

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
И.В. Бычков
«31» _____ 2022 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИДИСЦИПЛИНЕ**

Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки

Научные специальности:

1.4.4. Физическая химия; 1.4.15. Химия твердого тела

Уровень образования

Высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения - очная

Челябинск, 2022

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного испытания по научным специальностям (1.4.4. Физическая химия; 1.4.15. Химия твердого тела), относящимся к группе научных специальностей – 1.4. Химические науки, составлена на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования соответствующих уровней образования (специалитет, магистратура).

Вступительное испытание нацелено на оценку знаний поступающих лиц, полученных ими в ходе освоения программ высшего образования и на отбор среди поступающих лиц наиболее способных и подготовленных к освоению программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Вступительное испытание проводится в рамках нескольких конкурсов и сдается однократно.

Вступительное испытание принимает экзаменационная комиссия.

Вступительное испытание проводится на русском языке.

Вступительное испытание проводится очно или с использованием дистанционных технологий в случаях, предусмотренных Правилами приема.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Общая часть

1. Строение атома. Атомное ядро. Волновая природа электрона. Уравнение Шредингера. Понятие о квантовых числах. Атомные орбитали, их энергии и граничные поверхности. Принцип Паули. Правило Хунда. Радиус и энергия ионизации атома, сродство к электрону. Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура Периодической системы и ее связь с электронной структурой атомов. Периодичность в изменении электронной конфигурации атомов. Периоды и группы. Периодичность в изменении величин радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности атомов. Периодичность в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений (оксиды, гидроксиды, галогениды).

2. Химическая связь. Основные типы химической связи. Характеристики химической связи в молекулах: энергия, длина, валентный угол, порядок (кратность) и полярность. Метод валентных связей (МВС). s-, p- и d-связывание. Представление о гибридизации атомных орбиталей. Геометрия многоатомных молекул: модель Гиллеспи. Метод молекулярных орбиталей (ММО).

3. Химия элементов первой – восьмой групп и их соединений. Химия d-, и f- элементов и их соединений.

4. Основные понятия химической термодинамики. Фазовые равновесия в однокомпонентных и многокомпонентных системах. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния.

5. Основы электростатической теории сильных электролитов. Химическое действие электрического тока. Общая характеристика движения

ионов в растворах электролитов. Теоретическая интерпретация электропроводности электролитов.

2.2. Специальная часть

Раздел 2.2.1. Химия твердого тела

Особенности строения и поведения твердых тел. Кристаллическое и аморфное состояние. Связь химии твердого тела с другими областями знания. Строение кристаллических твердых веществ. Шаровые упаковки. Структурные типы. Твердые растворы. Типы связей и свойства кристаллов. Зонная структура кристаллов. Дефекты кристаллической структуры. Подвижность точечных дефектов. Квазихимический метод описания равновесия точечных дефектов. Линейные и планарные дефекты.

Термодинамическая классификация фазовых переходов. Структурные изменения при фазовых переходах. Общие закономерности скорости гетерогенных химических процессов с участием твердых тел. Процессы, лимитируемые диффузионными и кинетическими стадиями. Термодинамические особенности твердофазных реакций. Термодинамические основы синтеза твердых веществ. Синтез путем твердофазных реакций. Активное состояние и методы активации твердых тел. Методы интенсификации твердофазных процессов. Получение монокристаллов. Керамика.

Металлы. Полупроводники. Диэлектрики. Твердые электролиты. Магнитные материалы. Рентгеновский анализ. Электронная микроскопия. Термогравиметрический анализ. Спектральные методы исследования (ЯМР, ИК, оптическая спектроскопия).

Раздел 2.2.2. Физическая химия

Основные понятия химической термодинамики. Равновесные и неравновесные /необратимые/ процессы. Фазовые равновесия в однокомпонентных и многокомпонентных системах. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Равновесия в двухкомпонентных системах. Диаграммы состояния двойных систем с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов.

Основные понятия химической кинетики. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и n-го порядка. Кинетика обратимых реакций первого и второго порядков. Кинетика реакций в потоке. Общее кинетическое уравнение. Температурная зависимость скорости химической реакции. Энергия активации. Методы определения порядка химической реакции. Кинетика простых и разветвленных цепных реакций.

Основное уравнение теории активного комплекса. Термодинамические параметры образования активного комплекса. Определение катализа и классификация каталитических реакций. Общие кинетические закономерности и активация гомогенных каталитических процессов.

Термодинамика электрохимических систем и электродных процессов. Условная водородная шкала. Международная конвенция об Э.Д.С. и электродных потенциалах. Электрохимический потенциал. Электрохимические равновесия.

3. ПРОЦЕДУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Вступительное испытание проводится в устной форме по билетам (приложение 1). Каждый билет содержит трех вопросов. На подготовку вопроса отводится 30 минут. Записи при подготовке к ответу поступающие делают на учтенном комиссией листе, где указывается фамилия, номер билета и время его получения.

Во время вступительного испытания комиссией могут быть заданы дополнительные или уточняющие вопросы. После ответа черновые записи и билет сдаются председателю комиссии. Записи должны быть подписаны с указанием даты вступительного экзамена. При подготовке к ответу разрешается пользоваться программой вступительного испытания, выдаваемой комиссией.

Программа вступительного экзамена содержит 58 вопросов: 30 вопросов из общей части и 28 вопросов из специальной. Общая часть содержит вопросы по основным разделам неорганической, физической и квантовой химии. Специальная часть состоит из вопросов по разделам спецдисциплин: основы химии твердого тела, функциональные материалы, физические свойства наноматериалов, физические методы исследования.

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит три теоретических вопроса: из них два по основной и один по специальной части программы (химии твердого тела или физической химии), с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде.

Вступительное испытание поступающий сдает один раз. Пересдача вступительного испытания не допускается, за исключением случаев удовлетворения апелляции о нарушении процедуры вступительного испытания.

Во время испытания разрешается пользоваться справочными материалами на бумажных носителях: Периодическая таблица Д.И. Менделеева, таблица растворимости кислот, оснований и солей, электрохимический ряд напряжений металлов.

4. ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

4.1. Общая часть

1. Строение атома. Атомное ядро. Волновая природа электрона.
2. Понятие о квантовых числах. Атомные орбитали, их энергии и граничные поверхности.
3. Принцип Паули. Правило Хунда. Радиус и энергия ионизации атома, сродство к электрону.

4. Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура Периодической системы и ее связь с электронной структурой атомов. Периодичность в изменении электронной конфигурации атомов.
5. Периоды и группы. Периодичность в изменении величин радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности атомов.
6. Периодичность в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений (оксиды, гидроксиды, галогениды).
7. Химическая связь. Основные типы химической связи. Характеристики химической связи в молекулах: энергия, длина, валентный угол, порядок (кратность) и полярность.
8. Химия элементов первой группы и их соединений.
9. Химия элементов второй группы и их соединений.
10. Химия элементов третьей группы и их соединений.
11. Химия элементов четвертой группы и их соединений.
12. Химия элементов пятой группы и их соединений.
13. Химия элементов шестой группы и их соединений.
14. Химия элементов седьмой группы и их соединений.
15. Химия элементов восьмой группы и их соединений.
16. Химия d-элементов и их соединений.
17. Химия f-элементов и их соединений.
18. Номенклатура, строение, свойства, реакционная способность.
19. Механизмы химических реакций.
20. Термодинамические системы и их классификация.
21. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа как формы перехода энергии, их эквивалентность.
22. Равновесные и неравновесные /необратимые/ процессы.
23. Первый закон термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для системы с идеальным газом.
24. Калорические коэффициенты. Теплоемкость. Энтальпия как функция состояния системы.
25. Приложение первого закона термодинамики к химическим процессам. Закон Гесса.
26. Зависимость теплоты процесса от температуры. Уравнения Кирхгофа.
27. Энтропия как функция состояния системы. Второй закон термодинамики. Критерий равновесия.
28. Статистический характер второго закона термодинамики. Уравнение Больцмана.
29. Постулат Планка. Абсолютное значение энтропии. Методы расчета энтропии.
30. Изобарно-изотермический и изохорно-изотермический потенциалы. Уравнение максимальной работы Гиббса-Гельмгольца.

4.2. Специальная часть

4.2.1. Химия твердого тела

1. Кристаллические и аморфные твердые вещества.
2. Типы химической связи в твердом теле.
3. Образование зон в результате перекрывания орбиталей.
4. Металлы.
5. Полупроводники.
6. Диэлектрики.
7. Суперионные проводники.
8. Точечные и линейные дефекты в кристаллах.
9. Фазовые переходы в твердых телах.
10. Фазовые диаграммы двухкомпонентных и трехкомпонентных систем.
11. Методы получения кристаллов.
12. Методы исследования структуры твердых тел.
13. Дериwатография.
14. ЯМР и ИК – спектроскопия.

4.2.2. Физическая химия

1. Характеристические функции. Условия равновесия.
2. Фазовые равновесия.
3. Химическое равновесие. Закон действия масс. Константы равновесия.
4. Изотерма химической реакции.
5. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния однокомпонентных и многокомпонентных систем.
6. Основные понятия химической кинетики.
7. Кинетические кривые. Кинетические уравнения необратимых реакций n-го порядка.
8. Основное уравнение теории активного комплекса.
9. Термодинамические параметры образования активного комплекса. Энергия активации и уравнение константы скорости в теории активного комплекса.
10. Определение катализа и классификация каталитических реакций.
11. Общие кинетические закономерности и активация гомогенных каталитических процессов.
12. Основы электростатической теории сильных электролитов.
13. Химическое действие электрического тока. Законы Фарадея. Диффузия в растворах электролитов.
14. Термодинамика электрохимических систем и электродных процессов. Условная водородная шкала. Международная конвенция об Э.Д.С. и электродных потенциалах.

5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Максимальное количество баллов за вступительное испытание – 100 баллов.

Минимальное количество баллов за успешное прохождение вступительного испытания, независимо от условия поступления, соответствует минимальным баллам, утверждённым Правилами на текущий год.

«Отлично» (от 91 до 100) - Поступающий глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения, выводы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Владеет практическими навыками, переносит знания на ситуации в жизни и быту. Ответ носит самостоятельный характер или допущенные ошибки исправляются поступающим после дополнительных вопросов членов комиссии.

«Хорошо» (от 76 до 90) - Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие неточности, неискажающие содержание ответа. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. При ответе на дополнительные вопросы членов комиссии полные ответы даны при помощи наводящих вопросов.

«Удовлетворительно» (от 40 до 75) - Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности; имеются затруднения с выводами. При ответе на дополнительные вопросы членов комиссии ответы даются только при помощи наводящих вопросов.

«Неудовлетворительно» (от 0 до 39) - Поступающий имеет разрозненные, бессистемные знания; не умеет выделять главное и второстепенное. Допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающих их смысл; не ориентируется в программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретическое положение с практикой; демонстрирует незнание и непонимание существа экзаменационных вопросов.

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

Источники, отмеченные знаком «*», имеются в научной библиотеке ЧелГУ в печатном или электронном виде в ЭБС «Университетская библиотека онлайн» и «ЛАНЬ», к которым имеется подписка по договорам с правообладателями на текущий учебный год.

Основная литература:

1. Гельфман, М. И. Неорганическая химия : учебное пособие / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-0730-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210713>
2. Ильин, А.П. Химия твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Ильин, Н.Е. Гордина. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ (Ивановский государственный химико-технологический университет), 2006. — 216 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4486
3. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2013. — 482 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8683
4. Свиридов, В. В. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187778>
5. Камышов, В. М. Строение вещества : учебное пособие / В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова, В. П. Татауров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2313-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169154>

Дополнительная литература:

1. *Бурмистров В.А. Функциональные материалы. Диэлектрики: тексты лекций Из-во. ЧелГУ, 2014г., 198с.
2. Ильин, А. П. Химия твердого тела : учебное пособие / А. П. Ильин, Н. Е. Гордина. — Иваново : ИГХТУ, 2006. — 216 с. — ISBN 5-9616-0126-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4486>
3. *Колесников А. В. Актуальные задачи современной физической химии [Текст] : тексты лекций / А. В. Колесников. — Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2014. — 151 с.

4. Барановский, В. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие / В. И. Барановский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-3961-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206195>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
"Интернет":**

1. Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. — URL: <http://e.lanbook.com/>.
2. Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. — URL: <https://biblio-online.ru>
3. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. — URL: <http://znanium.com/>.
4. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
5. Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. — URL: <http://нэб.рф>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Челябинский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Уровень образования
Высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ ПО СПЕЦДИСЦИПЛИНЕ
Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки

Научные специальности:
1.4.4. Физическая химия; 1.4.15. Химия твердого тела

БИЛЕТ № 1

1. Строение атома. Атомное ядро. Волновая природа электрона.
2. Изобарно- изотермический и изохорно- изотермический потенциалы.
Уравнение максимальной работы Гиббса-Гельмгольца.
3. Кристаллические и аморфные твердые вещества.

Председатель предметной комиссии

ФИО