

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра великого

Институт металлургии, машиностроения и транспорта

ПРОГРАММА

вступительного междисциплинарного экзамена в магистратуру

Направление: *22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»*

Санкт-Петербург

2016 г.

Раздел 1. Материаловедение наноматериалов и компонентов электронной техники»

Химия

Химические элементы и соединения. Химическое равновесие. Скорость реакции. Закон действующих масс. Энтальпия. Энтропия. Термодинамический потенциал. Термодинамическая обратимость. Правило фаз. Энергия активации химического процесса. Константа скорости реакции. Закон Аррениуса. Окислительно-восстановительные реакции. Гетерогенные реакции. Лимитирующая стадия реакции. Диаграммы состояния (состав-температура-давление). Термодинамическая активность компонентов сплава. Принцип последовательных стадий металлургических превращений. Критерии подобия тепловых, гидродинамических, диффузионных процессов.

Рекомендуемая литература:

1. Я. А. Угай. Общая и неорганическая химия.– М.: Высшая школа, 2004.
2. А.В. Суворов. Общая химия.– Санкт-Петербург. Химиздат, 2000.

Физическая химия

Первый закон термодинамики. Термохимия. Второй и третий законы термодинамики. Характеристические функции. Термодинамика реальных газов. Фазовые равновесия и переходы. Термодинамика растворов. Химическое равновесие. Термодинамика поверхностных явлений. Основы статистической термодинамики. Формальная кинетика и кинетика простых реакций. Определение кинетических характеристик реакции. Теоретические представления о механизме реакции. Катализ. Кинетика сложных реакций. Электрохимия растворов. Электрохимическая термодинамика. Электрохимическая кинетика.

Рекомендуемая литература:

1. Б. В. Патров. Химическая термодинамика.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009.
2. Б. В. Патров, И. Б. Сладков. Физическая химия.– СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003.
3. Б. В. Патров, И. Б. Сладков. Физическая химия. Химическая кинетика.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
4. А. Г. Морачевский, М. С. Кохацкая. Прикладная химическая термодинамика.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008.

Кристаллография и кристаллохимия

Симметрические свойства кристаллических многогранников. Теоремы об умножении операций симметрии. Кристаллографические точечные группы. Категории, кристаллические семейства (сингонии). Методы построения проекций кристаллических многогранников и их элементов симметрии. Трансляционная симметрия кристаллических структур. Типы решёток Бравэ. Мотивная единица. Базис структуры. Узловые и атомные плоскости; их характеристики. Связь параметров решётки с межплоскостным расстоянием. Пространственной группы симметрии кристаллических структур. Описание позиций атомов правильными системам точек. Описание кристаллических структур в представлении шаровых упаковок. Основы дифракционных методов анализа кристаллических структур: уравнение Вульфа-Бреггов, уравнения Лауэ. Техника и методы дифракционного эксперимента. Основы рентгенофазового анализа. Основы систематики трёхмерных конденсированных фаз. История развития представлений о химической связи. Функции электронной плотности. Обзор типов химических связей. Благородные газы. Структуры галогенов, халькогенов и р-элементов V группы. Структуры р-элементов IV группы. Итоги анализа структур р-элементов. Типичные структуры металлов. Аномальные структуры элементов. Атомные радиусы. Твёрдые растворы замещения. Упорядоченные твёрдые растворы. Электронные соединения. Фазы Лавеса. Фазы типа никелина. Фазы внедрения. Группа алмазоподобных соединений. Дефектные и избыточные тетраэдрические соединения. Фазы Цинтля. Фазы типа пирита. Неполновалентные халькогениды металлов IV и V групп. Оксиды с октаэдрической и смешанной координацией. Перовскиты и шпинели. Галогениды. Силикаты и германаты. Стеклообразные системы. Связь состава сложного кристалла с его строением. Понятие о кристаллохимическом компоненте. Уравнения координационного баланса. Уравнения электронного баланса – правило октета. Уравнения строения валентных кристаллов; правило баланса валентностей Полинга. О возможности прогнозирования валентных кристаллов заданного строения.

Рекомендуемая литература:

1. Ф. Ф. Греков, Г. Б. Рябенко, Ю. П. Смирнов. Кристаллохимия. Структурная кристаллография.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006.
2. В.С.Урусов, Н.Н.Еремин. Кристаллохимия. Краткий курс.– М.: Изд-во МГУ, 2010.
- Н. К. Морозова. Кристаллография и методы исследования структур.– М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
3. Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. Основы кристаллографии.–

М.: Физматлит, 2004.

Технологии материалов электронной техники

Классификация материалов электронной техники. Классификация диэлектриков. Технология диэлектриков и изоляционных материалов: технология линейных полимеров; технология композиционных порошковых пластмасс и слоистых пластиков. Технология неорганических стекол. Технология ситаллов. Технология получения керамических материалов. Классификация полупроводниковых материалов. Технология получения элементарных полупроводников. Технология получения полупроводниковых химических соединений: технология получения карбида кремния. Технология получения полупроводниковых соединений типа АШВV. Технология получения полупроводниковых соединений типа АШВVI. Технология получения полупроводниковых соединений типа АIVBVI. Классификация проводниковых материалов. Технология получения проводниковых материалов: технология получения меди; технология получения алюминия. Технология получения сверхпроводящих материалов. Технология получения сплавов с высоким удельным сопротивлением. Технология получения тугоплавких материалов. Технология получения благородных металлов. Классификация магнитных материалов. Технология магнитных материалов. Технология получения ферритов.

Рекомендуемая литература:

1. С.Е.Александров, Ф.Ф.Греков. Технология полупроводниковых материалов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010.
2. С. С. Горелик, М. Я. Дашевский. Материаловедение полупроводников и диэлектриков.– М.: МИСИС, 2003.

Раздел.2. Порошковые и композиционные материалы

Материаловедение

Характеристика металлического состояния. Основные типы кристаллических решёток. Плотнейшие упаковки. Структура реальных металлов. Дефекты кристаллического строения. Точечные, линейные, поверхностные дефекты. Вектор Бюргерса, энергия дислокаций. Поверхностные дефекты. Границы зерен, субзерен, дефекты упаковки. Параметры кристаллизации, кинетика, теории зарождения центров кристаллизации, модифицирование. Рост, форма кристаллов, дендриты. Структура слитка. Структурообразование в сплавах двойных систем с

эвтектическим и эвтектоидным превращениями. Структурообразование в сплавах двойных систем с перитектическим превращением. Структурные изменения при превращениях 1-ого и 2-ого рода в твердом состоянии. Аллотропическое превращение, термодинамика и кинетика превращения. Диффузионный и мартенситный механизмы превращения. Равновесие в тройных системах. Системы с тройной эвтектикой и устойчивым химическим соединением. Изотермические и политермические разрезы. Системы с неограниченной и ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Диаграмма состояния железо-углерод. Классификация и структура сталей. Структура чугунов. Белый, серый и половинчатый чугуны. Влияние состава, условий охлаждения на структуру и свойства чугунов.

Механические свойства металлов

Механические свойства металлических материалов и статические характеристики готовых изделий. Упругость, закон Гука, модули упругости. Механизмы пластической деформации, деформационное упрочнение. Основные представления о разрушении и классификация трещин. Механизмы зарождения микротрещин и их роста. Критерии разрушения. Общая концепция описания разрушения. Классификация механических испытаний. Испытания при статическом растяжении, испытания на сжатие, испытания на изгиб, твердость металлов, динамические испытания. Ползучесть, длительная прочность.

Теория и технология термомеханической обработки

Классификация и характеристика видов термической и термомеханической обработки. Влияние ликвации на структуру и свойства. Виды отжига. Виды отжига второго рода. Факторы, влияющие на рост зерна. Зависимость свойств от величины зерна. Мартенситное превращение. Закаливаемость и прокаливаемость. Режимы нагрева и способы охлаждения. Виды закалки. Формирование микроструктуры стали при закалке. Превращения при отпуске: структура, свойства. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства. Пластическая деформация как движение дислокаций. Взаимодействие дефектов при пластической деформации и образование структуры деформированного металла. Механизмы пластической деформации: скольжение дислокаций, образование переориентированных областей, фрагментация и ротационная пластичность, двойникование. Термомеханическая обработка. Влияние ТМО на структуру и свойства стали. Виды ХТО. Структура и свойства диффузионных слоев.

Легированные стали и сплавы. Порошковые и композиционные материалы.

Конструкционные стали, классификация. Инструментальные стали, классификация. Нержавеющие стали, классификация. Теплостойкие, жаропрочные стали и сплавы. Износостойкие стали.

Алюминий и его сплавы. Сплавы меди: латуни, бронзы, антифрикционные сплавы. Титан, основные сплавы, применение. Никель и его сплавы: жаропрочные, с особыми физическими свойствами. Подшипниковые сплавы на основе свинца, олова, цинка. Сплавы на основе тугоплавких и редких металлов. Микроструктурные и наноструктурные сплавы.

Нанопорошки: получение и свойства. Объемные наноструктурные материалы. Основы технологии получения изделий из порошковых материалов. Металлические композиционные материалы. Основные методы получения композиционных материалов.

Основная литература по изучению курса:

1. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: Издательство «Металлургия».
2. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. Учеб. для вузов. / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. – М.: МИСИС, 2001.
3. Композиционные материалы. Учебное пособие. / А.А. Батаев, В.А. Батаев. – М.: Университетская книга; Логос, 2006.

Дополнительная литература по изучению курса:

- Материаловедение. Технология конструкционных материалов / Ю.Г. Сергеев. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010.
- Механические свойства металлов. Учебное пособие. / С. Ю. Кондратьев – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
- Современные технологии в порошковой металлургии. Учебное пособие. / В.Л. Гиршов, С.А. Котов, В.Н. Цеменко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010.
- Методы получения и исследования металлических наноматериалов. Учебное пособие. / А.И. Рудской, В.Н. Цеменко, С.А. Котов, Р.А. Паршиков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012.

Раздел 3. Материаловедение и высокоэффективные технологии обработки материалов

Вступительный экзамен в магистратуру включает в себя оценочную проверку знаний по основным общепрофессиональным дисциплинам:

Математика

Разделы: линейная алгебра, векторный анализ, дифференциальное и интегральное исчисление, ряды, теория комплексного переменного, основы теории вероятностей

Рекомендуемая литература:

1. Шипачев В.С. Основы высшей математики. М. Изд. Высшая школа, 2001-2003 г.г.
2. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : Учеб. пособие для вузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров .— 2-е изд., стер .— Москва : Высшая школа, 2000 г.

Примеры тестовых вопросов:

1. Назвать условие задачи Коши для дифференциального уравнения 2-го порядка
2. Вычислить производную заданной функции
3. Определить чему равно скалярное произведение заданных векторов
4. Вычислить интеграл заданной функции
5. Выбрать из представленных нормальное распределение вероятностей случайного параметра x , обладающих наибольшей дисперсией
6. Определить вид нормали к графику заданной функции в заданной точке

Физика

Разделы: основы механики, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, колебания и волны, оптика.

Рекомендуемая литература:

1. Курс общей физики / И. В. Савельев — М. АСТ Астрель, 2006
2. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев .— Изд. 5-е, стер. — СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2007 .— 288 с. :
3. Общий курс физики : [в 5 т.] : учебное пособие для физических специальностей вузов / Д. В. Сивухин .— Изд. 4-е, стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ : Изд-во МФТИ, 2005

Примеры тестовых вопросов:

1. Что такое когерентность световой волны?
2. Какими параметрами характеризуется магнитное поле?
3. Что такое стоячая волна?
4. Формулировка закона Кулона?
5. Что такое идеальный газ?
6. Что такое «центр масс»?

7. Что такое «абсолютно неупругий удар»?
8. Что такое «самоиндукция»?
9. Найти скорость движения одной частицы относительно другой, если известны их скорости.
10. Частица перемещается по окружности заданного радиуса r под действием заданной центральной силы F . Центр окружности совпадает с силовым центром. Какую работу A совершит сила F на пути s ?
11. Частица совершает гармоническое колебание с амплитудой a и периодом T . Найти время t , за которое смещение частицы изменяется с 0 до $a/2$.
12. Вычислите массу моля электронов.

Общая и физическая химия

Разделы: строение вещества и химическая связь, химические системы, химическая термодинамика, растворы, окислительно-восстановительные реакции, фазовые равновесия, химическая кинетика, реакционная способность веществ, химический анализ.

Рекомендуемая литература:

1. Глинка Л.Н. Общая химия. М.: Химия 2006, 728 с.
2. Физическая химия : учеб. пособие / Б. В. Патров, И. Б. Сладков ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2003.

Примеры тестовых вопросов:

1. Атом какого элемента легче всего отдает электрон?
2. Какое из перечисленных веществ при растворении образует кислоту?
3. Какая из термодинамических функций определяет самопроизвольность процесса в изолированной системе?
4. Какая из констант равновесия зависит от общего давления в системе?
5. В чем заключается механизм катализатора?

Механика материалов

Разделы: внутренние и внешние силы, центральное растяжение – сжатие, стержневые системы, напряженное состояние материала, изгиб.

Рекомендуемая литература:

1. Соппротивление материалов / П. А. Павлов [и др.] — СПб. Лань, 2007.

Примеры тестовых вопросов:

2. Какой параметр необходимо задать для построения эпюр внутренних сил?

3. Что представляет собой обобщенный закон Гука?
4. Каково соотношение между моментами инерции заданного сечения ?
5. Какие соединения относятся к разъемным?

Информатика

Разделы: основные понятия теории информации, основы алгоритмизации, технологии программирования, методы решения функциональных и вычислительных задач.

Рекомендуемая литература:

1. Информатика. Базовый курс. учебное пособие для вузов. / под ред. С. В. Симоновича — М. Питер, 2011
2. Язык программирования C++. Вводный курс. / Стенли Б. Липпман, Жози Лажойе — М. [ДМК Пресс], 2003
3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Уч-к для вузов. М.: Высш. шк., 2002. 840 с.
4. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон . - Изд. 3-е, стер. - СПб.: Лань, 2009 . - 366 с.

Примеры тестовых вопросов:

1. Какой из методов решения систем линейных алгебраических уравнений считается точным?
2. Какие уравнения можно решить методом дихотомии?
3. Какие условия требуется задать для решения краевой задачи теплопроводности – задачи Дирихле?
4. Назовите простые типы данных.
5. Какие характеристики относятся к реляционным базам данных?
6. Единица измерения информации?
7. Что такое класс?

Материаловедение

Разделы: строение жидкого и твердого металла, твердые растворы, стали и сплавы, кристаллизация расплавов, диаграммы состояния, фазовые превращения в сплавах, механические свойства, термообработка, неметаллические материалы.

Рекомендуемая литература:

1. Металловедение : учебник для вузов / А. П. Гуляев . - 5-е изд., перераб. - Москва : Металлургия, 1978 . - 646 с.

Примеры тестовых вопросов:

1. Назовите структурные части доэвтектоидных сталей

2. Укажите реакцию превращения при заданной температуре для сталей
3. По какому закону изменяется прочность неограниченного твердого раствора в зависимости от химического состава?
4. Что такое рекристаллизация?