

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

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по науке

РХТУ им. Д.И. Менделеева

А.А. Щербина

«16» мая 2022 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1.4.4. Физическая химия

Москва 2022 г

Программа составлена заведующим кафедры физической химии к.х.н. О.А. Райтманом.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии «25» апреля 2022 г. протокол № 11.

## Общие положения

Программа вступительных испытаний по научной специальности 1.4.4. Физическая химия разработана учетом требований к поступающим, определёнными правилами приема.

Цель проведения экзамена - оценка уровня знаний поступающих в области научной специальности 1.4.4. Физическая химия для отбора наиболее подготовленных поступающих для обучения по программам подготовки научных и научно- педагогических кадров в аспирантуре.

Задачей вступительного испытания в аспирантуру является оценка уровня владения специальной дисциплиной.

### Разделы программы

1. Форма проведения вступительного испытания.
2. Язык проведения вступительного испытания.
3. Содержание вступительного испытания.
4. Структурированное по разделам (областям) содержание вступительного испытания.
5. Шкала оценивания и фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания вступительного испытания
6. Типовые задания, вопросы, иные материалы для проведения вступительного испытания.
7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию.

### **1. Форма проведения вступительного испытания.**

Вступительное испытание проводится в устной форме.

### **2. Язык проведения вступительного испытания.**

Язык проведения экзамена – русский.

### **3. Содержание вступительного испытания.**

1. Оценка соответствия содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, оценка владение понятийным аппаратом, аргументированность выводов и доказательств, ясность, четкость и логика изложения материала.

2. Применение полученных теоретических знаний к решению практических вопросов химической технологии, способность к аналитической

деятельности; системность мышления и систематичность знания, гибкость и самостоятельность мышления.

#### **4. Структурированное по разделам (предметным областям) содержание вступительного испытания.**

Агрегатные состояния вещества. Основы химической термодинамики.

Химическое равновесие.

Термодинамические свойства однокомпонентных систем.

Фазовые равновесия в однокомпонентных системах

Термодинамика растворов.

Свойства предельно разбавленных растворов.

Термодинамическое описание отклонений от идеальности растворов неэлектролитов.

Фазовые равновесия многокомпонентных систем.

Растворы электролитов.

Электрохимические системы.

Кинетика химических реакций.

Цепные реакции.

Фотохимия.

Катализ.

#### **5. Критерии оценки.**

Билет состоит из 2 вопросов, каждый из вопросов оценивается в 40 баллов.

Ответы на дополнительные вопросы оцениваются в 20 баллов.

Шкала оценивания:

<b>Ответ на вопросы билета</b>	Всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, не до конца усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, практически не усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии
Количество баллов	40	30	20	10

## 6. Примерный перечень вопросов для экзамена

1. I закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Внутренняя энергия и энтальпия системы. Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные параметры.

2. Химическое равновесие. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа. Химическое сродство. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа. Методы расчета термодинамической константы равновесия.

3. II закон термодинамики. Формулировка второго начала термодинамики. Изменение энтропии в процессах с идеальным газом. Изменение энтропии при химических реакциях. Изменение энтропии при обратимых фазовых переходах первого рода.

4. Третье начало термодинамики. Тепловая теорема Нернста и постулат Планка. Расчет абсолютных значений энтропии. Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики.

5. Электрохимические системы. Двойной электрический слой. Электрод, электродный процесс. Типы электрохимических систем. Электродвижущая сила гальванического элемента, электродный потенциал. Вывод и анализ уравнения Нернста.

6. Кинетика химических реакций. Основные понятия и определения формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, кинетическая кривая и кинетическое уравнение. Константа скорости и порядок реакции. Реакции нулевого, первого, второго, n-го порядков. Методы определения порядка реакции.

7. I закон термодинамики. Тепловой эффект химического процесса. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Термохимия. Закон Гесса. Экспериментальные методы определения тепловых эффектов химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, уравнение Кирхгофа.

8. II закон термодинамики. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии направления и предела протекания процессов. Зависимости энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от естественных переменных. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Расчет изменения стандартных энергий Гиббса и Гельмольца в химических реакциях при различных температурах.

9. II закон термодинамики. Химический потенциал компонента системы. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава. Свойства химического потенциала. Химический потенциал

идеального газа. Реальные газы. Химический потенциал реального газа. Фугитивность, коэффициент фугитивности.

10. Кинетика химических реакций. Кинетика сложных реакций. Принцип независимости элементарных реакций. Обратимые реакции. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Лимитирующая стадия процесса. Квазиравновесные стадии процесса.

11. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Термодинамическая (стандартная) и эмпирическая константы химического равновесия. Способы выражения состава равновесной смеси, соотношения между эмпирическими константами равновесия  $K_p$ ,  $K_c$ ,  $K_x$ . Влияние температуры на константу химического равновесия.

12. Катализ. Основные понятия и определения. Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Селективность действия катализатора.

13. Фотохимические реакции. Взаимодействие света с веществом. Механизм активации. Закономерности фотохимических реакций, квантовый выход. Сенсibilизированные реакции. Фотосинтез.

14. Диаграммы фазового равновесия в бинарных системах. Диаграммы "P-X", "T-X", "состав пара-состав жидкости" для идеальных растворов. Азеотропы. Законы Гиббса-Коновалова. Разделение растворов методом дистилляции и ректификации.

15. Растворы неэлектролитов. Коллигативные свойства разбавленных растворов. Относительное понижение давления пара растворителя. Понижение температуры начала замерзания раствора. Повышение температуры начала кипения растворов. Осмос, осмотическое давление.

16. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Типы фазовых переходов. Диаграмма фазовых равновесий для однокомпонентной системы. Тройная и критические точки. Уравнение Клапейрона. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

17. Растворы электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации. Теория активности растворов электролитов. Коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Правило ионной силы.

18. Растворы неэлектролитов. Идеальные растворы, закон Рауля. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические функции смешения идеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, закон Генри.

19. Растворы неэлектролитов. Классификации растворов. Парциальные мольные величины, уравнения Гиббса-Дюгема. Методы определения парциальных мольных величин.

20. Формулировка первого начала термодинамики. Теплоемкость веществ. Теплоемкость идеальных газов, взаимосвязь  $c_p$  и  $c_v$ . Зависимость теплоемкости от температуры.

#### **7. Список рекомендуемой литературы**

1. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. М.: Химия, 2012, 840 с.
2. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 2009, 479 с.