

**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**

«17»

*Щербина*

20 22 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1.4.13. Радиохимия

Москва 2022 г

Программа составлена Магомедбековым Э.П., к.х.н., доц., заведующим кафедрой химии высоких энергий и радиоэкологии.

Программа рассмотрена и одобрена на расширенном заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе и кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии «13» апреля 2022 г. протокол № 2.

## Общие положения

Программа вступительных испытаний по научной специальности 1.4.13. Радиохимия разработана учетом требований к поступающим, определёнными правилами приема.

Цель проведения экзамена - оценка уровня знаний поступающих в области научной специальности 1.4.13. Радиохимия 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, в частности способности поступающего понимать особенности поведения радиоактивных изотопов в ультрамалых концентрациях в растворе, газе и твердой фазе, распределение их между фазами в процессах соосаждения, адсорбции, ионного и изотопного обмена, электрохимии, а также вопросы синтеза меченных соединений и применение радиоактивных изотопов в науке, промышленности и медицине.

### 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 владения 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.**

Поведения радионуклидов в растворах больших разведений. Классификация процессов соосаждения. Изотопные, специфические и неспецифические носители и области их применения.

Изоморфная и изодиморфная сокристаллизация. Основные закономерности сокристаллизации. Распределение микрокомпонента между фазами. Константа Хлопина. Коэффициент кристаллизации  $D$ . Линейный и логарифмический законы распределения, условия сокристаллизации. Факторы, влияющие на коэффициент кристаллизации. Образование смешанных кристаллов Гримма. Понятие об аномально смешанных кристаллах.

Изотопный обмен. Механизм и кинетика изотопного обмена. Идеальный изотопный обмен и его закономерности. Роль изотопного обмена в радиохимии.

Общие положения метода «меченых» атомов. Применение радионуклидов в качестве «меченых» атомов. Выбор изотопов, их радиохимическая чистота, расчет необходимой активности. Синтез меченых соединений.

Радиоаналитические методы: радиоактивационный анализ, изотопное разведение, радиометрическая корректировка, радиометрическое титрование. Их достоинства и недостатки. Применение субстехиометрического выделения.

Применение радионуклидов в различных областях науки: в физической химии, в органической химии, в биологии и физической биологии, в геологии, в медицине и др.

Нейтрализация положительных ионов свободными, сольватированными электронами и отрицательными ионами. Образование возбужденных состояний при нейтрализации. Особенности реакций положительных и отрицательных ионов в конденсированном состоянии.

Реакции возбужденных молекул. Распад, присоединение, изомеризация. Методы исследования возбужденных состояний.

Свободные радикалы. Образование радикалов при превращениях ионов и возбужденных молекул. Реакции распада и изомеризации радикалов. Реакции радикалов с молекулами (перенос атома, присоединение по двойным связям). Окислительно-восстановительные реакции радикалов. Рекомбинация и диспропорционирование. Влияние термодинамических параметров на эффективность процессов рекомбинации и диспропорционирования. Методы исследования и определения радикалов. ЭПР, импульсные методы, люминесценция. Акцепторы радикалов и химические методы определения выхода радикалов.

## 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:

Ответ на вопросы билета	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. Предмет радиационной химии. Исторические этапы развития радиационной химии.
2. Сопоставление радиационной химии и фотохимии.
3. Общая схема элементарных процессов. Ионизация. Возбужденные состояния.
4. Ион-молекулярные реакции. Ион-молекулярные столкновения и время жизни ион-молекулярных комплексов.
5. Сечения реакций и константы скоростей. Факторы, влияющие на скорость реакций.
6. Конкурирующие реакции. Реакции переноса заряда. Протонное сродство. Перенос  $H^+$  и  $H$ . Перенос ионов галоидов.
7. Захват электронов и образование отрицательных ионов. Электронное сродство. Простой и диссоциативный захват.

8. Особенности реакций положительных и отрицательных ионов в конденсированном состоянии.

9. Реакции возбужденных молекул. Распад, присоединение, изомеризация.

10. Реакции возбужденных молекул. Методы исследования возбужденных состояний.

11. Что такое радиохимия. Перечислить и кратко описать 4 раздела радиохимии.

12. Три особенности радиохимии из которых вытекает необходимость работы с малыми концентрациями радионуклидов. Перечислить сложности, возникающие при работе с микроконцентрациями радионуклидов

13. Что такое соосаждение радиоактивных элементов? Механизмы процесса соосаждения. Перечислить и дать характеристику трем видам носителей (что это такое, области применения, недостатки).

14. Что такое сокристаллизация? Перечислить четыре вида сокристаллизации. Подробно описать изоморфную сокристаллизацию (что такое изоморфные вещества, для чего используется изоморфная сокристаллизация, граница смешиваемости, величина  $D$  (коэффициента кристаллизации) для изоморфных веществ).

15. Истинные и псевдоколлоиды (размеры, причины образования). Свойства радиоколлоидов, используемые для изучения их образования в растворах.

16. Изучение диализа (устройство ячейки, принцип действия, уравнение определения процента коллоидообразования)

17. Метод ультрафильтрации и центрифугирования (принцип действия, уравнения определения процента коллоидообразования).

18. Аэрозоли (определение, размеры, естественные и искусственные радиоаэрозоли). Меры борьбы с образованием аэрозолей в лаборатории радиохимии.

19. Закономерности хроматографии с иллюстрациями и факторы влияния на эти закономерности. Практическое применение хроматографии в радиохимии и преимущества перед осадительными методами.

20. Что такое экстракция. Достоинства метода. Основные понятия и определения в экстракции

## **7. Список рекомендуемой литературы**

1. И.И. Жерин, Г.Н. Амелина. Основы радиохимии, методы выделения и разделения радиоактивных элементов: учеб. пособие. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 196 с.

2. Начала радиационной химии. Элементарные процессы радиолиза. Учебное пособие / В.М. Бяков, С.В. Степанов, Э.П. Магомедбеков. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012 г. - 169 с.