

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана Химического факультета,
д.х.н., проф.


/С.С. Карлов /
«13» февраля 2025 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

**(для осуществления приема на обучение по
образовательным программам высшего образования -
программам подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре)**

1.4.1 Неорганическая химия

Программа утверждена
Ученым советом факультета
(протокол № 1 от 13 февраля 2025 г.)

Москва - 2025

I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Настоящая программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности *1.4.1. Неорганическая химия (химические науки)* предназначена для осуществления приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и содержит основные темы и вопросы к экзамену, список основной и дополнительной литературы и критерии оценивания.

II. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные понятия квантовой механики, применяемые для описания двух- и многоатомных молекул: волновая функция, стационарное уравнение Шредингера, положительное и отрицательное перекрывание, водородоподобные орбитали, орбитальная аппроксимация.

Молекулярные орбитали как линейная комбинация атомных орбиталей (МО-ЛКАО). Симметрия и форма орбиталей. Типы химической связи. Основы теорий кристаллического поля и поля лигандов. Энергия стабилизации кристаллическим полем и катионное распределение. Эффект Яна-Теллера.

Ионная модель строения кристаллов, константа Маделунга, энергия ионной решетки. Цикл Борна-Габер. Зонная структура кристаллов, уровень Ферми. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие.

2. Первый и второй законы термодинамики. Равновесие, химический потенциал. Энергия Гиббса. Правило фаз. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.

Гомогенный и гетерогенный катализ. Примеры важнейших промышленных каталитических процессов. Ферменты. Ингибирование химических реакций.

Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз.

Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH. Кислоты и основания, суперкислоты. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Кислоты и основания Льюиса.

Интерметаллические соединения (ИМС). Факторы, определяющие состав и структуру ИМС: электрохимический, размерный, электронная концентрация. Важнейшие структурные типы ИМС, полиэдры Франка-Каспера. Валентные соединения, соединения Курнакова, фазы Лавеса, электронные соединения, фазы Цинтля. Свойства ИМС и их связь с электронной структурой.

3. Периодический закон. Строение Периодической системы. Основные закономерности в изменении свойств элементов по группам и периодам, диагональное сходство. Особенности s, p, d и f элементов.

Положение s-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления.

Положение p-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Металлы и неметаллы. Характерные степени окисления, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства основных классов соединений.

Положение d-элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления.

Комплексы d-элементов: общие понятия, номенклатура, изомерия, термодинамическая и кинетическая устойчивость. Химическая связь в комплексных соединениях, теория кристаллического поля. Понятие о механизмах реакций комплексных соединений. Полиядерные комплексы, кластеры, гетерополисоединения.

Положение f-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Сходство и отличие 4f и 5f элементов.

Основные методы разделения и очистки веществ. Элементы и их применение в промышленности и технике. Представление о биологической роли элементов и их токсичности.

4. Основные методы синтеза неорганических соединений. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза.

Основные методы исследования неорганических соединений. Методы изучения кристаллического строения твердых тел. Дифракция рентгеновских лучей. Закон Брэгга. Электронная микроскопия: принципы и возможности сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Спектральные методы: колебательная спектроскопия, ИК- и КР- спектры; спектроскопия видимого излучения и УФ-спектроскопия. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР), масс-спектрометрические методы. Локальный рентгеноспектральный анализ, атомно-эмиссионная спектроскопия.

III. РЕФЕРАТ ПО ИЗБРАННОМУ НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ

Реферат по избранному направлению подготовки представляет собой обзор литературы по теме будущего научного исследования и позволяет понять основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Реферат включает титульный лист,

содержательную часть, выводы и список литературных источников. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. В отзыве к реферату предполагаемый научный руководитель дает характеристику работы и рекомендуемую оценку, входящую в общий экзаменационный балл.

IV. ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Вопрос 1. Закономерности по группам и периодам периодической таблицы в изменении строения, химических и физических свойств водородных соединений элементов.

Вопрос 2. Сравнительная характеристика свойств простых оксидов 3d-элементов.

Вопрос 3. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

V. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ОСНОВНАЯ

1. М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков. Неорганическая химия. Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии. - М.: Изд. центр «Академия», 2004. - 240 с.

2. А.В. Шевельков, А.А. Дроздов, М.Е. Тамм. Неорганическая химия. М.: Лаборатория знаний. 2021.

3. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Неорганическая химия. Т. 2. Химия непереходных элементов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2004. - 368 с.

4. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Неорганическая химия. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 1. Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2007. - 352 с.

5. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Неорганическая химия. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 2. Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2007. - 400 с.

6. Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. М.: Мир. 2004.

7. Дж. Хьюи. Неорганическая химия, Л., Химия, 1986.

8. Арутюнян Н.А. Теория и практика создания функциональных металлических материалов / Н.А. Арутюнян, С.Ф. Дунаев. – М.: «Сам Полиграфист», 2022

9. В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савранский, А.Д. Гарновский. Координационная химия. М.: Академкнига, 2007.

2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

- 2001
1. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш.школа.
 2. А. Драго. Физические методы в химии, М., Мир, 1981.
 3. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. В 2 частях. М.: Мир, 1988.
 4. Соколовская Е.М. Металлохимия / Е.М. Соколовская, Л.С. Гузей. – М.: Изд-во МГУ, 1986.

V. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень знаний поступающих в аспирантуру МГУ оценивается по десятибалльной шкале. Вступительное испытание считается пройденным, если абитуриент получил семь баллов и выше. При отсутствии поступающего на вступительном экзамене в качестве оценки проставляется неявка. Результаты сдачи вступительных экзаменов сообщаются поступающим в течение трех дней со дня экзамена путем их размещения на сайте и информационном стенде структурного подразделения.

Критерии и показатели оценивания ответа на вступительном экзамене по специальности поступающих в аспирантуру Химического факультета МГУ

Вступительный экзамен по специальности в аспирантуру химического факультета проводится в устной форме, по экзаменационным билетам, и состоит из 3х вопросов (2х вопросов по различным разделам программы вступительного экзамена и вопроса по реферату).

	0	Нет ответа ни на один из трех заданных вопросов, либо отказ от ответа.
Минимальный уровень знаний	1	Отсутствуют ответы на оба заданных теоретических вопроса, существенные недочеты при изложении темы реферата, выявленные при его экспертной оценке, либо указанные в отзыве.
	2	Отсутствуют ответы на оба заданных теоретических вопроса, незначительные недочеты при изложении темы реферата, выявленные при его экспертной оценке, либо указанные в отзыве.
Низкий уровень знаний	3	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, фрагментарный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).

	4	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, неполный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
Средний уровень знаний	5	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, полный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
	6	Неполные ответы на оба заданных теоретических вопроса, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
Достаточный уровень знаний	7	Полные ответы на оба заданных теоретических вопроса, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, либо незначительные недочеты при изложении темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
	8	Полные ответы на оба заданных теоретических вопроса, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, либо незначительные недочеты при изложении темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
Высокий уровень знаний	9	Исчерпывающие ответы на все заданные вопросы, свободное владение материалом, имеются недочеты при сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, либо незначительные недочеты при изложении темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
	10	Исчерпывающие ответы на все заданные вопросы, свободное владение материалом, грамотные сопоставление и анализ сведений из различных разделов программы, уверенное владение темой реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).

VI. АВТОРЫ

1. д.х.н., проф. А.В. Шевельков
2. д.х.н., проф. С.Ф. Дунаев
3. д.х.н., проф. А.В. Яценко
4. д.х.н., проф. М.Н. Румянцева
5. к.х.н., доц. Е.Г. Кабанова
6. д.х.н., проф. Е.А. Гудилин