 5	144	32	32	64	16
ВСЕГО ЧАСОВ	144	32	32	64	16

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Общая характеристика спектральных методов. Классификация.

Раздел 2. Хроматографические методы

2.1. Общая характеристика хроматографических методов. Теоретические основы хроматографических методов. Хроматограмма. Параметры удерживания. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала в колоночной хроматографии. Физико-химические основы хроматографического процесса. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса. Степень разделения и критерий селективности. Критерий разделения. Оптимизация процессов разделения смесей веществ. Коэффициент распределения. Основное уравнение хроматографии. Связь формы выходной кривой с изотермой распределения в колоночной хроматографии. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера.

2.2. Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение узлов хроматографа. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам. Детекторы. Методы идентификации веществ в газовой хроматографии. Идентификация компонентов разделяемых смесей с помощью логарифмических индексов удерживания. Способы количественного анализа. Примеры практического использования газовой хроматографии.

2.3. Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Особенности

ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Типы детекторов в ВЭЖХ. Жидкостноадсорбционная ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества. Уравнение Нокса. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ. Примеры практического использования ВЭЖХ. Распределительная бумажная хроматография. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала. Область применения.

2.4. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования.

2.5. Ионообменная и ионная хроматография. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Константа ионного обмена. Изотермы ионного обмена. Катиониты и аниониты. Коэффициент селективности. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа. Разделяющие и компенсационные колонки. Аналитические возможности метода.

2.6. Автоматический и автоматизированный анализ. Другие методы анализа. Дискретные автоматические анализаторы. Принцип действия. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ. Понятие об аналитической масс-спектрометрии. Сущность метода. Анализ органических веществ. Элементный анализ.

Раздел 3. Электрофоретические методы анализа. Теоретические основы электрофореза. Классификация электрофоретических методов. Зональный электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Изотахорофрез. Зональный электрофорез, классификация носителей. Практическое применение методов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	<i>Знать:</i>	+	+	+
2	-физические основы хроматографических и электрофоретических методов анализа;	+	+	+
3	-основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по хроматографии, используя методы математического (статистического) анализа;	+	+	+
4	- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа	+	+	+
	Уметь:			
5	применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+
6	проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи	+	+	+
7	проводить расчеты на основе проведенных исследований	+	+	+
8	проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа	+	+	+
	Владеть:			
9	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа	+	+	+
10	приемами интерпретации результатов анализа на основе калометрических оценок	+	+	+
11	методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике	+	+	+
12	основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа	+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:			
12	ПК-3.1 Выполняет стандартные операции по предлагаемым методикам при решении конкретных профессиональных задач ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Часы
1	Раздел 1	Теоретические основы хроматографических методов.	4
2		Классификация хроматографических методов.	2
3	Раздел 2	Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода, объекты исследования.	2
4		Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения. Индексы удерживания Ковача.	2
5		Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода.	2
6		Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения.	2
7		Высокоэффективная жидкостная хроматография.	2
8		Ионообменная хроматография. Изотермы ионного обмена.	4
9		Кинетика и селективность ионного обмена.	2
10		Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ. Примеры применения.	4
11		Эксклюзионная хроматография. Особенности механизма удерживания молекул.	2
12	Раздел 3.	Электрофоретические методы. Теоретические основы.	2
13		Практическое применение и примеры использования электрофоретических методов	2

6.2. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 2	Газо-жидкостная хроматография. Анализ спиртов.	8
2		Идентификация веществ в пробе по индексам удерживания Ковача	8
		Исследование зависимости эффективности капиллярных колонок от скорости газа-носителя.	8
		Определение моно- и дисахаридов методом тонкослойной хроматографии. Количественное определение глюкозы в растворе методом тонкослойной хроматографии	8
		Разделение веществ на колонках с неподвижными	8

		фазами различной полярности. Определение полярности колонок методом МакРейнольдса.	
		Количественный газохроматографический анализ на капиллярных и насадочных колонках	8
		Проточно-инжекционный анализ.	8
3	Раздел 3	Определение анионов методом капиллярного электрофореза	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка по дисциплине выставляется по результатам итогового контроля в форме *зачета*

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Хроматографические и электрофоретические методы анализа*».

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущего контроля дисциплины не предусмотрено.

8.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет) в 7 семестре

1. Хроматограмма и ее параметры.
2. Параметры удерживания.
3. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала в колоночной хроматографии.
4. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса.
5. Основное уравнение хроматографии.
6. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии.

7. Уравнение Ван-Деемтера.
8. Газожидкостная хроматография. Принципиальная схема газового хроматографа. Детекторы.
9. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам.
10. Методы идентификации веществ.
11. Логарифмические индексы удерживания.
12. Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии.
13. ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Детекторы в ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества.
14. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ.
15. Ионообменная и ионная хроматография.
16. Изотермы ионного обмена.
17. Катиониты и аниониты.
18. Коэффициент селективности.
19. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа.
20. Электрофорез и его практическое применение

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (зачет).

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» (должность, наименование кафедры) (Подпись) (И.О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.		Министерство науки и высшего образования РФ	
		Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева	
		Кафедра аналитической химии	
		040301 Теоретическая и экспериментальная химия	
		Теоретическая и экспериментальная химия	
		Хроматографические и электрофоретические методы анализа	
1.	Хроматограмма и ее параметры.	4	
2.	Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии.	4	
3.	Коэффициент селективности.	4	
4.	Значения R_f при хроматографическом разделении ионов на бумаге в среде бутанола, насыщенного 2М HCl, составляют: Co^{2+} – 0,15; Al^{3+} – 0,10; Zn^{2+} – 0,60. Используя ΔR_f , установите, какие ионы из предложенной смеси не могут быть четко идентифицированы, ответ объясните. Почему распределительная бумажная хроматография относится к жидкостно-жидкостной хроматографии?	14	
5.	Рассчитайте K_D и K_{av} для веществ А и В, разделенных на колонке с сефадексом G-25 с массой сухого геля 20г, если $V_R(\text{A}) = 45 \text{ см}^3$, $V_R(\text{B}) = 60 \text{ см}^3$. Воспользуйтесь справочными данными для 1 г сефадекса G-25: $V_t = 5 \text{ см}^3$, $V_0 = 2,0 \text{ см}^3$, $V_i = 2,5 \text{ см}^3$. Изобразите вид выходной кривой для данного случая.	14	

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. В 3 т. Т.2. Инструментальные методы анализа. Часть 1 / Под ред. Проф. А.А. Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019 -472 с.
2. Аналитическая химия. В 3 т. Т.3. Инструментальные методы анализа. Часть 2 / Под ред. Проф. А.А. Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2020 -505 с.
3. Будников Г.К., Карцова Л.А., Вершинин В.И. Методы и достижения современной аналитической химии. Учебник для вузов. – М.: Лань, 2020 – 588 с.

Б. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ Под ред.О.М. Петрухина. - М.: Химия, 2001. – 496 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство./Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
3. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М. Лаборатория знаний, 2020. 246 с.
4. М. Отто. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера. 2008. Т.1. -412 с
5. М. Отто. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера. 2008. Т.2. -281

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство ELSEVIER на платформе Science Direct.

Доступ к коллекциям «**CHEMISTRY**» и «**CHEMICAL ENGINEERING**» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство **American Chemical Society (ACS)**

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство **Taylor & Francis**

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)** Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. — наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;
- «Nature Materials» - с 2002 г.
- «Nature Nanotechnology» - с 2006 г.
- "Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство **SPRINGER**

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал **SCIENCE**

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и

прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их.

Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://www.science.com>

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Analytica Chimica Acta» ISSN 0003-2670
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rusanalytchem.ru>
- <http://www.chemical-analysis.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеозаписи лекций по аналитической химии доц. Семенов И.Н. и доц. Ермоленко Ю.В.
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного

обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Хроматографические и электрофоретические методы анализа»* проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Штативы химические

Химическая посуда:

Пипетки Мора (емкость 5; 10, 25 мл).

Пипетки мерные (объем 5; 10 мл).

Бюретки (объем 25 мл).

Колбы мерные (емкость 50,0; 100,0 мл).

Колбы Эрленмейера (объем 100, 250, 500, 750, 1000 мл).

Склянки для хранения растворов (объем 0,5; 1 л).

Оборудование:

pH-метр-милливольтметр pH-420

Весы лабораторные ВЛТЭ-510С

Микровесы ВЛ-120 М

Весы аналитические ВЛ-120-200 г.

Фотометр КФК-2

Микроскоп биологический монокулярный МикроВид

Аквадистиллятор АЭ-25

Вспомогательное оборудование:

Бани водяные с электрическим подогревом.

Хроматографические колонки с ионообменником КУ-2.

Баня песочная лабораторная БП-1

Колбонагреватели КН-250

Сушилка для пробирок

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Приемы работы в микрокристаллоскопии. Методические разработки по работе с оборудованием и на приборах химического анализа.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.mustr.ru;

[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

<http://www.chemical-analysis.ru/>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение	Знает: -физические основы методов хроматографического и электрофоретического анализа; -основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по хроматографии, используя методы математического (статистического) анализа; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа; Умеет: -применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач; -проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи; -проводить расчеты на основе проведенных исследований; -проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа Владеет: - основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа; -приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок; -методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике; -основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.	Зачет
Раздел 2. Атомная спектроскопия	Знает: - процессы формирования аналитического сигнала, основные понятия, термины, приёмы количественного анализа Умеет: - применять приобретенные	Защита лабораторных работ Зачет

	теоретические знания и практические навыки в практической деятельности. Владеет: методологией количественного анализа, алгоритмами количественного анализа, системой выбора количественного анализа для той или иной практической задачи	
Раздел 3. Молекулярная спектроскопия	Знает: процессы формирования аналитического сигнала в хроматографических и электрофоретических методах анализа; рассмотрение принципов измерений в стандартных приборах этих методов; основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК. Умеет: применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической деятельности. Владеет: оценкой возможностей метода анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа на основе ФХМА.	Защита лабораторных работ Зачет

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрохимические методы в аналитической химии»

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Профиль – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«19»июня 2023 г. протокол №19

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., профессором кафедры аналитической химии В.В.Кузнецовым, к.х.н., доцентом кафедры аналитической химии Е.В.Крыловой, ст. преп. Кобец У.Л., ст. преп. кафедры аналитической химии Е.Г. Шалимовой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «29» августа 2024 г., протокол №

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», специализация «Теоретическая и экспериментальная химия», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Электрохимические методы в аналитической химии»* относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии, аналитической химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным группам электрохимических методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ электрохимических методов анализа; ознакомление с аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента, привития навыков интерпретации и грамотной оценки экспериментальных данных.

Дисциплина *«Электрохимические методы в аналитической химии»* преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих общепрофессиональных компетенций:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенций
Естественно-научная подготовка	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- физические основы методов электрохимического анализа;
- основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по электрохимии, используя методы математического (статистического) анализа; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;

- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
 - проводить расчеты на основе проведенных исследований;
 - проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа
- Владеть:*
- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
 - приемами интерпретации результатов анализа на основе каллиметрических оценок;
 - методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
 - основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
			6	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	3.57	128	3.57	128
Лекции	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0.89	32	0.89	32
Лабораторные работы (ЛР)	1,79	64	1,79	64
Самостоятельная работа	1,54	52	1,54	52
Контактная самостоятельная работа				
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		64		52
Виды контроля:				
Вид контроля (зач с оц/экзамен.)			экз	экз
Экзамен			1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0.4
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6
Вид итогового контроля:			Экзамен	Экзамен

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел дисциплины	Часов академ. часы				
	Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Самост. работа
Раздел 1. Введение.	7	2	3		2
Классификация электрохимических методов анализа	7	2	3		2
Раздел 2. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.	36	8	8	8	12
Электропроводность растворов электролитов	12	4	4		4
Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование	16	2	2	8	4
Высокочастотное титрование	8	2	2		4
Раздел 3. Потенциометрия	69	12	9	32	16
Потенциал электрода. Ионметрия	35	6	5	16	8
Методы титрования	34	6	4	16	8
Раздел 4. Вольтамперометрия	44	6	8	16	14
Полярография.	12	2	4		6
Амперометрическое титрование	32	4	4	16	8
Раздел 5. Кулонометрический метод анализа	24	4	4	8	8
Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование	16	2	2	8	4
Электрогравиметрия	8	2	2		4
Экзамен	36				
Итого в семестре 5	216	32	32	64	52
ВСЕГО ЧАСОВ	216	32	32	64	52

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Общая характеристика спектральных методов. Классификация.

Общая характеристика электрохимических методов анализа и их классификация. Классификация электродов в электрохимических методах анализа. Поляризуемые и неполяризуемые электроды. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА.

2. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Общая характеристика метода. Аналитический сигнал в кондуктометрии. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на вид кривых титрования. Принципиальная схема установки для кондуктометрических измерений, используемые электроды. Возможности метода. Примеры определений. Высокочастотное титрование. Возможности метода.

3 Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциал электрода как аналитический сигнал. Ионметрия. Доннановский и

диффузионный потенциалы. Классификация ионоселективных электродов. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионометрия). Возможности метода. Методы титрования. Обработка кривых потенциометрического титрования.

4. Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография. Полярограммы. Интерпретация полярограмм. Остаточный и конденсаторный токи. Уравнение полярографической волны Гейровского-Ильковича. Потенциал полуволны как качественная характеристика аналитического сигнала. Выбор и назначение полярографического фона. Предельный диффузионный ток как количественная характеристика аналитического сигнала. Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода и аналитического сигнала. Выбор условий амперометрических измерений. Принципиальная схема амперометрического титрования. Кривые титрования. Примеры практического использования метода.

5. Кулонометрический метод анализа. Классификация методов кулонометрии. Количество электричества как аналитический сигнал. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования. Практическое применение метода. Электрогравиметрический анализ. Общая характеристика метода и аналитического сигнала.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	<i>Знать:</i>	+	+	+
2	-физические основы методов электрохимических методов анализа;	+	+	+
3	-основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по электрохими, используя методы математического (статистического) анализа;	+	+	+
4	- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа	+	+	+
	Уметь:			
5	применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+
6	проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи	+	+	+
7	проводить расчеты на основе проведенных исследований	+	+	+
8	проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа	+	+	+
	Владеть:			
9	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа	+	+	+
10	приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок	+	+	+
11	методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике	+	+	+
12	основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа	+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:			
12	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Часы
1	Раздел 1	Электрохимические методы.	2
2		Классификация методов.	1
3	Раздел 2	Кондуктометрия. Прямая низкочастотная кондуктометрия	2
4		Кондуктометрическое титрование.	4
5		Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах анализа.	2
6	Раздел 3	Равновесные электрохимические системы и их характеристики.	3
7		Ионометрия: возможности метода и ограничения	2
8		Типы ионселективных электродов и их характеристики. Уравнение Никольского.	4
9	Раздел 4	Вольтамперометрия. Классическая полярография	4
10		Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений.	4
11	Раздел 5	Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия.	2
12		Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества.	2

6.2. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 2	Определение константы и степени диссоциации слабого электролита	8
2	Раздел 3	Определение произведения растворимости малорастворимых солей	8
3		Определение содержания хлороводородной и уксусной кислот при их совместном присутствии в растворе	8
4		Определение содержания фторид-ионов в растворе с использованием фторид-селективного электрода	8
5		Комплексонометрическое определение железа (III) в растворе с потенциометрической индикацией к. т. т.	8
6	Раздел 4	Титриметрическое определение железа (II) в растворе с амперометрической индикацией к. т. т.	8
7		Определение ионов церия (IV) в растворе	8
8	Раздел 5	Кулонометрическое определение меди (II)	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами,

включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за защиту лабораторных работ (максимальная оценка 24 баллов), и итогового контроля в форме *экзамена*.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 Теоретическая и экспериментальная химия не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Электрохимические методы в аналитической химии*».

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущего контроля дисциплины не предусмотрено

8.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен) в 6 семестре

1. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке.
2. Кинетика электрохимических процессов.
3. Поляризационные кривые. Классификация методов.
4. Кондуктометрия.
5. Прямая низкочастотная кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.
6. Потенциометрия.
7. Равновесные электрохимические системы и их характеристики.
8. Ионметрия: возможности метода и ограничения.
9. Типы ионселективных электродов и их характеристики.
10. Уравнение Никольского.
11. Потенциометрическое титрование.
12. Вольтамперометрия.
13. Классическая полярография.
14. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений.
15. Метрологические характеристики различных вариантов полярографии, возможности и ограничения методов.
16. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе.
17. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы.
18. Кулонометрия.
19. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия.

20. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (экзамен).

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (экзамен).

Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» (должность, наименование кафедры) (Подпись) (И.О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.		Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра аналитической химии 040301 Теоретическая и экспериментальная химия Теоретическая и экспериментальная химия Электрохимические методы в аналитической химии	
1.			9
2.	Проводится потенциометрический анализ способом калибровочного графика с использованием ионоселективных электродов (ИСЭ) в качестве индикаторных и хлоридсеребряного электрода сравнения. На основании данных о коэффициентах селективности ($K_{i,j}$) выберите электроды для определения ионов (i) в присутствии мешающих ионов (j) (отмечены *). а) $\text{CaCl}_2 + \text{Mg}^*\text{Cl}_2$ б) $\text{KI} + \text{KCl}^*$ $K_{\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}} = 0,0003$; $K_{\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}} = 0,07$ $K_{\text{I}^-, \text{Cl}^-} = 0,099$; $K_{\text{Cl}^-, \text{I}^-} = 0,8$ $K_{\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}} = 0,009$; $K_{\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}} = 0,004$ $K_{\text{I}^-, \text{Cl}^-} = 0,007$; $K_{\text{Cl}^-, \text{I}^-} = 0,001$ Навеску технического алюминия массой 1,2245 г растворили и, содержащиеся в виде примеси ионы Fe^{3+}, кулонометрически оттитровали электрогенерированными ионами Sn^{2+} при постоянной силе тока 4,0 мА. Точка эквивалентности фиксировалась потенциометрически. Время электролиза составило 80 сек. Определите массовую долю железа в алюминии.	9	
3.	Проводится потенциометрический анализ способом калибровочного графика с использованием ионоселективных электродов (ИСЭ) в качестве индикаторных и хлоридсеребряного электрода сравнения. На основании данных о коэффициентах селективности ($K_{i,j}$) выберите электроды для определения ионов (i) в присутствии мешающих ионов (j) (отмечены *). а) $\text{CaCl}_2 + \text{Mg}^*\text{Cl}_2$ б) $\text{KI} + \text{KCl}^*$ $K_{\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}} = 0,0003$; $K_{\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}} = 0,07$ $K_{\text{I}^-, \text{Cl}^-} = 0,099$; $K_{\text{Cl}^-, \text{I}^-} = 0,8$ $K_{\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}} = 0,009$; $K_{\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}} = 0,004$ $K_{\text{I}^-, \text{Cl}^-} = 0,007$; $K_{\text{Cl}^-, \text{I}^-} = 0,001$ Навеску технического алюминия массой 1,2245 г растворили и, содержащиеся в виде примеси ионы Fe^{3+}, кулонометрически оттитровали электрогенерированными ионами Sn^{2+} при постоянной силе тока 4,0 мА. Точка эквивалентности фиксировалась потенциометрически. Время электролиза составило 80 сек. Определите массовую долю железа в алюминии.	10	
4.	Какой индикатор следует применить: дифениламин ($E_0(\text{Indок}/\text{Indвс}) = 0,76 \text{ В}$) или ферроин ($E_0(\text{Indок}/\text{Indвс}) = 1,06 \text{ В}$) при титровании раствора FeSO_4		

	раствором $K_2Cr_2O_7$ при $pH = 0$? $E_0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77 \text{ В}$; $E_0(Cr_2O_7^{2-}, 14H^+/2Cr^{3+}) = 1,09 \text{ В}$; концентрации компонентов окислительно-восстановительных пар принять равными 1 моль/л.	
5.		

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. В 3 т. Т.1. Химические методы анализа / Под ред. Проф. А.А. Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019 -456 с.
2. Аналитическая химия. В 3 т. Т.2. Инструментальные методы анализа. Часть 1 / Под ред. Проф. А.А. Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019 -472 с.
3. Аналитическая химия. В 3 т. Т.3. Инструментальные методы анализа. Часть 2 / Под ред. Проф. А.А. Ищенко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2020 -505 с.
4. Будников Г.К., Карцова Л.А., Вершинин В.И. Методы и достижения современной аналитической химии. Учебник для вузов. – М.: Лань, 2020 – 588 с.

Б. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ Под ред.О.М. Петрухина. - М.: Химия, 2001. – 496 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство./Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
- 3.Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа., М., Мир, 2002. – 592с.
4. Шольц Ф. Электроаналитическая химия. Теория и практика. /пер. с англ. Майстренко В.Н.,М., Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 326с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Презентации к лекциям.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство ELSEVIER на платформе Science Direct.

Доступ к коллекциям «**CHEMISTRY**» и «**CHEMICAL ENGINEERING**» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство American Chemical Society (ACS)

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство Taylor & Francis

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)** Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. — наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;
- «Nature Materials» - с 2002 г.
- «Nature Nanotechnology» - с 2006 г.
- "Nature Chemistry" - с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство SPRINGER

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал SCIENCE

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской

ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их.

Охват — с 1997 г. по настоящее время.

Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес для работы: <http://www.science.com>

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Analytica Chimica Acta» ISSN 0003-2670
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rusanalytchem.ru>
- <http://www.chemical-analysis.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеозаписи лекций по аналитической химии доц. Семенов И.Н. и доц. Ермоленко Ю.В.
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Электрохимические методы в аналитической химии*» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Штативы химические

Химическая посуда:

Пипетки Мора (емкость 5; 10, 25 мл).

Пипетки мерные (объем 5; 10 мл).

Бюретки (объем 25 мл).

Колбы мерные (емкость 50,0; 100,0 мл).

Колбы Эрленмейера (объем 100 , 250, 500, 750, 1000 мл).

Склянки для хранения растворов (объем 0,5; 1 л).

Оборудование:

pH-метр-милливольтметр pH-420

Весы лабораторные ВЛТЭ-510С

Микровесы ВЛ-120 М

Титратор потенциометрический автоматический АТП-02

Весы аналитические ВЛ-120-200 г.

Фотометр КФК-2

Микроскоп биологический монокулярный МикроВид

Аквадистилятор АЭ-25

Вспомогательное оборудование:

Бани водяные с электрическим подогревом.

Хроматографические колонки с ионообменником КУ-2.

Баня песочная лабораторная БП-1

Колбонагреватели КН-250

Сушилка для пробирок

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Приемы работы в микрокристаллоскопии. Методические разработки по работе с оборудованием и на приборах химического анализа.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.muctr.ru;

[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

<http://www.chemical-analysis.ru/>

<http://analyt.chem.msu.ru/>

Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Портал Аналитическая химия в России:

<http://www.rusanalytchem.org/default.aspx>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение	Знает: -физические основы методов электрохимического анализа; -основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по электрохимии, используя методы математического (статистического) анализа; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа; Умеет: -применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач; -проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи; -проводить расчеты на основе проведенных исследований; -проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа Владет: - основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа; -приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетрических оценок; -методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике; -основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.	Защита лабораторных работ. экзамен

Раздел 2-5	Знает: процессы формирования Знает: -физические основы методов электрохимического анализа; -основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по электрохимии, используя методы математического (статистического) анализа; принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа; Умеет: применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в практической деятельности. Владеет: основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа; -приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок; -методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике; -основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.	Защита лабораторных работ. экзамен

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»
на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Аналитическая химия»**

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Профиль – «Теоретическая и экспериментальная химия»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., проф. кафедры аналитической химии В.В. Кузнецовым, к.п.н., доц. кафедры аналитической химии Е.В. Крыловой, к.х.н., доц. кафедры аналитической химии С.В. Земятовой, ст. преп. кафедры аналитической химии Е.Г. Шалимовой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева «29 августа 2024 г., протокол №

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки 04.03.01 «Химия», профиль «Теоретическая и экспериментальная химия», рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой аналитической химии РХТУ имени Д.И. Менделеева. Программа реализуется в течение двух семестров.

Дисциплина «*Аналитическая химия*» относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, общей и неорганической химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным группам методов химического и физико-химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ химических и физико-химических методов анализа; ознакомление с принципами работы основных приборов в физико-химических методах; изучение метрологических основ аналитической химии; ознакомление с методами, широко используемыми в современной аналитической практике.

Дисциплина «Аналитическая химия» преподается в 3 и 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучения дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) компетенций ОПК	Код и наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения
Научно-исследовательский	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК -1.1 Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2 Умеет интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием

		теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3 Владеет навыками делать заключения и формулировать выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1 Знает принципы работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности
		ОПК-2.2 Умеет проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик
		ОПК-2.3 Владеет навыками проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе с использованием серийного научного оборудования

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа,
- теорию химических и физико-химических методов анализа,
- принципы работы основных приборов в физико-химических методах;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;

Владеть:

- пониманием целей и алгоритмов химического анализа,
- способами решения аналитических задач,
- оценкой возможностей каждого метода анализа,
- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок;

- методологией методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- системой выбора метода качественного и количественного химического анализа.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины								
	Всего			3 семестр			4 семестр		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	468	351	5	180	162	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,36	336,8	252,6	4,89	176	132	4,44	160	120
Лекции	3,57	128	96	1,78	64	48	1,78	64	48
Лабораторные занятия (ЛР)	4	144	108	2,22	80	60	1,78	64	48
Практические занятия (ПЗ)	1,79	64	48	0,89	32	24	0,88	32	24
Самостоятельная работа	1,94	,6	71,7	1,1	19,6	14,7	1,56	56	42
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15		0,2	0,15			
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,65	95,4	71,55	1,09	19,4	14,55	1,56	56	42
Вид контроля (зач с оц/экз.)								экз	
Экзамен	1	36	27				1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4	0,3		0,4	0,3			
Подготовка к экзамену		35,6	26,7					35,6	26,7
Вид итогового контроля:				зачет с оценкой			экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Часов академ . часы				
		Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Самост. работа
Семестр 3						
	Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах	46	10	4	20	8

1.1	Понятие об аналитической химии и качественном химическом анализе.	19	3	4	10	2
1.2	Органические аналитические реагенты	9	2	—	5	2
1.3	Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах. Константы равновесия	14	5	—	5	4
	Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа.	150	46	24	60	12
2.1	Метрологические основы химического анализа	13	5	2	4	2
2.2	Кислотно-основное титрование. Методы индикации конечной точки титрования	39	12	6	20	1
2.3	Окислительно-восстановительное титрование. Принцип метода и его практическое использование	39	12	6	20	1
2.4	Комплексонометрическое титрование. Принцип метода и его практическое использование.	38	12	6	16	4
2.5	Гравиметрический анализ. Принцип метода и его практическое использование. Осадительное титрование	13	5	4	—	4
3.	Раздел 3 Пробоотбор и пробоподготовка	6	4	2	—	-
4.	Раздел 4 Методы разделения и концентрирования	6	4	2	—	-
Итого в семестре 3		180	64	32	80	20
№	Раздел дисциплины	Часов				
		Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Самост. работа
Семестр 4						
	Введение в ФХМА	6	4			2
5.	Раздел 5. Спектральные методы анализа	74	16	8	20	10
6.	Раздел 6. Электрохимические методы анализа	74	16	8	20	20
7.	Раздел 7. Хроматографические методы. Другие методы анализа.	98	28	16	24	26
Экзамен		36				
Итого в семестре 4		216	64	32	64	56
		252				
ВСЕГО ЧАСОВ		432				

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение в современную аналитическую химию

Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах

1.1. Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды.

Виды анализа. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитическая форма и аналитические признаки. Системный подход к анализу смесей элементов. Современные физико-химические методы идентификации элементов и соединений. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др.

1.2. Задачи и объекты химического анализа.

Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе органических соединений. Основные требования, предъявляемые к методам химического анализа. Групповые, общие, частные, характерные и специфичные реакции. Пути повышения избирательности аналитических реакций.

Метрологические основы аналитических методов. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Общая характеристика химического анализа как измерительного процесса. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Сравнение методов по их аналитико-метрологическим характеристикам.

Выбор метода анализа. Постановка аналитической задачи. Критерии выбора метода анализа. Составление рациональной схемы анализа с учетом свойств объекта анализа и операций по подготовке пробы к анализу, требований к результату анализа и его стоимости. Методы разделения и концентрирования. Гибридные методы анализа. Особенности определения малых содержаний неорганических и органических веществ. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация.

1.3. Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии.

Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии (осаждения, кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления). Состояние ионов элементов в растворах. Константы равновесия аналитических реакций: термодинамические, концентрационные, условные. Факторы, влияющие на химическое равновесие (комплексообразование, образование малорастворимых соединений, изменение степени окисления определяемого иона, влияние природы растворителя, ионной силы, температуры, состава раствора).

Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса реагентов системы. Вычисление pH растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Химические и физико-химические способы определения pH растворов. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет pH, применение в аналитической химии.

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Расчет коэффициентов побочных реакций. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование, концентрирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях и их характеристика. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный, и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение.

1.4. Органические аналитические реагенты в анализе неорганических веществ.

Органические соединения, применяемые в химическом анализе. Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Теория действия комплексообразующих ОР: учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромофорными элементами. ОР-осадители. Растворимость ОР и их комплексов с ионами металлов в воде и в органических растворителях. Применение ОР для аналитического концентрирования.

Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа

Методы количественного анализа. Принципы и задачи количественного анализа. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Примеры применения методов математической статистики для оценки результатов анализа. Правильность и прецизионность результатов анализа.

2.1. Реакции осаждения в количественном анализе. Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к ним. Важнейшие операции (этапы) гравиметрического анализа. Процесс образования осадков. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Выбор осаждающего реагента. Неорганические и органические осадители в гравиметрическом анализе. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Виды загрязнения осадков и способы их очистки. Получение гравиметрических форм. Источники погрешностей, точность и пути повышения точности гравиметрических определений. Вычисления в гравиметрическом анализе. Конкретные примеры практических определений. Достоинства и недостатки гравиметрического метода анализа. Осадительное титрование.

2.2. Использование других реакций в аналитической химии. Титриметрические методы анализа. Принцип титриметрии. Титрование и его этапы. Графическое изображение процесса титрования – кривые титрования, их виды. Скачок на кривой титрования, точка эквивалентности (Т.Э.) и конечная точка титрования (К.Т.Т.). Первичные и вторичные стандарты. Приемы титриметрического анализа: прямое и обратное титрование, косвенные методы. Метрологическая характеристика титриметрических методов. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним. Классификация титриметрических методов анализа.

2.2.1. Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (pT). Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Индикаторные погрешности и их оценка. Практическое применение метода кислотно-основного титрования. Использование неводных растворителей в кислотно-основном титровании.

2.2.2. Комплексонометрическое титрование. Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Особенности реакции комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов.

2.2.3. Методы окислительно-восстановительного титрования. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительный потенциал и окислительно-восстановительная реакция. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Аналитические особенности других методов окислительно-восстановительного титрования (хроматометрия, броматометрия, ванадатометрия, цериметрия) в химическом анализе.

Раздел 3. Физико-химические методы анализа

3.1. Введение в физико-химические методы анализа (ФХМА).

ФХМА – составная часть современной аналитической химии. Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества. Относительный характер измерений в ФХМА. Предел

обнаружения и чувствительность метода. Формула Кайзера. Верхний и нижний диапазоны определяемых содержаний. Линейный диапазон определяемых концентраций. Эталоны. Приемы количественных измерений (внешнего и внутреннего стандарта, добавок, титрования, дифференциальные методы) в ФХМА, их характеристика и условия применения. Аналитические и метрологические характеристики ФХМА.

3.2. Спектральные методы анализа.

Классификация спектральных методов анализа. Получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Оптические методы анализа. Атомная и молекулярная спектроскопия. Абсорбционные и эмиссионные методы анализа.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения спектров. Атомно-эмиссионные линейчатые спектры. Правила отбора электронных переходов. Запись спектральных линий в виде термов. Схемы электронных переходов в атоме щелочного металла. Распределение Больцмана и заселенность уровней возбужденного состояния. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Процессы ионизации и самопоглощения в плазме, формула Саха. Спектральные приборы и способы регистрации спектра (визуальный, фотографический и фотоэлектрический). Качественный анализ, расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их спектрам. Количественный анализ, формула Ломакина-Шайбе. Практика атомно-эмиссионной спектроскопии. Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно связанной плазмой. Химико-спектральные методы анализа.

Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Газовые пламена как виды низкотемпературной плазмы, их характеристика. Блок-схема пламенного фотометра. Возможности метода и его ограничения. Анионный и катионный эффекты. Методы количественных определений в пламенной фотометрии. Предел обнаружения, прецизионность, селективность. Области применения.

Атомно-абсорбционная спектрофотометрия. Общая характеристика метода. Поглощение электромагнитного излучения свободными атомами. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Способы атомизации пробы. Модулятор, его назначение. Избирательность, достоинства и недостатки метода. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии.

3.3. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрический анализ. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Электронные переходы и спектры поглощения молекул. Схемы электронных переходов. Сравнение аналитических сигналов, обусловленных $d-d^*$ -переходами, переходами с переносом заряда и $\pi-\pi^*$ -переходами. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Способы его определения. Оптимизация условий аналитических определений. Выбор оптимальной длины волны и рабочего светофильтра. Контрастность аналитической реакции. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Сравнение фотометрии и спектрофотометрии. Аппаратура для спектро- и фотометрических измерений. Характеристика фотометрических методов анализа. Избирательность в спектрофотометрии и ее обеспечение. Принцип аддитивности поглощения в анализе бинарных смесей поглощающих веществ, метод Фирордта. Точность результатов фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия. Метод одно- и двусторонней дифференциальной фотометрии. Методы спектрофотометрического титрования.

Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Рассеяние света дисперсными системами. Связь оптической плотности с концентрацией определяемого вещества. Коэффициент мутности системы. Теоретические основы турбидиметрии и нефелометрии. Уравнение Рэлея. Требования, предъявляемые к используемым реакциям. Турбидиметрический кинетический метод. Возможности методов.

Люминесцентные методы анализа. Флуоресценция и фосфоресценция. Применение энергетической диаграммы Яблонского при рассмотрении синглет-синглетных и синглет-триплетных электронных переходов. Колебательная релаксация и внутренняя конверсия. Квантовый и энергетический выходы. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Температурное и концентрационное тушение флуоресценции. Правило Стокса-Ломмеля. Связь строения молекулы органического соединения с его способностью к флуоресценции. Зеркальная симметрия спектров поглощения и испускания (правило Левшина). Закон Вавилова. Схема флуориметрических измерений. Выбор первичного и вторичного светофильтров. Градуировочная зависимость и количественный анализ. Общая характеристика метода.

Раздел 4. Электрохимические методы анализа (ЭХМА).

Классификация ЭХМА. Классификация электродов и электрохимические методы. Поляризуемые и неполяризуемые электроды в ЭХМА. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА.

Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Общая характеристика метода. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на ход кривых титрования. Принципиальная схема установки для кондуктометрических измерений, используемые электроды. Возможности метода, достоинства, недостатки. Примеры определений..

Высокочастотное титрование. Особенности метода. Принципиальная схема установки. Используемые индуктивные и емкостные безэлектродные ячейки. Формы кривых высокочастотного титрования. Аппаратура. Возможности метода. Примеры определений.

Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Определение метода. Используемые ячейки. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионметрия. Доннановский и диффузионный потенциалы. Классификация ионоселективных электродов. Основные характеристики ионоселективных электродов различных типов. Причины, обуславливающие избирательность электродов. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Методы определения коэффициентов селективности, верхнего и нижнего предела диапазона определяемых содержаний. Угловой коэффициент электродной функции. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионметрия). Возможности метода. Методы титрования. Обработка кривых потенциометрического титрования. Методы добавок.

Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография, основы метода. Принципиальная схема полярографической установки. Используемые электроды, требования, предъявляемые к электродам. Поляризационные кривые индикаторных электродов. Ртутный капаящий электрод, твердые электроды. Полярограммы. Интерпретация полярограмм. Остаточный и конденсаторный токи. Фарадеевский ток. Свойства предельного диффузионного тока. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Гейровского. Потенциал полуволны. Выбор и назначение полярографического фона. Аномалии на полярографических кривых и их устранение. Качественный и количественный полярографический анализ. Современные направления

развития вольтамперометрии. Области использования. Возможности, достоинства и недостатки метода.

Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода. Выбор условий амперометрических измерений. Принципиальная схема установки для амперометрического титрования. Типы кривых титрования. Биамперометрическое титрование, условия амперометрических измерений с двумя индикаторными электродами. Кривые титрования. Возможности, достоинства и недостатки метода. Примеры практического использования.

Кулонометрический метод анализа. Классификация методов кулонометрии. Объединенный закон Фарадея. Выход по току. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Особенности методов. Кулонометрия при контролируемом потенциале и при контролируемом токе. Поляризационные кривые. Выбор потенциала рабочего электрода. Расчет количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию. Принципиальная схема кулонометрической установки. Область применения. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Особенности генерированного титранта. Способы индикации конечной точки титрования (визуальные и инструментальные). Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования. Практическое применение метода, его достоинства и недостатки.

Электрогравиметрический анализ. Способы выполнения определений. Общая характеристика метода. Процессы, протекающие при электролизе. Выбор электродов. Условия электроосаждения. Требования, предъявляемые к осадкам на электродах. Использование электроосаждения для целей концентрирования, определения и разделения. Внутренний электролиз. Достоинства и недостатки метода.

Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов анализа.

Теоретические основы хроматографических методов. Области применения хроматографических методов анализа. Хроматограмма. Параметры удерживания. Физико-химические основы хроматографического процесса. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса. Основы хроматографического разделения. Коэффициент распределения и коэффициент разделения. Основной закон хроматографии. Взаимосвязь формы выходной кривой и изотермы сорбции в колоночной хроматографии, аналитический аспект этой зависимости. Факторы, влияющие на скорость движения хроматографической зоны. Теория теоретических тарелок. Теоретическая тарелка. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Критерии эффективности хроматографического процесса. Степень разделения и критерий селективности. Критерий разделения. Оптимизация процессов разделения смесей веществ.

5.1. Хроматографические методы.

5.1.1. Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение узлов хроматографа. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам. Детекторы, их классификация и требования к ним.

Методы идентификации веществ в газовой хроматографии. Линейные и логарифмические индексы удерживания. Корреляционные уравнения: связь параметров удерживания компонентов с их физико-химическими свойствами. Качественный анализ по логарифмическим индексам удерживания Ковача. Методы количественного анализа:

метод абсолютной градуировки, метод нормировки, метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты к площадям пиков. Примеры практического использования газовой хроматографии.

5.1. 2. Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Особенности ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа высокого давления. Типы детекторов в ВЭЖХ. Жидкостно-адсорбционная ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества. Типы взаимодействия сорбент-вещество, сорбент-элюент, элюент-вещество в ВЭЖХ. Фактор емкости, его физический смысл. Градиентное элюирование. Влияние эффективности, селективности и емкости колонки на разделение смесей анализируемых веществ. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ. Достоинства и недостатки ВЭЖХ. Ион-парная хроматография, примеры практического использования ВЭЖХ в анализе.

Распределительная бумажная хроматография. Основы бумажной хроматографии. Подвижная и неподвижная фазы. Миксотропный ряд растворителей. Требования к хроматографической бумаге. Хроматографические параметры. Типы хроматограмм: одномерная, двумерная, круговая, электрофоретическая. Метод обращенных фаз. Зависимость формы пятна от вида изотермы распределения. Методы идентификации веществ на бумажной хроматограмме. Количественный анализ в методе бумажной хроматографии. Достоинства и недостатки метода. Область применения.

5.1.3. Ионообменная и ионная хроматография. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Ионообменное равновесие. Константа ионного обмена. Изотермы ионного обмена. Влияние константы ионного обмена на форму изотермы ионного обмена. Коэффициент селективности. Синтетические ионообменники, катиониты и аниониты. Классификация и свойства. Сорбционные ряды. Виды обменной емкости ионообменников. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д. Примеры применения ионообменной хроматографии в технологических процессах. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа. Разделяющие и компенсационные колонки. Детекторы. Применение в аналитической химии. Аналитические возможности метода.

5.1.4. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Сорбенты. Общий, внешний и внутренний объемы геля. Параметры элюирования. Выражение для коэффициента распределения и константы доступности. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования.

5.1.5. Бумажная распределительная хроматография. Подвижная, неподвижная фаза. Особенности плоскостной хроматографии. Фактор разделения. Виды распределительных хроматографий

5.2. Автоматизация методов химического анализа.

Автоматический и автоматизированный анализ: цели и задачи. Дискретные автоматические анализаторы. Принцип действия, достоинства и недостатки. Проточные методы анализа растворов. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1.	основные понятия и методы качественного и количественного анализа	+	+	+	+	+
2.	теорию химических и физико-химических методов анализа	+	+	+	+	+
3.	принципы работы основных приборов в физико-химических методах			+	+	+
	Уметь:					
4.	применить приобретённые практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач	+	+	+	+	+
	Владеть:					
5.	пониманием целей и алгоритмов химического анализа	+	+	+	+	+
6.	способами решения аналитических задач	+	+	+	+	+
7.	оценкой возможностей каждого метода анализа			+	+	+
8.	основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа	+	+	+	+	+
9.	приемами интерпретации результатов анализа на основе квалитетических оценок	+	+	+	+	+
10.	методологией методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике			+	+	+
11.	системой выбора метода качественного и количественного химического анализа			+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:					

12.	ОПК -1.1 Знает принципы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также принципы расчетов свойств веществ и материалов					
	ОПК-1.2 Умеет интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии					
	ОПК-1.3 Владеет навыками делать заключения и формулировать выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	+	+	+	+	+
	ОПК-2.1 Знает принципы работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности					
	ОПК-2.2 Умеет проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик					
	ОПК-2.3 Владеет навыками проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе с использованием серийного научного оборудования					

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 64 акад. ч. (32 акад. ч в 3 сем., разделы 1–4; 32 ч в 4 сем., разделы 5 – 7).

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1-2	1	Решение аналитических задач по темам: .Разделение смесей катионов и анионов и определение отдельных катионов и анионов в смеси. Анализ сухих солей.	4
3-4	1-2	Расчёт pH гидролизующихся солей и буферных растворов. 3. Расчёт коэффициентов активности и ионной силы растворов. 4.	4

5-7	1-2	Решение задач с использованием констант равновесия для различных типов химических реакций.	6
8-10	2	Кислотно – основное взаимодействие. Построение и анализ теоретических кривых титрования : H_3PO_4 , $\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$, $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$, Na_2CO_3 , $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$. Решение задач на определение концентрации и количества выше перечисленных соединений в растворе. Определение солей аммония различными способами. Определение соединений не обладающих протолитическими свойствами с использованием ионного обмена	6
11-13	2	Окислительно- восстановительное титрование. Рассмотрение теоретических вопросов и решение задач на влияние различных факторов на величину окислительно-восстановительного потенциала : pH, ионной силы раствора, концентрации окислителя и восстановителя, реакций осаждения и комплексообразования. Решение задач на полноту протекания химической реакции (константа равновесия), определение концентрации и содержания вещества в растворе. Расчет кривых титрования и выбор индикатора.	6
14-15	2	Комплексонометрическое титрование. Выбор условий комплексонометрических определений: влияние pH и побочных реакций на величину условной константы устойчивости. Решение задач на определение концентрации и содержания вещества и смеси веществ в растворе. Расчет кривых титрования.	4
16	2	Гравиметрический анализ. Решение задач на расчет количества осадителя, гравиметрической формы, формы осаждения. Влияние различных факторов на растворимость осадков одноименных и разноименных ионов, комплексообразования, pH раствора.	2
1-2	5	Решение аналитических задач с применением методов оптической атомной спектроскопии: эмиссионный спектральный анализ, атомно-абсорбционная спектрофотометрия, пламенная фотометрия. Аналитические возможности методов.	4
3-6	5	Решение аналитических задач с применением методов оптической молекулярной спектроскопии: фотометрический и спектрофотометрический анализ, турбидиметрия, нефелометрия, флуориметрический анализ. Аналитические возможности методов.	8
7-8	6	Решение аналитических задач с применением электрохимических методов анализа: кондуктометрия, потенциометрическое титрование, ионометрия. Аналитические возможности методов	4
9-10	6	Решение аналитических задач с применением электрохимических методов анализа: вольтамперометрия (классическая полярография, амперометрическое титрование), кулонометрия, электрогравиметрия.	4

		Аналитические возможности методов.	
11-14	7	Решение аналитических задач с применением хроматографических методов: газожидкостная хроматография, жидкостная хроматография (ВЭЖХ, распределительная бумажная хроматография, ионообменная хроматография, гель-хроматография). Аналитические возможности методов.	8
15-16	5-7	Решение усложненных задач для подготовки к экзамену.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Аналитическая химия*» выполняется в соответствии с Учебным планом в 3 и 4 семестрах и занимает 144 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 7 разделов дисциплины. В практикум входит 22 работы (10 в 3 семестре и 12 в 4 семестре), примерно по 5 и 4-6 ч на каждую работу в 3 и 4 семестрах соответственно. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Аналитическая химия*», а также дает навыки работы с основным лабораторным оборудованием и техники выполнения работ.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов в 3 семестре (максимально от 1 до 3х баллов за каждую работу) и 24 балла (максимально по 2 балла за каждую работу) в 4 семестре. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
	3 семестр		
1	1	Идентификация индивидуальных катионов в растворе	5
2	1	Анализ смеси катионов.	5
3	1	Идентификация индивидуальных анионов и их смесей.	5
4	1	Идентификация солей.	5
5	2	Метод кислотно-основного титрования. Определение содержания Na_2CO_3 в растворе с двумя индикаторами.	15
6	2	Метод кислотно-основного титрования. Определение содержания NaOH и Na_2CO_3 в растворе.	5
7	2	Хроматометрическое определение содержания сульфата железа(II) в растворе.	5
8	2	Иодометрическое определение сульфата меди(II) в растворе.	15
9	2	Комплексонометрическое определение содержания металла в растворе.	15
10	2	Определение жёсткости воды	5
	4 семестр		
1	5	Качественный визуальный атомно-эмиссионный спектральный анализ	4
2	5	Атомно-абсорбционное определение меди в растворе.	4
3	5	Флуориметрическое определение родамина 6 Ж в растворе.	4
4	5	Фотометрическое определение ортофосфатов в виде	4

		фосфорномолибденованадиевой гетерополиокислоты.	
5	6	Определение содержания железа(II) в присутствии железа (III) методом потенциометрического титрования.	6
6	6	Кондуктометрическое титрование солей никеля раствором ЭДТА	6
7	6	Определение кислот методом кулонометрического титрования.	6
8	6	Анализ электролитов гальванических ванн методом электрогравиметрии	6
9	7	Анализ смеси бензола, нафталина и фенантрена в их смеси методом ВЭЖХ	6
10	7	Анализ смеси уксусной кислоты, ацетата натрия и хлорида натрия методами ионного обмена и потенциометрического титрования.	6
11	7	Разделение смеси ионов железа(III), никеля(II) и кобальта(II) методом круговой бумажной хроматографии с последующим количественным определением содержания железа (III).	6
12	7	Разделение органических красителей методом круговой бумажной хроматографии с последующим количественным определением красителя «Кислотный фиолетовый С».	6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины *«Аналитическая химия»* предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 19,6 ак. часов в 3 семестре и 56 ак. часа в 4 семестре.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку и повторение пройденного на лекциях учебного материала;
- регулярную подготовку к лабораторным работам, в том числе выполнение домашних работ и индивидуальной домашней работы; подготовку к контрольным работам;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой по дисциплине и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Учебным планом для направления подготовки 04.03.01 «Химия», профиль «Теоретическая и экспериментальная химия» не предусмотрено выполнение реферативно-аналитической работы по дисциплине «*Аналитическая химия*».

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины в 3 семестре

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 24 балла, по 8 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 1.1.

1. В растворе какого реагента следует растворить осадок $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ для определения в нем ионов Ca^{2+} ?
2. Какое условие нужно обеспечить, чтобы действием гидрата аммиака разделить смесь катионов никеля и алюминия?

Вопрос 1.2.

1. Какую формулу нужно использовать для расчета pH в растворе уксусной кислоты?
2. По какой формуле рассчитывают концентрацию ионов водорода в водном растворе гидрофосфата натрия?

Вопрос 1.3.

1. Какой из анионов – оксалат, фосфат или фторид при прочих равных условиях обеспечивает наибольшую полноту осаждения ионов бария?
2. Какой из катионов – Ba^{2+} , Ag^+ , Fe^{3+} будет осажден наиболее полно при действии фосфата натрия на раствор его соли?

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 2.1.

1. С каким индикатором можно оттитровать 0,1000 М раствор H_3PO_4 до NaH_2PO_4 ? Ответ подтвердите расчетом.
2. Какой индикатор следует использовать при определении содержания гидроксида натрия, если в растворе присутствует ацетат натрия? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций и расчетами.

Вопрос 2.2.

1. По какой формуле рассчитывают количество моль эквивалента иона аммония при его определении формальдегидным методом? Приведите уравнения реакций, иллюстрирующих схему титрования.
2. Титруют смесь гидроксида натрия и карбоната натрия раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какие компоненты смеси при этом будут оттитровываться? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций.

Вопрос 2.3.

1. Рассчитайте титр раствора H_2SO_4 по NaOH ($T(H_2SO_4/NaOH)$), если $c(1/2 H_2SO_4) = 0,1000$ моль-экв/л. $M(NaOH) = 40$ г/моль.
2. Навеску NaOH 1,5238 г, загрязненную карбонатом (Na_2CO_3), растворили и разбавили дистиллированной водой до 100 мл в мерной колбе. На титрование 10,00 мл полученного раствора с индикатором метиловым оранжевым потребовалось 22,53 мл раствора HCl с $T(HCl) = 0,003650$ г/мл. На титрование такого же объема раствора с индикатором фенолфталеином потребовалось 18,50 мл HCl. Рассчитать процентное содержание Na_2CO_3 в NaOH.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 2 или 3 балла за вопрос в зависимости от его сложности.

Вопрос 2.4.

1. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности. Чему равно значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 0,05 н. раствора I_2 0,05 н. раствором $Na_2S_2O_3$, если $E^0_{I_2/2I^-} = 0,54$ В, $E^0_{S_4O_6^{2-}/2S_2O_3^{2-}} = 0,09$ В? Ответ подтвердите расчётом и запишите уравнения соответствующей химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования.
2. Напишите формулу для расчета реального окислительно-восстановительного потенциала от pH раствора. Чему равно значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции восстановления пероксида водорода при pH 4? Ответ подтвердите расчетом.

Вопрос 2.5.

1. По какой формуле рассчитывают значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции, если окисленная форма участвует в побочной реакции комплексообразования. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций и полуреакций на конкретном примере.
2. Как вычисляют число молей эквивалента $K_2Cr_2O_7$ при определении иодометрическим методом? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций и полуреакций. Предложите физико-химический метод определения концентрации дихромата калия в растворе.

Вопрос 2.6.

1. Определение содержания железа(II) в растворе проводят методом потенциометрического титрования. Сколько железа содержит образец, если навеска этого образца массой 0,1700 г после растворения и восстановления железа до железа (II) оттитрована 8,40 мл раствора перманганата калия с $T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}) = 0,006200 \text{ г/мл}$?
2. Объясните принцип ионного обмена. Приведите уравнения химических реакций. Перечислите известные вам типы ионообменников.

8.2.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины в 7 семестре

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 36 балла, по 12 баллов за каждую работу.

Раздел 3. Спектральные методы анализа. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла.

Вопрос 3.1.

1. Атомно-абсорбционный анализ. Способы атомизации. Какую функцию выполняет лампа с полым катодом? Области применения метода.
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера и отклонения от него.

Вопрос 3.2.

1. Ошибки в фотометрии. Зависимость погрешности определения концентрации от величины светопоглощения. Причины, приводящие к возникновению ошибок при определении меди в виде аммиаката ($\epsilon_{640} = 10^2$).
2. Схематически изобразите график зависимости турбидиметрического титрования сульфат-ионов раствором хлорида бария, при условии равенства концентраций. Укажите условия определения и дайте подробное объяснение.

Вопрос 3.3.

1. Определите процентное содержание железа в алюминиевом сплаве, если относительному почернению $\Delta S = 0$ соответствовала концентрация $c_0(\text{Fe}) = 1,7\%$, а для эталона с концентрацией $c_1 = 0,72\%$, $\Delta S_1 = -0,48$, $\Delta S_x = -0,24$. Для определения железа применён метод эмиссионного спектрального анализа.
2. При фотометрическом определении хлорида железа (3+) раствором аскорбиновой кислоты на титрование 10 мл ионов Fe^{3+} затрачено 4,5 мл 0,01 М раствора аскорбиновой кислоты. Рассчитайте содержание хлорида железа (3+), если объем колбы с раствором соли 100,00 мл.

Раздел 4. Электрохимические методы анализа. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла.

Вопрос 4.1.

1. Кондуктометрия

2.Высоочастотное титрование

Вопрос 4.2.

1. Проводится потенциометрический анализ способом калибровочного графика с использованием ионоселективных электродов (ИСЭ) в качестве индикаторных и хлоридсеребряного электрода сравнения. На основании данных о коэффициентах селективности ($K_{i,j}$) подберите электроды для определения ионов (i) в присутствии мешающих ионов (j) (отмечены *) $\text{CaCl}_2 + \text{Mg}^*\text{Cl}_2$, если $K_{\text{Ca,Mg}} = 0,034$, $K_{\text{Ca,Mg}} = 0,34$, $K_{\text{Mg,Ca}} = 0,34$, $K_{\text{Mg,Ca}} = 3,34$. Дайте подробные объяснения.

2. Рассчитайте разницу стандартных окислительно-восстановительных потенциалов и определите, будут ли ионы свинца мешать ионам меди при электрогравиметрическом определении, если $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,345 \text{ В}$, а $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,126 \text{ В}$. Почему в электрогравиметрии при проведении электролиза напряжение тока поддерживают выше потенциала разложения? Дайте подробный ответ.

Вопрос 4.3.

1. При титровании $25,00 \text{ см}^3$ смеси соляной и уксусной кислот $0,1050 \text{ н.}$ раствором едкого натра были получены следующие показатели по шкале высокочастотного титратора.

Определите концентрации кислот в моль-экв/л. Объясните ход кривой титрования, если $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

V, см ³ NaOH	2	4	5	6	7	8	9
Показания прибора	62	51	37	32	23	21	23
V, см ³ NaOH	11	13	15	16	17	18	19
Показания прибора	26	31	37	39	44	56	68

2. Навеску технического алюминия массой $1,2245 \text{ г}$ растворили и, содержащиеся в виде примеси ионы, кулонометрически оттитровали электрогенерированными ионами при постоянной силе тока $4,0 \text{ мА}$. Точка эквивалентности фиксировалась потенциометрически. Время электролиза составило 80 сек . Определите массовую долю железа в алюминии.

Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов химического анализа. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла.

Вопрос 5.1.

1. Высокоэффективная хроматография
2. Ионообменная хроматография

Вопрос 5.2.

1. Требования, предъявляемые к подвижной и неподвижной фазам в ГЖХ. Чем обусловлена толщина слоя неподвижной фазы на носителе?
2. Определение метода гель – хроматографии. От каких факторов зависит разделение молекул в гель-хроматографии? Неподвижная и подвижная фазы в этом методе.
3. Коэффициент емкости K' в колоночной и плоскостной (планарной) хроматографии. Его математическое выражение, физический смысл, численные значения. Почему нежелательны слишком высокие и слишком низкие значения K' ?

Вопрос 5.3.

1. Рассчитайте K_D и K_{av} для веществ А и В, разделенных на колонке с сефадексом G-25 с массой сухого геля 20г, если $V_R(A) = 45 \text{ см}^3$, $V_R(B) = 60 \text{ см}^3$. Воспользуйтесь справочными данными для 1 г сефадекса G-25: $V_t = 5 \text{ см}^3$, $V_0 = 2,0 \text{ см}^3$, $V_i = 2,5 \text{ см}^3$. Изобразите вид выходной кривой для данного случая.
2. Для хроматографического определения ионов никеля (II) на бумаге способом осадочной хроматографии, бумагу пропитали аммиачным раствором диметилглиоксима, приготовили 3 стандартных раствора. Навеску 0,1240 г гексагидрата хлорида никеля растворили в мерной колбе на 50 мл. Затем из этой колбы отобрали 5,00; 10,00 и 20,00 мл, поместили в мерные колбы на 50 мл и довели до метки дистиллированной водой. Исследуемый раствор также приготовили в колбе на 50 мл. После получения первичной хроматограммы, ее поместили в дистиллированную воду и выждали некоторое время. Высота пиков стандартных растворов равна 12,75 мм, 18,75 мм и 30,65 мм соответственно. Высота пика исследуемого раствора – 24,5 мм. Определите содержание никеля (мг) в исследуемом растворе.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет и экзамен)

Итоговый контроль проводится в виде итоговых контрольных работ в конце 3 и 4 семестров. Максимальное количество баллов за итоговую контрольную работу – 40 баллов в 3 семестре и 40 баллов в 4 семестре соответственно.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет) в 3 семестре

Билет итоговой контрольной работы содержит 5 вопросов: 1 вопрос – 9 баллов, вопрос 2 – 9 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 9 баллов, вопрос 5 – 3 балла.

1. Основные положения протолитической теории.
2. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
3. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность).
4. Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции.
5. Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности.
6. Вычисление pH растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований.
7. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования).
8. Аналитические реакции комплексообразования. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений.
9. Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков.
10. Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал.

11. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
12. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
13. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами.
14. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен) в 4 семестре

1. Атомно-эмиссионный анализ
2. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени.
2. Атомно-абсорбционный анализ
3. Фотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера
4. Фототурбидиметрия.
5. Нефелометрия.
6. Флуориметрический анализ
7. Кондуктометрия
8. Высокочастотное титрование
9. Прямая потенциометрия. Электроды
10. Потенциометрическое титрование
11. Классическая полярография
12. Амперометрическое титрование
13. Кулонометрия
14. Электрогравиметрия
15. Газо-жидкостная хроматография
16. Высокоэффективная хроматография
17. Ионообменная хроматография
18. Гель-хроматография
19. Бумажная хроматография

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для контроля освоения дисциплины (зачет, экзамен).

Итоговый контроль проводится в 4 семестре в виде экзамена. Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Билет экзамена содержит 4 вопроса каждый по 10 баллов. Пример билета для *вид контроля из УП*:

«Утверждаю» _____ (должность, наименование кафедры) (Подпись) (И.О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.		Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра аналитической химии 04.03.01 Химия Профиль Теоретическая и экспериментальная химия Аналитическая химия	
1.	Рассчитайте растворимость $Pb_3(PO_4)_2$ в воде и в 0,001 М растворе нитрата свинца. $K_S(Pb_3(PO_4)_2) = 7,9 \cdot 10^{-43}$.	9	
2.	С целью определения содержания компонентов проводили титрование раствора, содержащего равное количество молей HCl и H_3PO_4 . В присутствии индикатора метилового оранжевого израсходовано 40,0 мл стандартного раствора $NaOH$. Какой объем $NaOH$ будет израсходован на дотитрование этого же раствора в присутствии индикатора фенолфталеина? Приведите уравнения протекающих реакций и расчеты.	9	
3.	К раствору $AlCl_3$ в присутствии ацетатного буферного раствора прилито 25,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА, остаток которого оттитрован 12,50 мл 0,0500 М раствором сульфата цинка с индикатором ксиленоловым оранжевым. Рассчитайте содержание $AlCl_3$ в граммах. $(M(AlCl_3) = 133,52 \text{ г/моль}; M(ЭДТА) = 372,24 \text{ г/моль})$	10	
4.	Какой индикатор следует применить: дифениламин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 0,76 \text{ В}$) или ферроин ($E^0(Ind_{ок}/Ind_{вс}) = 1,06 \text{ В}$) при титровании раствора $FeSO_4$ раствором $K_2Cr_2O_7$ при $pH = 0$? $E^0((Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77 \text{ В}); E^0((Cr_2O_7^{2-}, 14H^+/2Cr^{3+}) = 1,09 \text{ В});$ концентрации компонентов окислительно-восстановительных пар принять равными 1 моль/л.	9	
5.	Каким образом, используя ионный обмен, можно провести определение CH_3COONa в растворе методом кислотно-основного титрования? Приведите уравнения соответствующих химических реакций и формулу для расчета содержания ацетата натрия в растворе.	3	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Учебник для вузов/ Под ред. О.М. Петрухина,- 2-ое изд., стереотипное, исправленное, – М.: ООО Путь, ООО ИД АЛЪЯНС, 2006. – 400 с. (базовый учебник)
2. Кузнецов В.В. Аналитические реакции для идентификации ионов элементов в растворах. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. -163 с.
3. Практикум по физико-химическим методам анализа. Учебное пособие./ Под ред. О.М. Петрухина, 2-ое изд., стереотипное, исправленное. - М.: ООО Путь: ООО ИД АЛЪЯНС, 2006. – 248 с. (базовый учебник)
4. Физико-химические методы анализа. Задачи и вопросы. Под ред. проф. Кузнецова В.В. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 244 с.
5. Задания по аналитической химии, уч. пособие / Е.В. Крылова, 2-ое изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 112 с.
6. Задания по аналитической химии, уч. пособие / Е.В. Крылова, Е.Г. Шалимова 3-ье изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 152 с.

Б. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов./ Под ред.О.М. Петрухина. – М.: Химия, 2001. – 496 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство./Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
3. Крылова Е.В. Задания по аналитической химии. Части I, II: Учебно – методическое пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003, 2004. – 40 с., 44 с.
4. Ю.Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. Справ. изд. – М.:Химия, 1989. – 448 с.
5. Кузнецов В.В., Ермоленко Ю.В., Семенова И.Н. Номенклатурные правила ИЮПАК в курсе аналитической химии. Химические методы анализа. Учебно-методическое пособие.- М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 72 с.
6. Окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование: практическое пособие по курсу аналитической химии./ Под. ред. В.В. Кузнецова. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 60 с.
7. Кузнецов В.В. Применение органических аналитических реагентов в анализе неорганических веществ. Учебн. пособие. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1972. – 145 с.
8. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Лаб. практикум. Под ред. Рогатинской С.Л., – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 96 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Полнотекстовые информационные ресурсы:

Издательство **ELSEVIER** на платформе Science Direct.

Доступ к коллекциям «**CHEMISTRY**» и «**CHEMICAL ENGINEERING**» (152 журнала) с 2002 г. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.sciencedirect.com>.

Издательство **American Chemical Society (ACS)**

Издает самые цитируемые химические журналы, по данным **ISI Journal Scitation Reports**. Журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://pubs.acs.org>.

Издательство **Taylor & Francis**

Более 1300 журналов по всем областям знаний, в том числе более 300 по техническим и естественным наукам. Охват с 1997 года по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.informaworld.com>.

Международная издательская компания **Nature Publishing Group (NPG)**

Доступ к журналам:

- «Nature» - с 1997 г. – наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования;
- «Nature Materials» – с 2002 г.
- «Nature Nanotechnology» – с 2006 г.
- "Nature Chemistry" – с 2010 г.

Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.nature.com>.

Издательство **SPRINGER**

Доступ к электронным архивам журналов и электронным книгам. Журналы по всем областям знаний. Адрес для работы: <http://www.springerlink.com>. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Журнал **SCIENCE**

Один из ведущих мультидисциплинарных научных журналов, публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их. Охват – с 1997 г. по настоящее время. Доступ по IP-адресам РХТУ. Адрес для работы: <http://www.science.com>.

The Royal Society of Chemistry

Полные тексты статей журналов Королевского химического общества (Великобритания) и базы данных. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Адрес: <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp>

Российская научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Электронные версии журналов российских и зарубежных научных издательств. Доступ по IP-адресам РХТУ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Журнал аналитической химии» ISSN 0044-4502
- Журнал «Analytica Chimica Acta» ISSN 0003-2670
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.rusanalytchem.ru>
- <http://www.chemical-analysis.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- видеозаписи лекций;
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 200);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 450);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ имени Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1716243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Аналитическая химия*» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Штативы химические

Химическая посуда:

Пипетки Мора (емкость 5; 10, 25 мл).

Пипетки мерные (объем 5; 10 мл).

Бюретки (объем 25 мл).

Колбы мерные (емкость 50,0; 100,0 мл).

Колбы Эрленмейера (объем 100 , 250, 500, 750, 1000 мл).

Склянки для хранения растворов (объем 0,5; 1 л).

Оборудование:

pH-метр-милливольтметр pH-420

Весы лабораторные ВЛТЭ-510С

Микровесы ВЛ-120 М

Титратор потенциометрический автоматический АТП-02

Весы аналитические ВЛ-120-200 г.

Фотометр КФК-2

Микроскоп биологический монокулярный МикроВид

Аквадистиллятор АЭ-25

Вспомогательное оборудование:

Бани водяные с электрическим подогревом.

Хроматографические колонки с ионообменником КУ-2.

Баня песочная лабораторная БП-1

Колбонагреватели КН-250

Сушилка для пробирок

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Приемы работы в микрориссталлоскопии. Методические разработки по работе с оборудованием и на приборах химического анализа.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, ноутбук, принтер и программные средства; проектор и экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки и справочные материалы доступны на учебном портале moodle.muctr.ru

[Портал аналитической химии](#) (методики, рекомендации, справочники)

<http://www.chemical-analysis.ru/>

<http://analyt.chem.msu.ru/>

Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>)

Портал Аналитическая химия в России:

<http://www.rusanalytchem.org/default.aspx>

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт №62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	нет ограничений	бессрочно
2.	Неисключительная лицензия на использование WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	нет ограничений	бессрочно
3.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook; OneDrive; Word; Excel; PowerPoint; Microsoft Teams	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

4.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook; OneDrive; Word; Excel; PowerPoint; Microsoft Teams	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с версией продукта)
5.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	1600 лицензий для активации на рабочих станциях и серверах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server Russian Edition. 20-24 VirtualServer 1 year Educational License	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для виртуальных и облачных сред	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
7.	Неисключительная лицензия на использование Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 1500-2499 MailAddress 1 year Educational License	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	2000 лицензий для почтовых серверов	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1 Идентификация ионов элементов в растворах	<i>Знает:</i> теоретические основы методов химического анализа процессы формирования аналитического сигнала в различных методах основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК <i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач <i>Владеет:</i> методологией химических методов, широко используемых в современной аналитической практике системой выбора метода качественного и количественного химического анализа оценкой возможностей методов анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа	Оценка за лабораторные работы Оценка за текущий контроль Оценка за итоговую контрольную работу
Раздел 2. Характеристика методов количественного анализа	<i>Знает:</i> теоретические основы методов химического анализа процессы формирования аналитического сигнала в различных методах основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК <i>Умеет:</i> применять приобретенные	Оценка за лабораторные работы Оценка за текущий контроль Оценка за итоговую контрольную работу

	теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач <i>Владеет:</i> методологией химических методов, широко используемых в современной аналитической практике системой выбора метода качественного и количественного химического анализа оценкой возможностей методов анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа	
Раздел 3. Спектральные методы анализа	<i>Знает:</i> теоретические основы спектральных методов анализа процессы формирования аналитического сигнала в различных методах принципы измерений в стандартных приборах основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК <i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач <i>Владеет:</i> методологией спектральных методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике системой выбора метода качественного и количественного химического анализа оценкой возможностей методов анализа основными способами метрологической обработки	Оценка за лабораторные работы Оценка за текущий контроль Оценка за итоговую контрольную работу

	результатов количественного химического анализа	
Раздел 4. Электрохимические методы анализа	<i>Знает:</i> теоретические основы электрохимических методов анализа процессы формирования аналитического сигнала в различных методах принципы измерений в стандартных приборах основы метрологии в соответствии с рекомендациями ИЮПАК <i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач <i>Владеет:</i> методологией электрохимических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике системой выбора метода качественного и количественного химического анализа оценкой возможностей методов анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа	Оценка за лабораторные работы Оценка за текущий контроль Оценка за итоговую контрольную работу
Раздел 5. Хроматографические методы. Автоматизация методов химического анализа	<i>Знает:</i> теоретические основы хроматографических методов подходы к автоматизации методов химического анализа процессы формирования аналитического сигнала в различных методах принципы измерений в стандартных приборах основы метрологии в соответствии с	Оценка за лабораторные работы Оценка за текущий контроль Оценка за итоговую контрольную работу

	рекомендациями ИЮПАК <i>Умеет:</i> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач <i>Владеет:</i> методологией хроматографических и автоматизированных методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике системой выбора метода качественного и количественного химического анализа оценкой возможностей методов анализа основными способами метрологической обработки результатов количественного химического анализа	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Инструментальные методы анализа дисперсных систем»**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

**Профиль подготовки «Теоретическая и экспериментальная
химия»**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 31 » августа 2024 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2024

Программа составлена д.х.н., заведующим кафедрой коллоидной химии Н.Н. Гавриловой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Коллоидной химии

«18» апреля 2024 г., протокол №11/1.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **04.03.01 Фундаментальная и прикладная химия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Коллоидной химии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Инструментальные методы анализа дисперсных систем»** относится к категории дисциплина по выбору учебного плана (Б1.В.ДВ.1). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам высшей математики, физики, общей и неорганической, органической, физической и коллоидной химии.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися базовых знаний в области исследования основных свойств дисперсных систем и получение умений в применении этих знаний при исследовании и синтезе реальных систем, являющихся в большинстве случаев дисперсными.

Задачи дисциплины – В задачи первой части дисциплины (раздел 1) входит рассмотрение особенностей дисперсных систем, их классификации по различным свойствам. Во второй части дисциплины (раздел 2) рассматриваются понятия поверхностной энергии и поверхностного натяжения, а также методы их расчета. В третьей части дисциплины (Раздел 3) вопросы проведения дисперсионного анализа, а также современные методы определения размеров частиц различных дисперсных материалов. В четвертой части (раздел 4) основное внимание уделяется электроповерхностным свойствам дисперсных систем, методам их определения. Пятая часть дисциплины (раздел 5) посвящена структурно-механическим свойствам дисперсных систем и реологическим методам исследования.

Дисциплина **«Инструментальные методы анализа дисперсных систем»** преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Тип задач проф. деятельности: научно-исследовательский	ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
	ПК-5 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные особенности и характеристики дисперсных систем; методы определения поверхностного натяжения и методы расчета поверхностной энергии; основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов; основные уравнения и модели, описывающие строение ДЭС; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления. типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам; экспериментальные методы определения реологических свойств дисперсных систем.

Уметь:

- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность; выбирать инструментальные методы определения поверхностного и межфазного натяжения; рассчитывать поверхностную энергию различных дисперсных материалов; составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа; проводить анализ электроповерхностных свойств дисперсных материалов; планировать эксперимент по изучению реологических свойств дисперсных систем; применять реологические модели; проводить расчет вязкости, предела текучести, прочности контактов в различных дисперсных системах.

Владеть:

- инструментальными методами определения поверхностного натяжения и поверхностной энергии; методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов; экспериментальными методами определения электрокинетического потенциала, потенциала течения и потенциала седиментации; реологическими методами исследования дисперсных систем.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	90,4	60,3
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	--	
Самостоятельная работа	1,78	64	48
Контактная самостоятельная работа	1,78	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (подготовка к лабораторным работам)		64	48
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Классификации дисперсных систем	6	2	2	2
2	Раздел 2. Поверхностная энергия	12	4	6	2
3	Раздел 3. Дисперсионный анализ	48	10	16	22
4	Раздел 4. Электроповерхностные свойства дисперсных систем	36	8	12	16
5	Раздел 5. Структурно-механические свойства дисперсных систем	42	10	12	20
	Экзамен	36			
Итого		180	32	48	64

4.2 Содержание разделов дисциплины

Инструментальные методы анализа дисперсных систем

Раздел 1. Классификации дисперсных систем

Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию, по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по размерам, классификация свободно- и связнодисперсных систем. Роль дисперсных систем в природе и химической технологии.

Количественные характеристики дисперсности: определяющий размер частиц, удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность.

Раздел 2. Поверхностная энергия

Основные отличия свойств поверхностного слоя от свойств объемных фаз. Поверхностная энергия в обобщенном уравнении I и II начал термодинамики. Природа взаимодействующих фаз и поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности.

Экспериментальные методы определения поверхностного натяжения жидкостей: методы капиллярного поднятия, метод отрыва, метод максимального давления в пузырьке, метод висящей капли, сталагмометрический метод, метод колеблющейся струи. Методы определения межфазного натяжения в системах жидкость-жидкость (метод висящей капли, метод вращающейся капли).

Отличие свойств поверхности жидких и твердых тел. Основные факторы неоднородности твердых тел. Экспериментальные методы определения поверхностной энергии твердых тел: метод нулевой ползучести, метод расщепления, метод повышенной растворимости.

Экспериментальные методы определения свободной поверхностной энергии твердых тел: метод Зисмана, Метод Оунса, Вендта, Рабеля и Кьельбле (метод ОВРК), метод Фоукса, метод Ву, метод Шульцца.

Раздел 3. Дисперсионный анализ

Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров и формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.

Инструментальные методы дисперсионного анализа и интервалы их применимости. Ситовой анализ. Седиментационный анализ. Счетчик Коултера. Физико-химические основы, преимущества и ограничения методов. Определение размеров частиц с использованием данных по дифракции и адсорбции.

Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Возможности и ограничения.

Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа. Возможности и ограничения.

Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа. Возможности и ограничения.

Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.

Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.

Методы, основанные на явлении рассеяния свет. Физическая сущность рассеяния света. Условия и виды рэлеевского рассеяния. Рассеяние малыми частицами поляризованного и неполяризованного света. Уравнение Рэля и его анализ. Форма индикатрисы рассеяния. Рассеяние поляризованного и неполяризованного света большими частицами. Причины угловой асимметрии рассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэля (уравнение Геллера). Теория Ми. Квазиупругое (динамическое) светорассеяние, фотон-корреляционная спектроскопия как метод определения размеров частиц. Методы малоуглового рассеяния.

Раздел 4. Электроповерхностные свойства дисперсных систем

Современные представления о строении ДЭС. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации. Электрокинетический потенциал. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Уравнение Хюкеля-Онзагера, уравнение Генри. Потенциал течения (эффект Квинке) и седиментации (эффект Дорна).

Экспериментальные методы определения электроповерхностных свойств дисперсных систем. Определение параметров ДЭС по данным потенциометрического титрования. Определение электрокинетического потенциала по данным электроосмоса, потенциалов течения и седиментации. Электрокинетические методы определения дзета-потенциала:

макро- и гель-электрофорез. Оптические методы определения дзета-потенциала: микроэлектрофорез и электрофоретическое рассеяние света. Электроакустические и акустические методы определения дзета-потенциала. Возможности и ограничения методов.

Раздел 5. Структурно-механические свойства дисперсных систем

Структурообразование в дисперсных системах. Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Типы и прочность контактов между частицами в структурированных дисперсных системах.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия реологии. Реологические свойства. Реологические модели идеальных тел (Гука, Сен-Венана-Кулона, Ньютона). Принципы моделирования реологических свойств реальных тел. Упруговязкие, вязкоупругие, вязкопластические тела (модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама). Время релаксации напряжения и деформации.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Тиксотропия и реопексия. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Понятие динамической и кинематической вязкости. Уравнения Эйнштейна и Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров и дисперсных систем.

Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Полная реологическая кривая. Зависимость вязкости от напряжения сдвига.

Экспериментальные методы определения вязкости. Капиллярная вискозиметрия, типы вискозиметров и условия их применения. Метод падающего шарика, основной принцип действия, аппаратное оформление метода.

Ротационный метод вискозиметрии. Различные типы ротационных вискозиметров и режимы их работы. Ультразвуковой и вибрационный методы вискозиметрии, принцип действия, аппаратное оформление.

Основная литература

1. Назаров В.В. Коллоидная химия [Текст]: Учебник / Назаров В.В. -. М.: «ДеЛи плюс», 2015. – 250 с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии [Текст]: Учебник / Фролов Ю.Г. - М.: ООО ТИД «Альянс», 2009. - 464 с.
3. Коллоидная химия. Практикум и задачник [Текст]: учебное пособие / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. - СПб.: Издательство «Лань», 2022. - 436 с.
4. Кларк, Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхард. — Москва : Техносфера, 2007. — 376 с. — ISBN 978-5-94836-121-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
5. Щукин Е.Д. [Текст]: Учебник / Щукин Е.Д. и др. – 7-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2014. - 444 с.
6. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии [Текст]: Учебник /Фридрихсберг Д.А. - Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2010. - 416с.

Дополнительная литература

1. Гаврилова Н.Н., Назаров В.В., Яровая О.В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012, 52 с.
2. Русанов А.И. Лекции по термодинамике поверхностей. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 240 с.
3. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. – 2-е изд., испр. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 568 с.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

	В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы дисциплины				
		1	2	3	4	5
	Знать:					
1.	основные особенности и характеристики дисперсных систем	+	+	+	+	+
2.	методы определения поверхностного натяжения и методы расчета поверхностной энергии	+	+			
3.	основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов.	+		+		
4.	основные уравнения и модели, описывающие строение ДЭС; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.	+			+	
5.	типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам; экспериментальные методы определения реологических свойств дисперсных систем.	+				+
	Уметь:					
6.	рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.	+				
7.	выбирать инструментальные методы определения поверхностного и межфазного натяжения; рассчитывать поверхностную энергию различных дисперсных материалов.	+	+			
8.	составлять морфологическое описание; проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований. рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа.	+		+		
9.	проводить анализ электроповерхностных свойств дисперсных материалов.	+			+	
10.	планировать эксперимент по изучению реологических свойств дисперсных систем; применять реологические модели; проводить расчет вязкости, предела текучести, прочности контактов в различных дисперсных системах.	+				+
	Владеть:					
11.	инструментальными методами определения поверхностного натяжения и поверхностной энергии	+	+			
12.	методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов	+		+		
13.	экспериментальными методами определения электрокинетического потенциала, потенциала течения и потенциала седиментации	+			+	
14.	реологическими методами исследования дисперсных систем.	+				+

	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
15.	ПК-4 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-4.1 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	+	+	+
16.	ПК-5 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ПК-5.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1. Классификации дисперсных систем (2 ак. часа)	Практическое занятие 1. (2 ч) Дисперсные материалы, их количественные характеристики. Связь размера и формы частиц с удельной поверхностью и дисперсностью.	2
2	Раздел 2. Поверхностная энергия (6 ак. часов)	Практическое занятие 2. (2 ч) Расчет поверхностной энергии для различных дисперсных систем.	2
		Практическое занятие 3. (2 ч) Инструментальные методы определения поверхностного натяжения жидкостей.	2
		Практическое занятие 4. (2 ч) Методы определения поверхностного натяжения твердых тел, методы расчета свободной энергии поверхности твердых тел.	2
3	Раздел 3. Дисперсионный анализ (16 ак. часов)	Практическое занятие 5. (2 ч) Количественные характеристики формы частиц. Статистические диаметры и способы их расчета.	2
		Практическое занятие 6. (2 ч) Оптическая микроскопия. Особенности пробоподготовки дисперсных систем. Проведение микроскопического анализа с объект-микрометром.	2
		Практическое занятие 7. (2 ч) Оптическая микроскопия. Проведение микроскопического анализа с последующей обработкой цифрового изображения.	2
		Практическое занятие 8. (2 ч). Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Особенности пробоподготовки дисперсных систем. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.	2
		Практическое занятие 9. (2 ч) Сканирующая зондовая микроскопия. Особенности пробоподготовки дисперсных систем. Составление морфологического описания.	2
		Практическое занятие 10. (2 ч) Седиментационный анализ полидисперсных	2

		систем. Кривая седиментации и ее анализ.	
		Практическое занятие 11. (2 ч) Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэлея (уравнение Геллера).	2
		Практическое занятие 12. (2 ч). Определение размеров частиц и распределения частиц по размерам по данным рассеяния света. Особенности пробоподготовки различных дисперсных систем.	2
4	Раздел 4. Электроповерхностные свойства дисперсных систем (12 ак. часов)	Практическое занятие 13. (2 ч). Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы гидрофобного золя, перезарядка поверхности. Толщина диффузного слоя и ее расчет	2
		Практическое занятие 14. (2 ч). Основные электроповерхностные свойства дисперсных систем и их определение по данным потенциометрического титрования.	2
		Практическое занятие 15. (2 ч). Определение электрокинетического потенциала по данным электроосмоса, потенциалов течения и седиментации.	2
		Практическое занятие 16. (2 ч). Электрокинетические методы определения дзета-потенциала: макро- и гель-электрофорез. Аппаратурное оформление и особенности пробоподготовки.	2
		Практическое занятие 17. (2 ч). Оптические методы определения дзета-потенциала: микроэлектрофорез и электрофоретическое рассеяние света. Аппаратурное оформление и особенности пробоподготовки.	2
		Практическое занятие 18. (2 ч). Электроакустические и акустические методы определения дзета-потенциала.	2
5	Раздел 5. Структурно-механические свойства дисперсных систем (12 ак. часов)	Практическое занятие 19. (2 ч) Принципы моделирования реологических свойств реальных тел. Идеальные реологические модели. Упруговязкие, вязкоупругие, вязкопластические тела (модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама). Время релаксации напряжения и деформации.	2
		Практическое занятие 20. (2 ч)	2

	Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров	
	Практическое занятие 20. (2 ч) Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры.	2
	Практическое занятие 20. (2 ч) Капиллярная вискозиметрия, типы вискозиметров и условия их применения.	2
	Практическое занятие 20. (2 ч) Метод падающего шарика, основной принцип действия, аппаратное оформление метода.	2
	Практическое занятие 20. (2 ч) Различные типы ротационных вискозиметров и режимы их работы. Ультразвуковой и вибрационный методы вискозиметрии, принцип действия, аппаратное оформление.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Инструментальные методы анализа дисперсных систем» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Инструментальные методы анализа дисперсных систем» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося бакалавриата в объеме 64 ч в семестре и 36 ч для подготовки к экзамену для очной формы. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Примеры контрольных вопросов для самостоятельной подготовки

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов?
2. По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры дисперсных систем.
3. Какие поверхностные явления изучает коллоидная химия?
4. Что является мерой гетерогенности и степени раздробленности дисперсных систем?
5. Какими параметрами характеризуют степень раздробленности и какова связь между ними?
6. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется?
7. Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
8. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел?
9. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия?
10. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом наибольшего давления пузырька воздуха? Положительным или отрицательным будет избыточное давление в жидкости на границе с воздушным пузырьком?

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 15 баллов.

Пример задания по контрольной работе №1

1. Приведите классификацию дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсионной среды и дисперсной фазы и классификацию по размерам. Приведите примеры
2. Приведите факторы неоднородности твердых тел. Каким образом может быть рассчитана свободная энергия твердого тела методом Зисмана?
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 200 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 12% масс. и дисперсностью 2 мкм^{-1} при температуре 20°C . Плотность бензола $\rho = 0,858 \text{ г/см}^3$, межфазное натяжение $\sigma = 28 \text{ мДж/м}^2$, $d\sigma/dT = -0,13 \text{ мДж/(м}^2\cdot\text{K)}$.

Пример задания по контрольной работе №2

1. Приведите численные характеристики формы частиц. Какие данные необходимы для определения формы частиц?

2. Опишите принцип действия оптического микроскопа, приведите его схематичное изображение. Укажите его основные характеристики: увеличение микроскопа и предел разрешающей способности. От каких параметров зависят эти характеристики? Какая информация указана на объективах?

3. Определите удельную поверхность (в $\text{м}^2/\text{кг}$) монодисперсного порошка BaSO_4 . Сферические частицы этого порошка полностью оседают в водной среде с высоты 0,189 м за 1100 с. Плотность BaSO_4 равна 4500 кг/м^3 , вязкость воды примите равной $1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.

Пример задания по контрольной работе №3

1. Что собой представляет электрокинетический потенциал? От чего зависит его знак и величина. В ответе используете схему строения ДЭС согласно теории Штерна.
2. Оптические методы определения дзета-потенциала: микроэлектрофорез и электрофоретическое рассеяние света. Аппаратурное оформление и особенности пробоподготовки.
3. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану $2,1 \text{ мл/мин}$, удельная электропроводность раствора $\kappa_v = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$, поверхностная проводимость $\kappa_s = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$, вязкость раствора $\eta = 1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$, сила тока $9,5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$, диэлектрическая проницаемость раствора $\varepsilon = 80,1$.

Пример задания по контрольной работе №4

1. Назовите простейшие идеальные реологические модели (элементы). Как зависят деформации этих моделей от приложенной нагрузки?
2. Метод падающего шарика, основной принцип действия, аппаратное оформление метода.
3. По нижеприведенным данным постройте график зависимости деформации тела γ от времени τ при действии на него постоянного напряжения сдвига P , а также после его снятия ($P = 0$). Определите, какая составная реологическая модель соответствует этим зависимостям и рассчитайте значения вязкости тела и время релаксации деформации. Величина модуля упругости составляет $6 \cdot 10^4 \text{ Па}$.

P = 350 Па								
$\tau, \text{с}$	15	30	60	120	240	480	960	1200
$\gamma \cdot 10^3$	0,34	0,66	1,24	2,22	3,6	4,98	5,71	5,79
P = 0								
$\tau, \text{с}$	1200	1230	1260	1320	1440	1680	2160	2400
$\gamma \cdot 10^3$	5,79	5,13	4,55	3,58	2,22	0,85	0,12	0,048

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса, ответы на вопросы 1 и 2 представляют собой изложение теоретического материала, тогда как ответ на вопрос 3 предполагает решение задачи. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамена)

1. Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию, по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по размерам, классификация свободно- и связнодисперсных систем.
2. Количественные характеристики дисперсности: определяющий размер частиц, удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность.
3. Основные отличия свойств поверхностного слоя от свойств объемных фаз. Поверхностная энергия в обобщенном уравнении I и II начал термодинамики.
4. Природа взаимодействующих фаз и поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности.
5. Экспериментальные методы определения поверхностного натяжения жидкостей: методы капиллярного поднятия, метод отрыва, метод максимального давления в пузырьке, метод висящей капли, сталагмометрический метод, метод колеблющейся струи.
6. Методы определения межфазного натяжения в системах жидкость-жидкость (метод висящей капли, метод вращающейся капли).
7. Отличие свойств поверхности жидких и твердых тел. Основные факторы неоднородности твердых тел. Экспериментальные методы определения поверхностной энергии твердых тел: метод нулевой ползучести, метод расщепления, метод повышенной растворимости.
8. Экспериментальные методы определения свободной поверхностной энергии твердых тел: метод Зисмана, Метод Оунса, Вендта, Рабеля и Кьельбле (метод ОВРК), метод Фоукса, метод Ву, метод Шульцга.
9. Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров и формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.
10. Ситовой анализ как метод дисперсионного анализа и интервал его применимости. Физико-химические основы, преимущества и ограничения
11. Седиментационный анализ как метод дисперсионного анализа и интервал его применимости. Физико-химические основы, преимущества и ограничения
12. Счетчик Коултера как метод дисперсионного анализа и интервал его применимости. Физико-химические основы, преимущества и ограничения
13. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Возможности и ограничения.
14. Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа. Возможности и ограничения.
15. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа. Возможности и ограничения.
16. Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа.
17. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.
18. Физическая сущность рассеяния света. Условия и виды рэлеевского рассеяния. Рассеяние малыми частицами поляризованного и неполяризованного света. Уравнение Рэлея и

его анализ. Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэлея (уравнение Геллера).

19. Квазиупругое (динамическое) светорассеяние, фотон-корреляционная спектроскопия как метод определения размеров частиц. Методы малоуглового рассеяния.

20. Современные представления о строении ДЭС. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации.

21. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Уравнение Хюкеля-Онзагера, уравнение Генри.

22. Определение параметров ДЭС по данным потенциометрического титрования. Возможности и ограничения методов.

23. Определение электрокинетического потенциала по данным электроосмоса, потенциалов течения и седиментации. Возможности и ограничения методов.

24. Электрокинетические методы определения дзета-потенциала: макро- и гель-электрофорез. Возможности и ограничения методов.

25. Оптические методы определения дзета-потенциала: микроэлектрофорез и электрофоретическое рассеяние света. Возможности и ограничения методов.

26. Электроакустические и акустические методы определения дзета-потенциала. Возможности и ограничения методов. Возможности и ограничения методов.

27. Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Типы и прочность контактов между частицами в структурированных дисперсных системах.

28. Реологические модели идеальных тел (Гука, Сен-Венана-Кулона, Ньютона). 29. Принципы моделирования реологических свойств реальных тел. Упруговязкие, вязкоупругие, вязкопластические тела (модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама). Время релаксации напряжения и деформации.

29. Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Тиксотропия и реопексия.

30. Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела.

31. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Понятие динамической и кинематической вязкости. Уравнения Эйнштейна и Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров и дисперсных систем.

32. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Полная реологическая кривая. Зависимость вязкости от напряжения сдвига.

33. Экспериментальные методы определения вязкости. Капиллярная вискозиметрия, типы вискозиметров и условия их применения.

34. Экспериментальные методы определения вязкости Метод падающего шарика, основной принцип действия, аппаратное оформление метода.

35. Ротационный метод вискозиметрии. Различные типы ротационных вискозиметров и режимы их работы.

36. Ультразвуковой и вибрационный методы вискозиметрии, принцип действия, аппаратное оформление.

Примеры задач

Примеры задач по всем основным разделам программы приведены в учебном пособии Коллоидная химия. Практикум и задачник. / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2022. - 434 с.

1. Рассчитайте размер частиц ZnO , зная, что их растворимость на 7 % (масс.) больше растворимости крупных кристаллов. Межфазное натяжение при 298 К примите равным 960 мДж/м^2 , плотность ZnO $5,60 \text{ г/см}^3$. Молярная масса оксида цинка составляет $81,4 \text{ г/моль}$.

2. Рассчитайте полную поверхностную энергию 7 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 75 % мас. и дисперсностью 1 мкм^{-1} при температуре 353 К. Плотность бензола составляет $0,858 \text{ г/см}^3$, межфазное натяжение $26,13 \text{ мН/м}$, температурный коэффициент межфазного натяжения примите $d\sigma/dT = -0,13 \text{ мДж/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

3. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $NaCl$ с концентрацией $c_0 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$ (индифферентный электролит), $T = 293 \text{ К}$, $\varepsilon = 80,1$, $\varphi_\delta = 0,03 \text{ В}$.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

Экзамен по дисциплине «Инструментальные методы анализа дисперсных систем» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ В.В. Назаров «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра коллоидной химии
	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
	Инструментальные методы анализа дисперсных систем
Билет № 1	
1. Отличие свойств поверхности жидких и твердых тел. Основные факторы неоднородности твердых тел.	
2. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.	
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 200 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 12% масс. и дисперсностью 2 мкм^{-1} при температуре 20°C . Плотность бензола $\rho = 0,858 \text{ г/см}^3$, межфазное натяжение $\sigma = 28 \text{ мДж/м}^2$, $d\sigma/dT = -0,13 \text{ мДж/(м}^2 \cdot \text{К)}$.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Назаров В.В. Коллоидная химия [Текст]: Учебник / Назаров В.В. - М.: «Делли плюс», 2015. – 250 с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии [Текст]: Учебник / Фролов Ю.Г. - М.: ООО ТИД «Альянс», 2009. - 464 с.
3. Коллоидная химия. Практикум и задачник [Текст]: учебное пособие / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. - СПб.: Издательство «Лань», 2019. - 436 с.
4. Кларк, Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхард. — Москва : Техносфера, 2007. — 376 с. — ISBN 978-5-94836-121-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
5. Щукин Е.Д. [Текст]: Учебник / Щукин Е.Д. и др. – 7-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2014. - 444 с.
6. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии [Текст]: Учебник /Фридрихсберг Д.А. - Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2010. - 416с.

Б. Дополнительная литература

1. Гаврилова Н.Н., Назаров В.В., Яровая О.В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012, 52 с.
2. Русанов А.И. Лекции по термодинамике поверхностей. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 240 с.
3. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. – 2-е изд., испр. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 568 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

1. Коллоидный журнал ISSN: 0023-2912.
<http://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/kolloidnyj-zhurnal>.
2. Журнал физической химии. ISSN: 0044-4537.
<https://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/zhurnal-fizicheskoy-himii/>
3. Advances in Colloid and Interface Science. ISSN: 0001-8686.
<https://www.journals.elsevier.com/advances-in-colloid-and-interface-science>.
4. Journal of Interface and Colloid Science. ISSN: 0021-9797.
<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-colloid-and-interface-science>.
5. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. ISSN: 0927-7757.
<https://www.journals.elsevier.com/colloids-and-surfaces-a-physicochemical-and-engineering-aspects>.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect

<http://www.sciencedirect.com>.

- Издательство American Chemical Society (ACS)
<http://pubs.acs.org>.
- Международная издательская компания NaturePublishingGroup (NPG)
<http://www.nature.com>.
- Издательство Wiley-Blackwell
<http://www3.interscience.wiley.com>.
- Издательство SPRINGER
<http://www.springerlink.com>.
- Журнал SCIENCE
<http://www.science.com>
- Российская научная электронная библиотека
<http://www.elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов 234);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Инструментальные методы анализа дисперсных систем» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная и семинарская учебная аудитория, оборудованные традиционной учебной доской и/или электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Учебные лаборатория поверхностных явлений и лаборатория дисперсных систем (для демонстрации оборудования для исследования основных характеристик дисперсных систем), оснащенные установками (приборы) для определения поверхностного и межфазного натяжений, установки для определения краевых углов, в том числе гониометры ЛК-1 с программным обеспечением для обработки данных, установки для определения электрокинетического потенциала методом электрофореза, ротационные вискозиметры, капиллярные вискозиметры с насосом вакуумным N86 KN18.KNF, оптические микроскопы Биомед-5 с цифровой камерой Livenhuk, спектрофотометры однолучевые СФ-102, фотометры фотоэлектрические КФК-3-01, торсионные весы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-наглядные пособия не предусмотрены

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Классификации дисперсных систем	<i>Знает:</i> основные особенности и характеристики дисперсных систем; методы определения поверхностного натяжения и методы расчета поверхностной энергии; <i>Умеет:</i> - рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность; выбирать инструментальные методы определения поверхностного и межфазного натяжения; рассчитывать поверхностную энергию различных дисперсных материалов; <i>Владеет:</i> - инструментальными методами определения поверхностного натяжения и поверхностной энергии;	оценка за контрольную работу №1. Оценка за экзамен.
Раздел 2. Поверхностная энергия	<i>Знает:</i> - основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов). <i>Умеет:</i> - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений. <i>Владеет:</i> - методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.	Оценка за контрольную работу №1, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.

Раздел 3. Дисперсионный анализ	<i>Знает:</i> - основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов; <i>Умеет:</i> - составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа; <i>Владеет:</i> - методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов;	Оценка за контрольную работу №2, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 4. Электроповерхностные свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - основные уравнения и модели, описывающие строение ДЭС; - природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления. <i>Умеет:</i> - проводить анализ электроповерхностных свойств дисперсных материалов; <i>Владеет:</i> - экспериментальными методами определения электрокинетического потенциала, потенциала течения и потенциала седиментации;	Оценка за контрольную работу №3, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.
Раздел 5. Структурно-механические свойства дисперсных систем	<i>Знает:</i> - типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; - классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам; - экспериментальные методы определения реологических свойств дисперсных систем. <i>Умеет:</i> - планировать эксперимент по изучению реологических свойств дисперсных систем; - применять реологические модели; - проводить расчет вязкости, предела текучести, прочности контактов в различных дисперсных системах. <i>Владеет:</i> - реологическими методами исследования дисперсных систем.	Оценка за контрольную работу №4, оценки за выполнение лабораторных работ. Оценка за экзамен.

:

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Инструментальные методы анализа дисперсных систем»

основной образовательной программы
04.03.01 Фундаментальная и прикладная химия
код и наименование направления подготовки (специальности)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: *Комарницкая Елена Анатольевна*
Проректор по образованию,
Ректорат

Подписан: 29:08:2025 11:49:20