

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстикова

2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
по научной специальности 1.4.1. Неорганическая химия

1. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Темы дисциплины в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации	Код и содержание компетенции	Оценочные материалы (виды и количество)	
1	2	3	4	
1.	Строение атома. Периодическая система	ПК-1 - готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской и теоретической работы в соответствии с паспортом научной специальности по неорганической химии, к получению экспериментальных результатов, в том числе практически важных и новых, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.4.1. Неорганическая химия. ПК-2 - способность использовать современную научную аппаратуру и методы, необходимые при выполнении научных исследований в области неорганической химии; проводить синтез и анализ различных объектов неорганической химии, соединений, материалов; выявлять взаимосвязи между составом, строением и свойствами неорганических соединений.	Устные ответы на практических занятиях. Работа при обсуждение лекционного материала	
2.	Химическая связь		Работа при обсуждение лекционного материала. Подготовка 2-3 типовых задач по тематике лекции	
3.	Комплексные соединения			
4.	Термодинамика и кинетика			
5.	Фазовые диаграммы неорганических систем			Подготовка анализа авторефератов по построению фазовых диаграмм
6.	Неорганический синтез			Работа с наукометрическими/ библиографическими базами, анализ 2-3 статей по тематикам учебных встреч
7.	Химия s-, p-элементов			
8.	Химия d-, f-элементов			
9.	Методы исследования неорганических соединений			
10.	Промежуточная аттестация 5 семестр Кандидатский экзамен			Вопросы к экзамену

2. Виды и характеристика оценочных средств

Устные ответы. Используются преподавателем для получения быстрой обратной связи от обучающихся по рассматриваемым темам; показывают вовлеченность в обсуждаемый материал.

Работа с базами данных. Оценивается умение находить статьи/монографии по тематикам дисциплины; выделение обучающимися ключевых моментов публикаций.

Работа с авторефератами. Оценивается проведенный анализ авторефератов по тематике дисциплины.

Вопросы к экзамену. Устное собеседование служит для оценки теоретической подготовки обучающегося, знания фактического материала, грамотного использования химической и общенаучной терминологии; владение категориальным аппаратом неорганической химии; умения находить и объяснять взаимосвязи экзаменационного вопроса с темой диссертационного исследования.

3. Оценочные средства

Кандидатский экзамен сдается по завершению изучения дисциплины "Неорганическая химия" в формате устного собеседования. Каждый экзаменационный билет содержит 5 вопросов, в т.ч. один вопрос по содержанию (теоретическим разделам и экспериментальной части) частично выполненной кандидатской диссертации.

Для проведения кандидатского экзамена утверждается состав комиссии по приему экзамена «Неорганическая химия». Нормативы времени: на подготовку ответа – не более 60 мин; на ответ аспиранта – не более 60 мин. При ответе обучающийся может пользоваться записями, сделанными при подготовке ответов. Кандидатский экзамен проводится в соответствии с установленными требованиями и по заранее утвержденному расписанию.

Процедура проведения экзамена предусматривает дополнительные вопросы по тем же или другим разделам программы, не вошедшим в экзаменационный билет. Каждый вопрос билета оценивается в максимум 1 балл, итого за весь ответ аспирант может набрать 5 баллов.

Критерии оценки результатов кандидатского экзамена

Оценка «отлично» (5 баллов) ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;
- безошибочное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить основные проблемы сформулированных в билетах вопросов;
- безошибочное знание фактического материала;
- историографические знания в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «хорошо» (4 балла) ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное использование в ответах экономической и общенаучной терминологии;
- проблемное изложение сформулированных в билетах вопросов;
- отдельные ошибки при изложении фактического материала;
- неполнота изложения историографических сведений в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) ставится за:

- недостаточное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;
- недостаточное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить только одну из проблем, сформулированных в билетах вопросов;
- ошибки при изложении фактического материала;
- поверхностные историографические знания в рамках вопросов билета;
- нарушение логичности и связности ответа.

Оценка «неудовлетворительно» (2 балла) ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой химической и общенаучной терминологии;
- описательное изложение сформулированных в билетах вопросов, неумение обозначить и изложить проблемы;
- грубые ошибки при изложении фактического материала;
- незнание историографии вопросов билета;
- неумение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- нарушение логичности, связности ответа.

Вопросы для кандидатского экзамена (формируют 1-4 вопросы билета):

1. Основные представления о строении атома. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Квантовые числа. s-, p-, d- и f-Атомные орбитали. Распределение электронов по атомным орбиталиям. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Электронное строение атомов и молекул. Атомные и молекулярные орбитали.

2. Электронные конфигурации и термы атомов. Правило Хунда. Электронная плотность. Распределение электронной плотности в двухатомных молекулах. Корреляционные орбитальные диаграммы.
3. Современная формулировка Периодического закона. Закон Мозли. Структура Периодической Системы. Периоды и группы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности.
4. Периодичность изменения свойств простых веществ и основных химических соединений (оксидов, гидроксидов, галогенидов, сульфидов, карбидов).
5. Природа химической связи и ее характеристики (длина, энергия, направленность, полярность, кратность). Основные типы химической связи (кратко охарактеризуйте их и приведите примеры соединений).
6. Основные положения метода валентных связей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.
7. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей и исследования распределения электронной плотности. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридизация. Электронная корреляция в атомах и молекулах.
8. Основные положения метода молекулярных орбиталей. Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы молекулярных орбиталей гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул.
9. Ионная модель строения кристаллов. Ненаправленность и ненасыщаемость ионных взаимодействий. Ионный радиус. Таблицы ионных радиусов по Поллингу и Шеннону.
10. Кристаллическая решетка. Основные типы кристаллических структур. Структурные типы неорганических соединений. Энергия ионной решетки. Константа Маделунга.
11. Строение молекул простых и координационных неорганических соединений. Полиядерные комплексные соединения.
12. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия. Молекулярные комплексы. Ван-дер-Ваальсовы молекулы. Кластеры атомов и молекул. Супермолекулы и супрамолекулярная химия.
13. Природа водородной связи. Ее типы. Значение водородной связи. Влияние на свойства соединений.
14. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Поверхность Ферми. Различные типы проводимости. Колебания в кристаллах. Фононы. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников. Узкозонные и широкозонные полупроводники. Приведите примеры соединений различных классов с полупроводниковыми свойствами.
15. Основные понятия координационной теории. Различные типы классификаций, номенклатура и изомерия комплексных соединений.
16. Образование координационных соединений с позиций ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Устойчивость комплексов в растворах. Факторы, влияющие на устойчивость.
17. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Чугаева.
18. Основные положения теории кристаллического поля. Расщепление d- орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.

19. Энергетическая диаграмма молекулярных орбиталей комплексных соединений. σ - и π -донорные и акцепторные лиганды. Оптические и магнитные свойства комплексных соединений.
20. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. Транс-влияние, цис-эффект. Внутрисферные реакции лигандов. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.
21. Основные понятия термодинамики. Система, виды систем. Термодинамические переменные, температура, параметры состояния системы, интенсивные и экстенсивные переменные. Компонент системы. Независимый компонент. Понятие фазы. Уравнения состояния.
22. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Формула Кирхгофа.
23. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно – Клаузиуса. Различные шкалы температур.
24. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца.
25. Двухкомпонентные системы. Разнообразие фазовых диаграмм неорганических систем.
26. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода.
27. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Реакции переменного порядка.
28. Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации.
29. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия. Гомогенный и гетерогенный катализ. Кислотно-основной катализ.
30. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Основные промышленные каталитические процессы.
31. Образование химических соединений в неорганических системах. Стехиометрия и нестехиометрия неорганических соединений. Различия и сходства дальтонидов, бертоллидов и твердых растворов. Интерметаллиды. Соединения Курнакова.
32. Прямой и косвенный синтез соединений из простых веществ. Приведите методики получения каждым методом не менее трех неорганических соединений разных классов.
33. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез. Механохимическая активация в твердофазном синтезе.
34. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Синтез при воздействии высоких температур, высоких давлений; синтеза в вакууме, на воздухе, в инертной атмосфере.
35. Методы выращивания монокристаллов и их классификация. Приведите не менее трех методик выращивания монокристаллов соединений различных классов.

36. s-элементы в Периодической системе. Электронная конфигурация. Характерные степени окисления. Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Гидриды и их классификация. Окислительно-восстановительные свойства водорода. Пероксид водорода: строение, окислительно-восстановительные свойства.
37. Сравнение элементов IA и IIA группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Особенности комплексообразования s-элементов. Особенности химии лития и сходство с бериллием. Изменение кислотно-основных свойств соединений s-элементов по группам.
38. Положение p-элементов в Периодической системе. Электронная конфигурация. Валентные состояния p-элементов. Степени окисления. p-элементы: типичные металлы и неметаллы, металлоиды. Закономерности в изменении свойств простых веществ и соединений p-элементов во втором и третьем периодах.
39. Сравнение свойств элементов IIIA и IVA группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности.
40. Амфотерность соединений элементов IIIA группы. Комплексные гидробораты, кластерные соединения бора. Аллюминаты и гидроксоаллюминаты. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Аллюмотермия. Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.
41. Аллотропные модификации углерода. Углеродные наноматериалы: синтез, свойства, модификации, применение. Карбиды металлов. Сероуглерод. Фреоны. Полиморфизм кварца: строение и термическая стабильность. Карбид кремния.
42. Применение простых веществ и соединений элементов IVA группы. Понятие о полупроводниках. Получение высокочистого кремния и германия. Нахождение элементов IVA группы в природе. Свинцовый аккумулятор.
43. Сравнение свойств элементов VA и VIA групп. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Формы существования простых веществ, нахождение в природе, получение простых веществ из природных источников.
44. Строение молекулы азота. Тройная связь. Особенности химии азота. Аллотропия фосфора. Гидриды элементов VA группы: получение, строение молекул, свойства. Строение молекулы аммиака. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель. Гидразин, гидросиламин, азотистоводородная кислота.
45. Кислородные соединения азота. Разнообразие оксидов азота. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная двойственность. Диаграмма Фроста для соединений азота.
46. Разнообразие кислородных соединений фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Полифосфаты. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородосодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли.
47. Применение простых веществ и соединений элементов VA группы. Удобрения.
48. Строение молекулы кислорода. Парамагнетизм кислорода. Озон и озониды. Аллотропия серы. Фазовая диаграмма серы. Сера и кислород в природе.
49. Классификация оксидов. Простые и сложные оксиды, нестехиометрия оксидов. Пероксиды, супероксиды.
50. Степени окисления серы в соединениях. Кислотно-основные свойства соединений серы. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Применение простых веществ и соединений элементов VIA группы.
51. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-

восстановительных свойств кислородных кислот в группе. Галогениды серы, селена и теллура.

52. Элементы VIIA группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Изменение неметаллических свойств в группе. Особенности химии фтора и астата. Галогены в природе. Применение простых веществ элементов VIIA группы.

53. Окислительные свойства галогенов. Галогеноводороды. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Галогениды. Межгалогенные соединения: строение и свойства.

54. Кислородные соединения галогенов. Разнообразие оксидов и кислот хлора. Номенклатура кислот и солей хлора. Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислот кислородсодержащих кислот галогенов.

55. Элементы VIIIA группы. Соединения благородных газов. Природа химической связи в соединениях. Валентности. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов. Благородные газы и их соединения в природе.

56. d-элементы в Периодической системе. Электронное строение. Валентности. Степени окисления. d-элементы как комплексообразователи. Закономерности изменения свойств d-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа d-сжатия и ее следствия.

57. Элементы IIIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Сопоставьте химию элементов IIIA и IIIB групп.

58. Соединения элементов IIIB группы: оксиды, гидроксиды и фториды, получение и свойства. Комплексные соединения. Применение металлов IIIB группы и их соединений.

59. Элементы IVB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Сопоставьте химию элементов IVA и IVB групп.

60. Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Способность к комплексообразованию. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Применение титана и циркония и их соединений. Нахождение металлов IVB группы в природе.

61. Элементы VB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставьте свойства соединений VA и VB групп. Применение ванадия, ниобия, тантала и их соединений.

62. Элементы VIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравните свойства хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров.

63. Поликислоты элементов VIB группы и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставьте химию элементов VIA и VIB групп. Применение хрома, молибдена, вольфрама и их соединений. Формы нахождения в природе элементов VIB группы.

64. Элементы VIIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Степени окисления элементов. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и перренаты. Сопоставьте химию элементов VIIA и VIIB групп. Вольфрам-рениевая термопара. Применение марганца и рения.

65. Кислородные соединения марганца. Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца. Приведите примеры, доказывающие окислительную и восстановительную способность ионов, содержащих марганец. Окислительная особенность перманганата калия в различных средах. Диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления.
66. Элементы VIIIБ группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Триада железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды. Элементы VIIIБ группы в природе. Железные руды.
67. Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Комплексные соединения, особенности комплексов с ds^2 конфигурацией центрального атома. Коррозионные свойства железа. Антикоррозионная обработка и покрытия. Применение железа, кобальта и никеля. Сталь. Нитинол.
68. Платиновые металлы. Комплексные соединения платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов. Катализаторы. Платина-платинородиевая термопара в термографии. Платиновые металлы в природе.
69. Элементы IB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставьте химию элементов IA и IB групп. Применение меди, серебра и золота. Нахождение в природе. Самородные элементы.
70. Элементы IIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Амфотерность соединений цинка. Оксиды, гидроксиды, галогениды и сульфиды. Амальгамы. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Способность к комплексообразованию и основные типы комплексов цинка, кадмия и ртути. Сопоставьте химию элементов IIA и IIB групп. Применение цинка, кадмия и ртути. Влияние кадмия и ртути на живые организмы.
71. f-элементы в Периодической системе. Особенности заполнения электронных оболочек атомов. Лантаноидное и актиноидное сжатие. Сравните изменения по ряду лантаноидов и актиноидов характеристики элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов. Нахождение в природе.
72. Семейство лантаноидов. Разделение лантаноидов. Физико-химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Особенности химии церия и европия. Гадолиниевый излом. Сопоставление d- и f-элементов 3 группы. Применение лантаноидов.
73. Семейство актиноидов. Разделение актиноидов. Физико-химические свойства металлов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с d-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансактиноидов.
74. Дифракционные методы исследования неорганических соединений: рентгенофазовый, рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.
75. Спектральные методы исследования. УФ-спектроскопия. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР и γ – резонансные. ИК-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.
76. Исследования электрических и магнитных свойств сплавов. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.

77. Оптическая и электронная микроскопия. Рентгеновский микроанализ. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.

78. Термические методы исследования. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.