

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. И. ГЕРЦЕНА

Программа вступительного испытания
по специальной дисциплине
«Неорганическая химия»

**для поступления на программу подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре**

по научной специальности
1.4.1 Неорганическая химия

Санкт-Петербург
2023

Структура вступительного испытания

Цель вступительного испытания

Оценка уровня теоретических и практических знаний, умений и навыков абитуриентов, поступающих в аспирантуру по кафедре неорганической химии (факультет химии РГПУ им. А. И. Герцена) на научную специальность «1.4.1 — Неорганическая химия».

Задачи

- проверка владения фундаментальными основами предмета неорганической химии;
- проверка умения применять теоретические знания на практике (решение теоретических и экспериментальных задач);
- оценка общего уровня теоретической подготовки абитуриента и его психологической готовности к обучению в системе образования (система подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре РГПУ им. А. И. Герцена) в соответствии с требованиями, традиционно предъявляемыми к обучающимся.

Основные требования к уровню подготовки

Абитуриент должен знать:

- фундаментальные законы химической науки;
- содержание основополагающих разделов неорганической химии;
- методы теоретического прогнозирования свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева;

иметь представление:

- о связи неорганической химии с другими разделами химической науки;
- о современных аналитических методах идентификации неорганических соединений;

владеть навыками:

- экспериментальной работы в лаборатории неорганического синтеза;
- использования современных информационных технологий для обработки и представления результатов собственной экспериментальной деятельности в области неорганической химии в виде реферата, доклада, статьи и тезисов.

Программа вступительного испытания (основное содержание)

Химия непереходных элементов

Водород

Положение водорода в Периодической системе элементов. Характерные степени окисления. Описание электронного строения молекулы водорода по методу ВС и методу МО. Промышленные и лабораторные способы получения водорода. Физические и химические свойства водорода. Гидриды: характер химической связи и свойства.

Общая характеристика металлов

Особенности строения металлов. Особенности физических свойств металлов. Формы нахождения металлов в природе. Общие методы получения металлов.

Химические свойства металлов: взаимодействие металлов с простыми окислителями, водой, кислотами, щелочами, солями. Коррозия, методы защиты от коррозии.

Элементы I и II групп Периодической системы

Особенности строения атомов. Особенности физических свойств металлов I и II групп. Химические свойства простых веществ. Соединения: оксиды, пероксиды, гидроксиды, гидриды. Строение, свойства, получение. Соли, свойства и применение.

Надпероксиды и озониды элементов I группы: строение, свойства, получение. Амфотерность гидроксида бериллия.

Элементы XIII группы Периодической системы

Электронное строение атомов, характерные степени окисления, сравнительная характеристика свойств атомов. Сравнительная характеристика строения простых веществ, образованных элементами XIII группы.

Бор: получение, физические и химические свойства. Простейшие борводороды: получение, свойства. Электронное строение диборана. Оксид бора, борные кислоты, галогениды бора – химические свойства. Тетраборат натрия: получение, свойства, гидролиз.

Алюминий. Получение и химические свойства металла. Применение алюминия в металлургии. Оксид и гидроксид алюминия, химические свойства. Соли алюминия.

Подгруппа галлия. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ.

Соединения Ga(III), In(III) и Tl(III): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Свойства соединений Tl(I).

Элементы XIV группы Периодической системы

Электронное строение атомов, характерные степени окисления, сравнительная характеристика свойств атомов. Сравнительная характеристика строения простых веществ, образованных элементами XIV группы.

Углерод. Аллотропия углерода. Физические и химические свойства различных аллотропных модификаций углерода.

Оксид углерода (II): электронное строение молекулы, получение, физические и химические свойства. Карбонилы металлов. Оксид углерода (IV): электронное строение молекулы, получение, физические и химические свойства. Свойства водного раствора диоксида углерода. Гидролиз карбонатов и гидрокарбонатов.

Циановодородная кислота, цианиды: электронное строение, физические и химические свойства, получение. Дициан: электронное строение, физические и химические свойства. Циановая и тиоциановая кислоты: электронное строение, физические и химические свойства, получение. Цианаты и тиоцианаты.

Водородные соединения элементов XIV группы: электронное строение молекул, получение, физические и химические свойства.

Кремний. Электронное строение атома, валентные возможности, характерные степени окисления. Получение, физические и химические свойства кремния. Диоксид кремния: физические и химические свойства. Кремниевые кислоты, силикаты: строение и свойства. Соединения кремния с галогенами, свойства, получение.

Олово. Электронное строение атома, валентные возможности, характерные степени окисления. Получение и свойства металла. Отношение к воде, водным растворам кислот и щелочей. Оксиды и гидроксиды олова (II) и (IV), их химические свойства, α - и β -оловянные кислоты.

Свинец. Электронное строение атома, валентные возможности, характерные степени окисления. Получение и свойства металла. Отношение к воде, водным растворам кислот и щелочей. Оксиды и гидроксиды свинца (II) и (IV), их химические свойства. Сурик: строение и химические свойства.

Элементы XV группы Периодической системы

Электронное строение атомов, характерные степени окисления, сравнительная характеристика свойств атомов. Сравнительная характеристика строения простых веществ,

образованных элементами XV группы.

Азот. Электронное строение молекулы азота. Физические и химические свойства молекулярного азота. Проблема связывания атмосферного азота и пути ее решения.

Аммиак: электронное строение молекулы, получение в промышленности и в лаборатории, физические и химические свойства. Соли аммония: термическая устойчивость, гидролиз.

Гидразин и гидросиламин: электронное строение молекул, получение, физические и химические свойства. Сравнительная характеристика основных и окислительно-восстановительных свойств аммиака, гидразина и гидросиламина. Соли аммония, гидразиния, гидросиламиния: их гидролиз.

Азидоводород: электронное строение молекулы, физические и химические свойства.

Оксиды азота (I), (II) и (IV): электронное строение молекул, получение, физические и химические свойства. Рассмотреть понятия валентности и степени окисления на примере соединений азота.

Оксид азота (III) и азотистая кислота: электронное строение молекул, методы получения, физические и химические свойства. Нитриты: окислительно-восстановительные свойства, гидролиз. Сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений элементов XV группы в степени окисления +3.

Оксид азота (V) и азотная кислота: электронное строение молекул, кислотные и окислительные свойства. Получение азотной кислоты в промышленности. Нитраты: термическая устойчивость и окислительные свойства.

Фосфор. Электронное строение атома, валентные возможности, характерные степени окисления. Аллотропия фосфора. Физические и химические свойства различных аллотропных модификаций.

Фосфин: электронное строение молекулы, физические и химические свойства. Соединения фосфора с галогенами: электронное строение, химические свойства.

Оксиды фосфора (III) и (V): электронное строение молекул, физические и химические свойства. Фосфорноватистая, фосфористая и ортофосфорная кислоты: электронное строение молекул, сравнение их окислительно-восстановительных свойств. Взаимные переходы между фосфорными кислотами. Гидролиз фосфатов и гидрофосфатов. Полифосфорные кислоты.

Мышьяк: электронное строение атома, характерные степени окисления. Получение, строение и химические свойства простого вещества. Арсин: электронное строение молекулы, физические и химические свойства. Реакция Марша. Соединения мышьяка (III) и (V) с кислородом, серой, галогенами – химические свойства.

Сурьма: электронное строение атома, характерные степени окисления. Получение и химические свойства металла. Стибин: электронное строение молекулы, физические и химические свойства. Соединения сурьмы (III) и (V) с кислородом, серой, галогенами – химические свойства. Гидролиз галогенидов сурьмы.

Висмут: электронное строение атома, характерные степени окисления. Получение и химические свойства металла. Гидролиз солей висмута (III). Соединения висмута (V): получение и химические свойства. Сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений мышьяка, сурьмы и висмута в высшей степени окисления.

Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута (III) и (V). Характер химической связи, получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Тиосоли: получение и химические свойства.

Элементы XVI группы Периодической системы

Электронное строение атомов, характерные степени окисления, сравнительная характеристика свойств атомов (радиус, энергия ионизации, сродство к электрону). Сравнительная характеристика строения простых веществ, образованных элементами XVI группы.

Кислород. Электронное строение атома, валентные возможности, характерные степени

окисления. Электронное строение молекулы дикислорода и озона. Промышленные и лабораторные способы получения. Сравнение физических и химических свойств молекулярного кислорода и озона.

Классификация оксидов и их свойства. Соединения, содержащие кислород в положительной степени окисления: электронное строение, получение, свойства.

Пероксид водорода: строение молекулы, получение, термическая устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Пероксиды металлов: получение и свойства. Пероксокислоты серы: получение и свойства.

Вода. Электронное строение молекулы. Водородная связь, ее влияние на физические свойства воды. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства воды. Взаимодействие металлов с водой. Аквакомплексы металлов, свойства координированной воды.

Сера. Аллотропия серы. Получение, физические и химические свойства серы.

Сероводород – электронное строение молекулы, получение, физические и химические свойства. Кислотно-основные свойства сульфидов, их гидролиз. Основы применения сероводорода в анализе. Полисульфиды: получение, строение и химические свойства.

Оксид серы (IV). Электронное строение молекулы. Способы получения, физические и химические свойства. Кислотные и окислительно-восстановительные свойства водного раствора диоксида серы.

Сульфиты: строение, получение, химические свойства. Хлорангидрид сернистой кислоты, его гидролиз. Тиосерная кислота и тиосульфаты: строение, получение, химические свойства.

Оксид серы (VI). Электронное строение молекулы, способы получения, физические и химические свойства.

Серная кислота: электронное строение молекулы, методы промышленного получения, кислотные и окислительные свойства. Олеум, полисерные кислоты. Хлорангидрид серной кислоты, его гидролиз.

Политионовые кислоты.

Селен. Электронное строение атома, валентные возможности, характерные степени окисления. Аллотропия селена. Физические и химические свойства простого вещества.

Селеноводород: электронное строение молекулы, физические и химические свойства. Соединения селена(II), получение и свойства.

Оксиды селена (IV) и (VI). Электронное строение. Способы получения, физические и химические свойства. Селенистая и селеновая кислота: строение молекул, способы получения, физические и химические свойства. Селениты и селенаты: способы получения, физические и химические свойства. Галогениды селена (IV) и (VI).

Теллур. Электронное строение атома, валентные возможности, характерные степени окисления. Физические и химические свойства простого вещества. Теллуrowодород: электронное строение молекулы, физические и химические свойства. Соединения теллура(II), получение и свойства.

Оксиды теллура (IV) и (VI). Электронное строение. Способы получения, физические и химические свойства. Теллуrowая кислота: строение молекул, способы получения, физические и химические свойства. Теллуриты и теллураты: способы получения, физические и химические свойства. Галогениды теллура (IV) и (VI).

Элементы XVII группы Периодической системы

Электронное строение атомов, характерные степени окисления, сравнительная характеристика свойств атомов (радиус, энергия ионизации, сродство к электрону). Получение простых веществ. Сопоставление физических и химических свойств простых веществ – галогенов.

Интергалогениды: строение молекул, химические свойства. Равновесия в водных растворах галогенов. Условия смещения равновесий. Взаимодействие галогенов с водными растворами щелочей на холоде и при нагревании.

Галогеноводороды. Способы получения галогеноводородов. Сопоставление физических и химических свойств галогеноводородов (температуры плавления и кипения, термическая устойчивость, кислотные и восстановительные свойства). Галогениды: строение и свойства. Полигалогениды: строение и свойства.

Оксиды галогенов. Строение молекул, получение и свойства.

Кислородные кислоты галогенов. Строение молекул, получение и свойства.

Элементы XVIII группы Периодической системы

Особенности строения атомов элементов XVIII группы. Инертные газы, история открытия. Свойства инертных газов. Практическое применение. Соединения инертных газов, фториды, гидраты окисей, окиси инертных газов.

Химия переходных элементов

Элементы III группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ. Соединения Sc(III), Y(III) и Ac(III): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение.

Элементы IV группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ. Металлоподобные соединения.

Соединения Ti(IV), Zr(IV) и Hf(IV): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Свойства соединений Ti(III).

Элементы V группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ. Металлоподобные соединения.

Соединения ванадия, ниобия и тантала в степенях окисления (II), (III), (IV) и (V): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение.

Элементы VI группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ.

Соединения хрома, молибдена и вольфрама в степенях окисления (0), (II), (III) и (VI): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Кластерные соединения.

Элементы VII группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ.

Соединения марганца, рения и технеция в степенях окисления (0), (II), (IV), (VI) и (VII): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение.

Элементы VIII группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ. Соединения железа, рутения и осмия в степенях окисления (0), (IV), (VI) и (VIII): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение.

Свойства соединений Fe(II) и Fe(III).

Элементы IX группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ.

Соединения кобальта, родия и иридия в степенях окисления (0) и (III): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Свойства соединений Co(II). Свойства соединений Rh (IV, VI) и Ir(IV, VI).

Элементы X группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ.

Соединения никеля, палладия и платины в степенях окисления (0), (II), (IV) и (VI): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Свойства соединений Ni(III).

Элементы XI группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ.

Соединения меди, серебра и золота в степенях окисления (I) и (III): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Свойства соединений Cu(II).

Элементы XII группы Периодической системы

Общая характеристика изменения атомных свойств элементов. Сравнительная характеристика химических свойств простых веществ.

Соединения Zn(II), Cd(II) и Hg(II): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Свойства соединений Hg(I).

Процедура проведения вступительного испытания

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса. Время на подготовку ответа – 45 мин. При подготовке к ответу можно пользоваться Периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева. Во время подготовки к ответу поступающий делает записи на листе ответа. Согласно структуре вопросов билета, на листе ответа необходимо: кратко представить план ответа, представить схемы химических процессов, написать уравнения химических реакций, характеризующие кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства веществ, основные способы получения веществ, указав условия протекания реакций и т.п.

Пример экзаменационного билета

1. Оксиды галогенов. Строение молекул, получение и свойства.
2. Соединения Ti(IV), Zr(IV) и Hf(IV): сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, получение. Свойства соединений Ti(III).

Критерии оценивания

	Критерии	Баллы
1	Полнота ответа (количество элементов знаний): Сформированность теоретических знаний (знание теоретических основ вопросов, терминологии, теорий, законы закономерностей); сформированность практических знаний и умений применять знания для решения прикладных задач.	2 2
2	Системность усвоенных знаний и умений	2
3	Гибкость знаний (обоснованный выбор и применение химического знаний для решения прикладных задач в заданных условиях).	2
4	Аргументированность ответов.	1
5	Сформированность мотивации абитуриентов к исследовательской деятельности.	1
	Итого	10

Рекомендуемая литература

основная:

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. – М.: Лань, 2020
2. Гончаров Е. Г. Краткий курс теоретической неорганической химии. – М.: Лань, 2017
3. Росин И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. – М.: Издательство Юрайт, 2020.
4. Суворов А. В.; Никольский А. Б. Общая и неорганическая химия в 2 т. – М.: Издательство Юрайт, 2019.

дополнительная:

1. Князев Д. А., Смартыгин С. Н. Неорганическая химия в 2 ч. – М.: Издательство Юрайт, 2017.
2. Лидин Р. А. Химические свойства неорганических веществ. – М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2014.
3. Мартынова Т. В., Супоницкая И. И. Неорганическая химия. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018.
4. Тоуб М., Берджесс Дж. Механизмы неорганических реакций. – М.: Лаборатория знаний, 2021

Составитель:

заведующая кафедрой неорганической химии, д.х.н, профессор Т. Б. Бойцова