

Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Донбасская национальная академия строительства и
архитектуры»

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель министра
образования и науки Донецкой
Народной Республики

М.Н. Кушаков

10 2016 г.

УТВЕРЖДЕНО

Приказ ГОУ ВПО «Донбасская
национальная академия
строительства и архитектуры»

«20» 10 2016 г. № 43101-9

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена для аспирантов и соискателей ученой степени
кандидата наук по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного
состояния»

Программа кандидатского экзамена для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»

Разработчики программы

Зав. кафедрой физики и
физического
материаловедения,
д. х. н., профессор

Александров В.Д.

Профессор кафедры физики и
физического
материаловедения,
д. т. н., профессор

Дремов В.В.

Доцент кафедры физики и
физического материаловедения
к. физ.-мат. н., доц.

Сорока В.А.

Доцент кафедры физики и
физического
материаловедения,
к.х.н., доцент

Фролова С.А.

Рецензенты

Профессор кафедры
прикладной экологии и химии,
д. т. н., профессор

Сердюк А.И.

Профессор кафедры
технология строительных
конструкций, материалов и
изделий,
д.т.н., профессор

Ефремов А.Н.

Программа рассмотрена и согласована на заседании Совета механического факультета ГОУ ВПО ДонНАСА, протокол № _ от _____ 201_ г.

Декан механического
факультета,
к.т.н., доцент

Бумага А.Д.

Введение

Программа разработана на основе рекомендаций экспертного совета по физике Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации при участии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Института физики металлов УрО РАН, ФИАН им. П.Н. Лебедева и Института металлургии им. Байкова РАН.

1. Конденсированное состояние вещества

Агрегатное состояние вещества. Твердые и жидкие тела и их макроскопические свойства. Химические элементы, химические соединения, композиционные материалы. Перечень конденсированных веществ: кристаллы, металлы и сплавы, аморфные тела, наноматериалы, расплавы, растворы, жидкие кристаллы, низкомолекулярные вещества, полимеры и др. Основные способы получения конденсированных сред: конденсация, плавление, кристаллизация, стеклование.

2. Типы химических связей в конденсированных телах

Электронная структура атомов и молекул. Квантовые модели строения атомов. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Спин электрона. Атомные орбитали. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

Квантовая теория межатомного взаимодействия. Уравнение Шредингера для системы атомов. Метод атомных орбиталей. Метод молекулярных связей. Молекулярные орбитали.

Связи между атомами и молекулами в конденсированных средах. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Металлы. Металлическая связь. Связи Ван дер Ваальса. Водородная связь. Комбинированные связи.

Спектральный анализ как один из основных методов изучения структуры конденсированных сред.

3. Структура индивидуальных кристаллов

Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Прimitивная ячейка. Параметры решетки. Сингонии. Прimitивные и сложные решетки. Решетки Бравэ. Кристаллографическая таблица химических элементов.

Индицирование кристаллов. Индексы и символы узлов, направлений и плоскостей в кристаллах. Индексы Миллера. Габитус кристаллов. Морфология кристаллов.

Элементы симметрии кристаллов. Операции симметрии.

Дефекты в кристаллах: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Вакансии, атомы внедрения, замещение, вычитание. Миграция точечных дефектов. Диффузия и самодиффузия в кристаллах. Законы Фика.

Краевые и винтовые дислокации. Контур Бюргерса. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Подвижность дислокаций. Влияние внешнего давления на структуру и свойства кристаллов. Гидроэкструзия.

4. Физика сплавов

Основные виды сплавов. Электронная структура металлических сплавов. Идеальные и реальные твердые растворы. Механические смеси. Сплавы с промежуточным химическим соединением. Построение и расшифровка диаграмм состояния. Термодинамика сплавов. Уравнение Шредера. Тройные сплавы. Концентрационный треугольник. Многокомпонентные сплавы.

5. Макро-, микро- и наноструктура материалов и методы их исследования

Объекты макро-, микро- и наноструктуры. Макроскопический анализ. Микроскопический анализ. Фазовый состав, текстура. Оптические методы исследования структуры. Устройство металлографического микроскопа. Методика металлографических исследований.

Рентгеноструктурный анализ. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Уравнения Лауэ. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Основные методы рентгеноструктурного анализа.

Наноструктура и нанотехнологии. Просвечивающая и растровая электронная микроскопия. Дифракция электронов на кристаллах. Электронография. Нейтронография.

6. Механические свойства твердых тел

Разновидности механических свойств твердых тел: прочность, упругость, пластичность, хрупкость, твердость и др.

Упругая деформация кристаллов. Виды упругой деформации: линейная деформация, сдвиг, изгиб, кручение, всестороннее сжатие. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Тензоры напряжений, деформации и упругости. Энергия упругой деформации. Упругие волны.

Физика прочности и пластичности.

Методы исследования механических свойств твердых тел.

7. Тепловые свойства твердых тел

Колебания атомов кристаллической решетки. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Акустические и оптические колебания. Фононы.

Тепловое расширение. Ангармонизм колебания атомов. Тензор теплового расширения кристаллов.

Теплоемкость твердых тел. Классическая и квантовая теории теплоемкости кристаллов. Распределение Бозе-Эйнштейна. Закон Дебая.

Теплопроводность твердых тел. Уравнение Фурье. Теплопроводность металлов. Закон Видемана – Франца. Теория теплопроводности кристаллов.

8. Электрические свойства конденсированных сред

Элементы зонной теории твердого тела. Проводники. Полупроводники. Диэлектрики в зонной теории.

Классическая и квантовая теории электропроводности металлов. Распределение Ферми-Дирака.

Сверхпроводники. Теория сверхпроводимости металлов (теория БКШ). Высокотемпературная сверхпроводимость.

Полупроводники. Электронно-дырочная проводимость. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы.

Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость кристаллов. Сигнетоэлектрики.

9. Магнитные свойства твердых тел

Орбитальный и механический моменты электронов в атомах и их ориентация в магнитном поле. Намагниченность и магнитная восприимчивость.

Диамагнетизм и парамагнетизм.

Ферромагнетизм. Спиновая природа ферромагнетизма. Намагничивание ферромагнитных веществ (монокристаллов и поликристаллов). Петля гистерезиса. Точка Кюри

Антиферромагнетики. Ферриты. Магнитная структура ферромагнетиков.

Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

10. Физика жидкого состояния вещества

Особенности жидкого состояния. Теории строения жидкостей. Френкелевская жидкость. Время оседлой жизни. Кластерная модель строения жидкости. Метастабильная жидкость.

Радиальная функция межатомных расстояний в металлических расплавах. Методы изучения структуры жидкой фазы.

Свойства жидкостей (вязкость, текучесть, сжимаемость, смачиваемость и др.).

Жидкие растворы. Виды жидких растворов (идеальные, регулярные, реальные).

Электрический ток в жидкостях. Электропроводность электролитов. Электролиз. Теория электролитической диссоциации.

11. Фазовые превращения в конденсированных средах

Термодинамика фазовых превращений. Термодинамические функции: энтальпия, энтропия, энергии Гиббса и Геймгольдца.

Фазовые превращения I и II рода. Образование зародышей новой фазы.

Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации расплавов, растворов и аморфных тел. Уравнение Авраами-Колмагорова.

Рост кристаллов. Механизмы роста кристаллов. Особенности роста кристаллов из пара, расплавов, растворов и аморфных сред. Рост кристаллов на подложках. Гетерогенная кристаллизация.

Полиморфизм и изоморфизм. Полиморфные превращения.

Термические методы и методики изучения фазовых превращений (ЦТА, ДТА, ТГА, ДСК и др.)

Литература

1. Жданов Г.С. Физика твердого тела. М., МГУ, 1977.
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. М., Высшая школа, 1977.
4. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М., Мир, 1969.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000.
6. Шаскольская М.П. Кристаллография. М., Высшая школа, 1976.
7. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия, 1977 .
8. Крокстон К. Физика жидкого состояния. М., Мир, 1978.
9. Харьков Е.И., Лысов В.И., Федоров В.Е. Физика жидких металлов. Харьков, Высшая школа, 1979.
10. Уббелоде А.Р. Расплавленное состояние вещества. М., Мет., 1982.
11. Чалмерс Б. Теория затвердевания. М., Мир, 1968.
12. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных тел. Донецк, Донбасс, 2011.
13. Шестак Я. Теория термического анализа. М.: Мир, 1987.
14. Берг Л. Г. Введение в термографию. М.: Наука, 1969.