

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР**  
**«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**  
(ФИЦ КНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФИЦ КНЦ РАН по научной работе,  
кандидат биологических наук



 Е.А. Боровичев

11 января 2023 г.

**ПРОГРАММА**  
**ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ**  
**ДИСЦИПЛИНЕ**

Образовательная программа высшего образования – программа  
магистратуры по направлению **04.04.01 Химия**  
Направленность (профиль) – **Неорганическая химия**

Апатиты  
2023

## ВВЕДЕНИЕ

Программа предназначена для поступающих в магистратуру ФИЦ КНЦ РАН по направлению 04.04.01 Химия, направленность (профиль) – Неорганическая химия.

Поступающий должен показать знания программного содержания теоретических дисциплин, иметь представление о фундаментальных работах в избранной области, ориентироваться в проблематике дискуссий и критических взглядов ведущих ученых по затрагиваемым вопросам, уметь логично излагать материал, показать навыки владения исследовательским аппаратом применительно к области специализации и сфере деятельности.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СДАЧЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В МАГИСТРАТУРУ

*Поступающие в магистратуру должны продемонстрировать:*

- глубокие теоретические знания в области избранного направления подготовки;
- достаточно полное представление об источниках, фундаментальных работах и последних достижениях науки в данной области;
- способность ориентироваться в дискуссионных проблемах избранного направления подготовки;
- способность владением понятийно-исследовательским аппаратом применительно к выбранному направлению;
- умение логично, аргументировано излагать материал.

## КРИТЕРИИ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ

Оценка "отлично" ставится, если абитуриент:

- дает исчерпывающий ответ, демонстрирует знание альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, отечественного и зарубежного опыта;
- умеет аргументировать свою точку зрения, делать самостоятельные выводы и рекомендации;
- владеет терминологией и безошибочно раскрывает содержание используемых терминов, грамотно, литературно, логично излагает материал.

Оценка "хорошо" ставится, если абитуриент:

- дает полный ответ на поставленные вопросы, демонстрирует знание основных альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, отечественного и зарубежного опыта;
- владеет основными нормативными материалами по анализируемой проблеме;
- умеет аргументировать ключевые положения ответа, делать самостоятельные выводы и рекомендации;
- в целом, владеет терминологией, но в отдельных случаях не может раскрыть содержание используемых терминов, грамотно, логично излагает материала.

Допускается 1-2 незначительные ошибки, фактические и/или смысловые.

Оценка "удовлетворительно" ставится, если абитуриент:

- дает недостаточно полный ответ, демонстрирует знание отдельных, не всегда наиболее важных альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, не имеет системных представлений об отечественном и зарубежном опыте;
- не владеет основными нормативными материалами по анализируемой проблеме;
- испытывает серьезные затруднения при попытках аргументировать ключевые положения ответа, сделать самостоятельные выводы и рекомендации;

- недостаточно владеет терминологией и часто испытывает затруднения при определении содержания используемых терминов;
- в целом способен логично изложить материал, однако допускает существенные ошибки с точки зрения логической последовательности.  
Допускается не более 3-4 ошибок, фактических и/или смысловых.

**Оценка "неудовлетворительно" ставится, если абитуриент:**

- дает ответ, который носит фрагментарный характер, не знает альтернативных точек зрения по анализируемой проблеме, имеет поверхностные представления об отечественном и зарубежном опыте;
- не владеет нормативными материалами по анализируемой проблеме;
- не в состоянии аргументировать ключевые положения ответа, сделать самостоятельные выводы и рекомендации;
- не владеет терминологией, не способен определить содержание используемых терминов;
- не может логично изложить материал.

## **РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЯ**

### **Аналитическая химия**

1. Газовая хроматография: газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты, носители. Схема газового хроматографа. Области применения.
2. Жидкостная хроматография: виды жидкостной хроматографии, преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема хроматографа: насосы, колонки, типы детекторов. Области применения.
3. Ионообменная хроматография: классификация ионообменников. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Ионная хроматография, особенности свойств сорбентов для ионной хроматографии. Области применения ионообменной хроматографии.
4. Потенциометрия: прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Измерение потенциала, электроды-индикаторный и сравнения. Классификация ионоселективных электродов. Применение.
5. Вольтамперометрия: индикаторные электроды - ртутный электрод и твердые электроды. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Потенциал полуволны. Виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая.
6. Кулонометрия: теоретические основы, закон Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования. Общая характеристика электрогравиметрических методов.
7. Молекулярная абсорбционная спектрофотометрия, закон Бугера-Ламберта-Бера. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические). Способы получения окрашенных соединений. Способы определения концентрации веществ. Метод прямой и дифференциальной спектрометрии.
8. Классификация видов люминесценции - флуоресценция и фосфоресценция. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина, квантовый и энергетический выход, закон Вавилова. Количественный анализ люминесцентным методом. Аналитические возможности метода. Определение следов неорганических и органических компонентов.
9. Атомно-эмиссионный метод. Источники атомизации и возбуждения:

электрические разряды, пламена, плазменные источники, лазеры. Физические и химические процессы в атомизаторах, помехи, способы их устранения. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

10. Атомно-абсорбционный метод. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Количественный анализ с помощью атомно-абсорбционного метода. Метрологические характеристики и применение.

11. Методы атомной рентгеновской спектроскопии. Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгеноабсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Примеры использования.

12. Масс-спектрометрия (МС): классификация. МС с индуктивно-связанной плазмой. Хромато-масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ, элементный и изотопный анализ.

13. Классификация ядерно-физических методов. Радионуклиды, виды радиоактивного распада, основное уравнение радиоактивного распада. Источники и приемники радиоактивного излучения. Активационный анализ. Метод изотопного разбавления, методы, основанные на излучении естественных изотопов.

14. Представительность пробы: проба и объект анализа, проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ.

15. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа посредством растворения в различных средах. Способы разложения пробы путем сплавления и спекания. Способы разложения пробы под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

### **Физическая химия**

1. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема.
2. Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса.
3. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
4. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем.
5. Изотерма Вант-Гоффа. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при химической реакции.
6. Определение скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения.
7. Необратимые реакции первого, второго и третьего порядков. Определение константы скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции.
8. Первый закон термодинамики. Соотношения между работой, теплотой и изменением внутренней энергии для изотермического, изохорного, изобарного и изотермического процессов.
9. Закон Гесса и его следствия.
10. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа.
11. Теория Аррениуса, её положения и недостатки. Элементы электрохимической цепи. Классификация цепей и электродов.

12. Электропроводность электролитов, электрокапиллярные явления. Двойной слой и потенциал нулевого заряда.
13. Три основных уравнения электрохимической кинетики. Явления массопереноса.
14. Фазовая точка и фазовое пространство. Свойства суммы по состояниям. Определение термодинамических характеристик с использованием суммы по состояниям.
15. Линейный закон и соотношение взаимности Онзагера. Скорость приращения энтропии и функция диссипации. Уравнение Глансдорфа – Пригожина.

### **Коллоидная химия**

1. Основные понятия, объекты и определения коллоидной химии. Дисперсность, удельная поверхность, обобщенное уравнение 1 и 2 закона термодинамики. Классификация дисперсных систем.
2. Адсорбция и поверхностное натяжение: основные определения теории адсорбции, способы ее выражения основные адсорбционные зависимости, поверхностная активность энергетические параметры сорбции.
3. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Уравнения Дюпре, Юнга и Дюпре-Юнга. Натекание, оттекание и растекание.
4. Адсорбция паров и газов на однородной поверхности. Моно- и полимолекулярная адсорбция. Закон Генри, теории Ленгмюра и БЭТ. Энергетика и кинетика адсорбции. Хемосорбция. Критерии определения природы сорбции.
5. Пористые тела и их характеристики. Пикнометрия. Способы получения морфология пористых тел.
6. Капиллярная конденсация: виды пор и типы изотерм. Распределение пор по размерам. Теория объемного заполнения микропор.
7. Экспериментальные методы определения равновесной сорбции.
8. Адсорбция поверхностно-активных веществ.
9. Современные взгляды на строение и свойства гелей.
10. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем
11. Способы изучения пористой структуры твердых тел
12. Взаимосвязь между капиллярными явлениями и капиллярной конденсацией и сорбции газов на пористых телах
13. Сопоставление физической адсорбции газов и ионного обмена
14. Получение изотерм адсорбции и их использование.
15. Сопоставление адсорбции на однородной поверхности и на пористых телах.

### **Химическая технология**

1. Методы обогащения полезных ископаемых. Подготовка концентратов для проведения технологического процесса.
2. Получение серной кислоты контактным способом.
3. Фосфорсодержащее сырье, получение фосфорной кислоты (термической и экстракционной).
4. Производство суперфосфата и комплексных минеральных удобрений, содержащих фосфор.
5. Производство азота и водорода для синтеза аммиака.
6. Азотная кислота и способы её получения.
7. Получение хлора, соляной кислоты, натриевой щелочи.

8. Топливо, как сырье для химических производств. Переработка твердого топлива физическими и химическими способами.
9. Жидкое топливо и способы его переработки физическими способами (на примере перегонки нефти).
10. Органический синтез. Синтез на основе окиси углерода (формальдегид, метиловый спирт).
11. Получение ацетилен, его применение.
12. Получение ацетальдегида и уксусной кислоты.
13. Получение бутадиена 1,3 и изопрена.
14. Получение бензола и толуола.
15. Химико-технологический процесс (ХТП). Основные показатели ХТП.

### Рекомендуемая литература

#### *Основная литература:*

1. Александрова, Э.А. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2-х т. Т. 2. Физико-химические методы анализа / Э.А. Александрова. - М.: Колос, 2011. – 352 с.
2. Алов, Н.В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2-х т.: Учебник / Н.В. Алов. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 768 с.
3. Артемов, А.В. Физическая химия: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А.В. Артемов. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 288 с.
4. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2013. - 206 с.
5. Зенкевич, И.Г. Аналитическая химия. В 3-х т. Т. 3. Химический анализ: Учебник для студ. высших учебных заведений / И.Г. Зенкевич. - М.: ИЦ Академия, 2010. - 368 с.
6. Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.
7. Касаткина, И.В. Физическая химия: Учебное пособие / И.В. Касаткина, Т.М. Прохорова, Е.В. Федоренко. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 251 с.
8. Москвин Л.Н., Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии/ Л.Н . Москвин, О.В. Родинков - Долгопрудный: Интеллект, 2011.- 348 с.
9. Стромберг, А.Г. Физическая химия: Учеб. для хим. спец. вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. - М.: Высш. шк., 2009. - 527 с.
10. Сумм, Б.Д. Коллоидная химия: Учебник для студентов учреждений высших учебных заведений / Б.Д. Сумм. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 240 с.
11. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2-х т. Т. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: Учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. - М.: Высш. шк., 2010. - 559 с.
12. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2-х т.Т. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: Учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. - М.: Высш. шк., 2010. - 615 с.
13. Хаханина, Т.И. Аналитическая химия: Учебное пособие для бакалавров / Т.И. Хаханина, Н.Г. Никитина. - М.: Юрайт, ИД Юрайт, 2012. - 278 с.
14. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия: Учебник для бакалавров / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. - М.: Юрайт, 2013. - 444 с.

*Дополнительная литература:*

1. Андреев, Л.А. Физическая химия: Лабораторный практикум. № 1429 / Л.А. Андреев, М.В. Астахов, Б.С. Бокштейн. - М.: МИСиС, 2011. - 126 с.
2. Бесков, В.С. Общая химическая технология. Учебник для вузов. М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. 452 с.
3. Валова, (Копылова) В Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Практикум / (Копылова) В.Д. Валова. - М.: Дашков и К, 2013. - 200 с
4. Игнатенков В.И., Бесков В.С. Примеры и задачи по общей химической технологии: Учеб. пособие для вузов. М.: ИКЦ "Академкнига". 2005. 198 с.
5. Кристиан, Г. Аналитическая химия. В 2-х т. Аналитическая химия / Г. Кристиан. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2012. - 1128 с.
6. Попков, В.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для бакалавров / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; Под ред. Ю.А. Ершов. - М.: Юрайт, 2012. - 560 с.
7. Сычев, С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем: Учебное пособие / С.Н. Сычев, В.А. Гаврилина. - СПб.: Лань, 2013. - 256 с.
8. Химическая технология: учебное пособие / Сайкова С.В. Красноярск: КрасГУ, 2005.-191 с.