

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(НИЯУ МИФИ)**

**Программа вступительного испытания  
по научной специальности  
1.4.4 «Физическая химия»**

Форма обучения  
очная

**Москва, 2023**

## Общие положения

### **Форма проведения испытания:**

Вступительное испытание по научной специальности 1.4.4. «Физическая химия» проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

### **Структура испытания:**

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

### **Оценка испытания:**

Оценка за собеседование выставляется по 100-балльной шкале. Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе – 60 баллов.

### **Критерии оценки результатов испытания:**

100-90 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

89-80 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

79-70 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

69-60 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

59-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

**Программа вступительного испытания**  
**Научная специальность 1.4.4 «Физическая химия»**

**I. Элементы химической термодинамики**

Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные.

Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры.

Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах.

Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.

Химическое равновесие. Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции.

**Литература**

1. М. Х. Карапетьянц. Химическая термодинамика : М: Книжный дом Либроком, 2013.
2. В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. Основы общей и физической химии. Долгопрудный: Интеллект. 2012.
3. Р. Р. Салем. Физическая химия. Термодинамика. М: Физматлит, 2011

**II. Растворы**

Различные типы растворов. Способы выражения состава растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение.

Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричная и несимметричная системы отсчета.

Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Зонная плавка. Осмотические явления. Парциальные мольные величины, их определение для бинарных систем. Уравнение Гиббса – Дюгема.

Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства.

**Литература**

1. В.И.Горшков. Основы физической химии. М.: Бином. 2011.
2. А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. Физическая химия : учебник для вузов, М.: Высшая школа, 2009.

### **III. Химическая кинетика**

Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции.

Феноменологическая кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций.

Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях.

Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул. Теория активных столкновений. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Путь и координата реакции. Статистический расчет константы скорости. Энергия и энтропия активации. Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости.

Фотохимические и радиационно-химические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон Эйнштейна – Штарка.

### **Литература**

1. В.В. Буданов. Химическая кинетика. М.: Лань, 2014.
2. Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. Физическая химия. Учебник. М.: Юрайт. 2014.
3. В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. Основы общей и физической химии. Долгопрудный: Интеллект. 2012.

### **IV. Аналитическая химия**

Классификация методов анализа по объектам, по цели (идентификация, измерение), по природе аналитического сигнала, по способу выполнения (физические и физико-химические).

Метрологические основы химического анализа. Аналитический сигнал. Абсолютные и относительные методы анализа. Способы определения содержания веществ по данным аналитических измерений (метод градуировочного графика, метод стандартов). Основные требования, предъявляемые к количественным методам анализа: погрешность,

правильность, воспроизводимость, точность, предел обнаружения, чувствительность, избирательность, селективность.

Роль стандартных образцов в химических измерениях. Стандартные образцы I и II разряда, методы их создания и метрологической аттестация.

Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки. Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для конкретного вида анализа. Методы разделения компонентов.

Статистическая обработка результатов измерений.

Химические методы количественного анализа: титриметрия, комплексонометрия, гравиметрия.

Основы инструментальных (физических и физико-химических) методов анализа: спектральные, хроматография, масс-спектрометрия, электрохимия.

### **Литература**

1. Основы аналитической химии (под ред. Ю.А. Золотова). В двух книгах. Общие вопросы. Методы разделения. Методы химического анализа. М.: Высшая школа. 2004.
2. З. Марченко, М. Бальцежак. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. М.: Бинوم. 2009.
3. К. Доерффель. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994.

### **V. Радиохимия**

Исторические предпосылки к созданию и развитию основ радиохимии и разработке на ее основе многочисленных инновационных наукоемких технологий.

Стабильные и радиоактивные изотопы. Виды радиоактивных излучений и их свойства. Ядерные превращения и их запись. Правила сдвига. Зона устойчивости

Основные типы ядерных реакций при взаимодействии вещества с быстрыми заряженными частицами. Энергетические эффекты, эффективное сечение. Работы Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) в области синтеза и идентификации сверхтяжелых элементов. Получение короткоживущих изотопов на циклотронах.

Взаимодействие нейтронов с веществом. Реакция деления. Цепная ядерная реакция. Критическая масса

### **Литература**

1. И.Н. Бекман. Радиоактивность и радиация. Радиохимия. Том I. МО:Щелково. 2011.

2. И.Н. Бекман. Радиоактивные элементы. Радиохимия. Том II. МО:Щелково. 2014.
3. И.Н. Бекман. Экологическая радиохимия и радиозэкология. Радиохимия. Том VI. МО:Щелково. 2015.