МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт естественных наук и математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ С.Т.Князев
«19» апреля 2018 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В МАГИСТРАТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «Химия, физика и механика материалов»

Перечень сведений о программе вступительного экзамена	**Учетные данные**
Образовательная программа **Химия и физика новых функциональных материалов**	**Код ОП 04.04.02/01.02**
Направление подготовки Химия, физика и механика материалов	**Код направления и уровня подготовки** 04.04.02
Уровень подготовки магистр	
ФГОС ВО	**Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:** *23.09.2015 № 1053*

Екатеринбург, 2018

Программа вступительного экзамена составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Черепанов В.А.	Д.х.н., профессор	Г.н.с., зав. кафедрой	Физической и неорганической химии	
2	Буянова Е.С.	К.х.н., доцент	доцент	Аналитической химии и химии окружающей среды	

Руководитель образовательной программы (далее - ОП) *В.А. Черепанов*

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук и математики

Председатель учебно-методического совета *Е.С. Буянова*
Протокол № 6 от 12 февраля 2018 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

1.1. Цель вступительного экзамена

Целью вступительного экзамена в магистратуру является установление уровня подготовленности абитуриента к освоению программы магистратуры по направлению «Химия, физика и механика материалов»

1.2. Форма проведения вступительного экзамена

Устный

1.3. Требования к процедуре вступительного экзамена

Требования к порядку планирования, организации и проведения вступительного экзамена, к структуре и форме документов по организации вступительного экзамена сформулированы в Приказе МО РФ «Об утверждении порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» № 1147 от 14 10.2015 и утвержденных в УрФУ «Правилами приема граждан на обучение по программам магистратуры», введенной в действие приказом ректора от 16.11.2015.

1.4. Требования к оцениванию результатов вступительного экзамена

Ответы оцениваются по 100 балльной системе на основании следующих критериев

ОТЛИЧНО (80 - 100) – ответ на вопрос полный. Содержание ответа свидетельствует об уверенных знаниях абитуриента и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

ХОРОШО (60 - 79) – ответ на вопрос полный, но содержание ответа или его форма свидетельствует о небольших пробелах в знании абитуриента при ответе на конкретный вопрос билета.

УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (40 - 59) – ответ на вопрос неполный, содержание ответа свидетельствует о недостаточных знаниях абитуриента в конкретном разделе экзаменационной программы.

НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (меньше 40) – содержание ответа свидетельствует о слабых знаниях абитуриента, о его непонимании или неправильном понимании вопроса.

2. ТЕМАТИКА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

РАЗДЕЛ 1
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Общая характеристика элементов IA-VIIIA и IB-VIIIB групп. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Возможные степени окисления элементов исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ. Тип связи атомов в простом веществе, изменение энергии химической связи, температур кипения и плавления простых веществ в подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение их окислительных и восстановительных свойств в подгруппе. Отношение их к другим простым веществам, воде, кислотам, щелочам.

Оксиды и гидроксиды элементов в характеристических степенях окисления, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Получение оксидов и гидроксидов.

Химические свойства солей и комплексных соединений, образованных элементами в

положительных характеристических степенях окисления. Получение солей и комплексных соединений.

РАЗДЕЛ 2
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Основные способы получения металлов. Производство чугуна: сырье доменного процесса, устройство доменной печи, условия и химизм процессов образования чугуна, восстановления примесей и образования шлака. Производство стали: конверторный и мартеновский процессы, теоретические основы процессов. Бездоменный способ получения стали.

Производство алюминия. Сырье и способы его переработки. Устройство и работа электролизной ванны. Физико-химические основы процесса получения алюминия.

Производство меди: пирометаллургический и гидрометаллургический методы, их физико-химические основы. Электрохимическое рафинирование меди.

Электрохимический способ получения щелочи и хлора электролизом с твердым катодом. Физико-химические основы процесса. Приготовление электролита. Основные и побочные электродные процессы.

РАЗДЕЛ 3
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Химическая термодинамика

Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Теплоемкость истинная и средняя. Внутренняя энергия и энтальпия. Функции состояния системы. Законы термохимии.

Второй закон термодинамики и его следствия. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии в различных процессах. Статистический смысл энтропии.

Характеристические функции. Функции Гельмгольца и Гиббса, их свойства.

Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса - Гельмгольца. Химические потенциалы, их определение, вычисление и свойства.

Условие химического равновесия. Уравнения изотермы и изобары (изохоры) химической реакции. Влияние различных факторов (температуры, давления, примеси инертного газа) на положение равновесия.

Условие гетерогенного равновесия без химических реакций. Правило фаз Гиббса, его вывод. Фазовые переходы. Однокомпонентные системы и их диаграммы состояния (примеры). Анализ хода линий диаграммы на основе уравнения Клаузиуса-Клапейрона. Полиморфные фазовые превращения, энантиотропия и монотропия. Двухкомпонентные системы и их диаграммы состояния.

Растворы. Термодинамические функции смешения для идеальных и неидеальных растворов. Парциальные мольные величины. Уравнение Гиббса – Дюгема и его применение. Растворимость газов и твердых тел. Коллигативные свойства растворов. Законы Рауля и Генри. Эбуллиоскопия и криоскопия. Осмос.

Электрохимия, химическая кинетика, явления переноса

Растворы электролитов. Основные положения теории Аррениуса. Идеальность и неидеальность растворов электролитов. Понятия средней активности и среднего коэффициента активности. Теория сильных электролитов Дебая - Хюккеля.

Описание необратимых процессов в термодинамике. Потоки. Термодинамические силы. Соотношения взаимности Онзагера. Неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузионный и миграционный потоки. Законы диффузии Фика. Формула Нернста-Эйнштейна. Удельная и эквивалентная электропроводность. Подвижность ионов. Числа переноса и методы их определения.

Равновесные электрохимические цепи и их ЭДС. Формула Нернста и уравнение Гиббса-Гельмгольца. Понятие электродного потенциала. Классификация электродов и электрохимических цепей. Термодинамика гальванического элемента. Химические источники тока.

Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции, основной постулат, порядок и молекулярность. Кинетические уравнения. Уравнение Аррениуса.
Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Концентрационная и электрохимическая поляризация. Перенапряжение. Уравнение Тафеля.
Коллоидная химия
Дисперсные системы. Классификация. Устойчивость, способы повышения. Методы получения лиофобных коллоидных систем. Условия самопроизвольного образования лиофильных систем. Разрушение (коагуляция) коллоидных систем. Золи, эмульсии, пены, аэрозоли как дисперсные системы. Свойства и применение.
Поверхностные явления. Термодинамика поверхности. Поверхность раздела жидкость (раствор)– газ. Внутреннее давление, поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Адсорбция на поверхности раздела раствор-газ. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества ПАВ. Классификация, применение. Мицеллообразование. Солюбилизация.
Адсорбция в поверхности раздела твердое тело – газ. Теория мономолекулярной адсорбции Лангмюра. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Твердые сорбенты. Удельная поверхность, параметры пористой структуры. Классификация сорбентов.
Поверхность раздела твердое тело – жидкость. Смачивание. Взаимосвязь смачивания и адгезии. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел.
Поверхность раздела твердое тело – ионный раствор. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция.

РАЗДЕЛ 4
ФИЗИКА И МЕХАНИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Общая характеристика конденсированных систем. Классификация и основные типы конденсированных сред. Энергетические характеристики химической активности атомов (потенциал ионизации, энергия химического сродства, электроотрицательность) и способы их оценки. Общая характеристика сил межатомного взаимодействия. Основные типы химической связи в конденсированных средах. Энергия связи атомов и ее оценка для различных типов связей. Постоянная Маделунга. Цикл Борна - Габера.
Динамические свойства конденсированных сред. Тепловые колебания Фононы. Число мод и плотность состояний фононов. Акустические и оптические ветви. Колебания атомов в трехмерных кристаллах. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Модели теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Температура Дебая. Тепловое расширение кристаллов. Ангармонизм колебаний атомов. Решеточная теплопроводность. Температурная зависимость теплопроводности.
Классификация твердых тел по величине электропроводности. Модель электронного газа Друде. Электропроводность, закон Ома, эффект Холла, термоЭДС. Закон Видемана - Франца. Недостатки модели Друде. Модель электронного газа Зоммерфельда. Распределение Ферми-Дирака. Вклад свободных электронов в теплоемкость металлов.
Формирование энергетических зон в твердых телах. Зонная структура металлов. полупроводников. диэлектриков. Температурная зависимость электросопротивления металлов и полупроводников. Электроны и дырки. Донорные и акцепторные уровни.
Основные макроскопические магнитные характеристики. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики, спиновые стекла, суперпарамагнетики. Основные типы обменных взаимодействий. Теория молекулярного поля. Доменная структура ферромагнетиков, магнитный гистерезис.
Механика идеальной жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Плотность потока энтропии. Гидростатика. Уравнение Бернулли. Поток энергии. Поток импульса, тензор плотности потока импульса. Циркуляция скорости, теорема Томсона. Уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Кинематическая, динамическая вязкость. Уравнения движения в криволинейных координатах. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости. Ламинарное течение несжимаемой жидкости. Число Рейнольдса.

Точные решения уравнения движения несжимаемой жидкости: одномерное течение между двумя параллельными плоскими стенками, течение по трубе (течение Пуазейля).
Основные положения теории упругости сплошной среды. Виды деформаций упругих твердых тел. Закон Гука, деформация прямоугольного параллелепипеда, деформация сдвига, деформация кручения, деформация изгиба, энергия упругой деформации, Тензор деформаций, вектор смещения, физический смысл компонент тензора деформации. Тензор напряжений, условие равновесия при однородном напряжении. Условные и истинные деформации и напряжения. Релаксация напряжений и упругое последействие.
Энергия деформированного тела, обобщенный закон Гука при изотермическом процессе, закон Гука для изотропных и анизотропных тел. Упругие константы и связь между ними.
Упругая и пластическая деформации в кристаллах. Разрушение пластичных и хрупких материалов. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Микротрещины. Механизмы образования микротрещин. Критерий Гриффитса. Пути повышения прочности материалов.
Механика распространения трещин в кристаллах. Силовой критерий распространения трещины. Концентрация напряжений. Интенсивность напряжений. Вязкость разрушения. Размерный эффект прочности. Распределение Вейбулла. Прогнозирование надежности конструкционных материалов.

РАЗДЕЛ 5
ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Особенности кристаллического состояния вещества. Понятие о симметрии. Операции и элементы симметрии 1-го и 2-го рода. Теоремы о сочетании операций симметрии. Трансляционная симметрия. Пространственная решетка. Точечные группы (классы) симметрии. Пространственные группы симметрии. Категории симметрии. Сингонии. Правила кристаллографической установки. Решетки Бравэ. Символы узлов, рядов, плоскостей. Индексы Миллера. Эффективные радиусы атомов и ионов. Плотнейшие упаковки и полиэдрические модели. Правила Полинга. Валентные усилия связей. Изоструктурность, изоморфизм и полиморфизм.
Зарождение и рост кристаллов. Роль переохлаждения. Критический размер зародыша кристаллизации. Механизмы роста кристаллов. Принцип ориентационного и размерного соответствия. Кинетика кристаллизации. Формирование макро- и микроструктуры материалов в процессе кристаллизации.
Физическая природа фаз в твердом состоянии. Твердые растворы, типы твердых растворов, особенности их структуры. Условия неограниченной растворимости. Химические соединения, особенности их структуры. Промежуточные фазы, их классификация, условия образования и особенности структуры.
Идеальный и реальный кристаллы. Понятие о дефектах кристаллической решетки. Классификация структурных дефектов. Точечные дефекты в кристаллах. Типы точечных дефектов. Механизмы и Энергия образования точечных дефектов. Термодинамика кристаллов с точечными дефектами. Равновесные концентрации точечных дефектов. Дефекты в нестехиометрических соединениях. Линейные дефекты. Понятие о дислокациях. Основные типы дислокаций в кристаллах и их характеристики. Влияние дефектов на физические свойства. Влияние точечных дефектов на процессы электро- и массопереноса. Электропроводность и диффузия. Влияние дислокаций на пластические свойства материалов. Роль дефектов структуры в процессах разрушения.

3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ

3.1 Основная литература

1. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия. М., Высшая школа. 2009.
2. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. М., Высшая школа. 2008.
3. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии. М., Мир. 1979.

4. Степин Б. Д., Цветков А. А. Неорганическая химия. М., Высшая школа.1994.
5. Ахметов Н.С. и др. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. М.: Высш. шк. 1998.
6. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии, т.1 Теория. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2013.
7. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии, т.2 Задачи. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2013.
8. Гуревич А.Г. Физика твердого тела. СПб. БХВ.2004
9. Павлов П.В., Хохлов А.Ф., Физика твердого тела, М.: Высш. шк., 2000.
10. Делоне Н.Б. Основы физики конденсированного вещества. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011, 236
11. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., 1978.
12. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М., 1988.
13. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М., 1979.
14. Сильман Г. И., Материаловедение, Академия, 2008 г.
15. Ржевская С. В. Материаловедение, Университетская книга, Логос, 2006 г.
16. Черепахин А. А., Колтунов И. И., Кузнецов В. А., Материаловедение, КноРус, 2011 г.
17. Третьяков Ю.Д., Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов. М., МГУ, 2006.
18. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. М., «Академия», 2006.
19. Готтштайн Г. Физикохимические основы материаловедения. М.: БИНОМ, 2009.

3.2. Дополнительная литература

1. Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Т 1-3. М.: Высш. шк. 2008.
2. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т.1, 2, 3.М.: Химия. 1978.
3. Росин И.В., Томина Л.Д. Общая и неорганическая химия. Современный курс. М.: Юрайт. 2012.
4. Коган В.Е., Зенин Г.С., Пенкина Н.В. Физическая химия. Ч 2. Химическая кинетика. СПб. 2005
5. Герасимов Я.И. и др. Курс физической химии. т.2, М.: Химия, 1969
6. Товбин М.Л. Физическая химия. Киев: Наукова думка, 1975.
7. Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. М.: Высш.шк., 1978.
8. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. М.: Металлургия, 1976.
9. Фельц А., Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела, М.: Мир, 1986.
10. Дж. Займан, Электроны и фононы. М: ИЛ, 1962.
11. Маделунг О. Физика твердого тела, М.: Наука, 1985.
12. Вонсовский С.В., Кацнельсон М.И. Квантовая физика твердого тела. М., 1983.
13. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. М.,1990.
14. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов М., 1978.
15. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. М.: Металлургия, 1988.

Методические разработки

1. Гусева А.Ф., Атманских И.Н., Балдина Л.И, Анимица И.Е., Нохрин С.С., Кочетова Н.А. Общая и неорганическая химия: учеб. Справочник. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2012, 80с.
2. Балдина Л.И., Гусева А.Ф., Атманских И.Н., Кочетова Н.А. Неорганическая химия. Практикум для студентов 3 курса химического факультета. Екатеринбург. Издательство Уральского университета. 2005.
3. Черепанов В.А. Электрохимические равновесия «электрод – электролит». Гальванические элементы. Уч. пособие. Екатеринбург, Изд. Уральского ун-та, 2012.

4. Черепанов В.А. Явления переноса в электролитических средах. Уч. пособие. Екатеринбург. Изд. Уральского ун-та. 2004
5. Петров А.Н. «Химическая термодинамика», Уч. пособие, Изд-во УрГУ, Екатеринбург, 300с. 2006.
8. Серикова В.П. Диаграммы состояния двойных систем. Уч. пособие. Екатеринбург, Изд. УрГУ, 2001.
9. Плещев В.Г., Надольский А.Л., Серикова В.П., Горбунов В.А. Исследование фазовых превращений методами термографического, рентгенографического и металлографического анализа» Изд-во УрФУ, 2013.