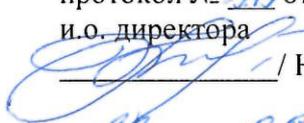


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИСиС»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Председателя
приемной комиссии


_____/ А.А. Волков
« 30 » _____ 09 2019 г.


Принято на заседании
Ученого совета института базового
образования
протокол № 09/19 от 19/09/19 г.
и.о. директора


_____/ Н.Л. Подвойская
« 20 » _____ 09 2019 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ
НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Москва 2019

Содержание

1.	Пояснительная записка	3
2.	Содержание разделов	4
3.	Рекомендуемая литература.....	8

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель вступительного испытания — оценка уровня освоения поступающим компетенций, необходимых для обучения по аспирантской программе 03.06.01 «Физика и астрономия».

Форма, продолжительность проведения вступительного испытания. Критерии оценивания.

Минимальное количество баллов по результатам вступительных испытаний по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 40 баллов по всем условиям поступления.

Вступительные испытания по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» состоят из двух частей: письменный экзамен и собеседование. Для прохождения собеседования поступающий должен предоставить план-проспект диссертационной работы и мотивационное письмо (1000— 1500 слов), отражающее причины выбора НИТУ «МИСиС» и соответствующей программы.

Продолжительность вступительного испытания - 90 минут.

Перечень принадлежностей, которые поступающий имеет право использовать во время проведения вступительного испытания: ручка, карандаш, ластик, непрограммируемый калькулятор.

Вступительные испытания включают в себя следующие разделы: термодинамика, квантовая и статистическая физика; описание структуры кристаллов, химическая связь в твердых телах, кинетика, динамика кристаллической решётки, электроны в кристаллах, фазовые равновесия и фазовые переходы, свойства конденсированных систем, методы исследования структуры и свойств материалов и их возможности.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ

Раздел 1. Термодинамика

Термодинамическая система и термодинамические параметры. Законы термодинамики. Фазовые и химические равновесия. Диаграммы P-T, P-T-X, T-X фазового равновесия.

Многокомпонентные системы. Методы определения термодинамических величин.

Поверхностные явления. Адсорбция и поверхностное натяжение. Изотермы адсорбции и поверхностного натяжения двухкомпонентных систем.

Раздел 2. Квантовая и статистическая физика

Уравнение Шредингера. Движение в центральносимметричном поле. Теория возмущений. Система многих частиц в квантовой механике. Многоэлектронные атомы. Молекулы. Статистическое распределение. Распределение Гиббса и его свойства. Распределение в классической системе, распределение Максвелла. Статистическая термодинамика. Квантовая статистика. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

Раздел 3. Описание структуры кристаллов

Элементы симметрии кристаллов. Решетка Бравэ. Точечные группы симметрии. Обратная решетка. Основные понятия кристаллохимии. Кристаллические решетки. Обратная решетка. Атомные плоскости. Индексы Миллера атомных плоскостей.

Раздел 4. Химическая связь в твердых телах

Природа сил химического взаимодействия. Ионная связь и ионные кристаллы. Потенциал ионизации, энергия сродства к электрону, электроотрицательность, степень ионности. Ионные радиусы и координационное число. Ковалентная связь. Решетки ковалентных кристаллов. Связывающие и разрыхляющие орбитали, σ - и π -связи. Гибридизация орбиталей. Металлическая связь и решетки металлических кристаллов. Уровень и поверхность Ферми. Ковалентные и металлические радиусы и координационное число.

Раздел 5. Кинетика

Формальная кинетика: скорость реакции, влияние внешних факторов на скорость реакции, энергия активации, связь константы равновесия и констант скоростей прямой и обратной реакций.

Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Уравнения диффузии. Коэффициент диффузии. Модель случайных блужданий. Механизмы диффузии в твердых телах. Диффузия в многофазных системах. Диффузионный рост фаз. Ионная проводимость. Явления переноса в электролитах и ионных кристаллах.

Диффузия в условиях наложения внутреннего и внешнего электрического поля. Использование процесса диффузии и технологии полупроводникового приборостроения.

Раздел 6. Динамика кристаллической решётки

Упругие деформации и напряжения в кристаллах. Упругие постоянные. Соотношения Коши. Количество независимых упругих постоянных в кубических и гексагональных кристаллах. Упругие волны в кристаллах.

Колебания решётки. Нормальные моды и спектры колебательных возбуждений одномерных монокристаллической и двухатомной цепочек атомов; акустические и оптические ветви спектра возбуждений. Фононы. Статистика фононов.

Методы исследования спектров колебательных возбуждений. Плотность колебательных состояний.

Решеточная теплоемкость. Модели Эйнштейна и Дебая; пределы их применимости; сравнение с экспериментальными данными. Температура Дебая. Тепловое расширение. Теплопроводность кристаллической решетки. Числа заполнения фононных состояний; режим Казимира; процессы переброса.

Раздел 7. Электроны в кристаллах

Уравнение Шредингера для периодического потенциала. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Квазиимпульс. Понятие об эффективной массе. Зонная модель. Зоны Бриллюэна. Приближение почти свободного электрона. Приближение сильно связанного электрона.

Локализованные состояния. Элементарная теория примесных состояний.

Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Уравнение электронейтральности. Собственная и примесная проводимость. Вырожденные полупроводники.

Кинетические явления. Рассеяние носителей зарядов. Эффективное сечение рассеяния и время релаксации.

Циклотронный резонанс.

Законы дисперсии и эффективные массы носителей заряда. Метод эффективной массы.

Поверхностные состояния. Уровни Тамма и Шокли. Экситоны. Поляроны.

Эффект Холла.

Контактные явления. Дебаевская длина экранирования. Термодинамическая и фотоэлектрическая работа выхода электрона. Контакты металл-металл, металл-полупроводник, p-p переход. Гетеропереходы. Омические контакты. Механизмы прохождения тока через контакты.

Оптические свойства. Оптические постоянные и связь между ними. Спектры отражения и поглощения.

Излучательная рекомбинация. Механизмы излучательных переходов. Спонтанное и стимулированное излучение. Фотовольтаические эффекты в контакте металл-полупроводник, p- p переходе. Фотоэлектромагнитный эффект.

Раздел 8. Дефекты в кристаллах, фазовые равновесия и фазовые переходы

Собственные структурные несовершенства. Равновесные и неравновесные дефекты.

Фазовые равновесия. Основные определения. Условия равновесия в многофазных системах. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно-, двух- и трех- компонентных систем.

Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Условия неограниченной растворимости в твердом состоянии. Типы промежуточных фаз.

Кристаллизация. Гомогенное зарождение кристаллов в расплаве. Критический размер зародыша. Эпитаксия. Поликристаллические пленки, механизм образования, особенности структуры.

Атомные механизмы роста кристаллов (непрерывный, ступенчатый, дислокационный). Равновесная форма кристаллов. Принцип Гиббса-Кюри.

Отклонения от равновесия при кристаллизации. Влияние скорости охлаждения на микроструктуру. Бездиффузионная кристаллизация.

Полиморфные превращения. Диффузионный механизм. Мартенситный механизм. Массивное превращение.

Раздел 9. Свойства конденсированных систем

Металлы. Легирование металлов. Стали, цветные металлы и сплавы. Классификация, виды и режимы термообработки. Основные применения и свойства.

Полупроводниковые соединения. Полупроводниковые материалы для различных областей применения. Принципы легирования.

Диэлектрические функциональные материалы (магнитные материалы, пьезо-, пиро-, сегнето- электрики).

Композиционные материалы. Классификация по форме наполнителя и схеме армирования. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. Неметаллические материалы.

Магнетизм. Классы магнитных материалов. Физические основы диа-, парамагнетизма. Типы магнитных структур: ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм.

Основные свойства сверхпроводящего состояния. Термодинамика сверхпроводников.

Раздел 10. Методы исследования структуры и свойств материалов и их возможности

Методы рентгеноструктурного анализа. Применение для анализа моно- и поликристаллов.

Физика рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры.

Прикладной рентгеноструктурный анализ. Качественный и количественный фазовый анализ.

Нейтроннография. Взаимодействие нейтронов и быстрых электронов с веществом. Основные области применения дифракции нейтронов для анализа структуры конденсированных систем.

Электронография. Принципы получения электронограмм. Вид электронограмм поли- и монокристаллов. Основные области и примеры применения электронографии для анализа структуры конденсированных систем.

Просвечивающая электронная микроскопия. Формирование изображения в ПЭМ и основные режимы работы прибора. Разрешающая способность ПЭМ. Типы контрастов в ПЭМ.

Растровая (сканирующая) электронная микроскопия и микроанализ. Основные области и примеры применения для анализа структуры конденсированных систем. Микрорентгеноспектральный качественный и количественный элементный анализ.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Основные области и примеры применения для анализа конденсированных систем.

Рекомендуемая литература

1. Праттон М. Введение в физику поверхности [Электронный ресурс]/ Праттон М.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000.— 254 с.

2. Обвинцева Н.Ю. Физика. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]: сборник задач/ Обвинцева Н.Ю., Рычкова О.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2016.— 65 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64209.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Кузьмичева В.А. Курс лекций по общей физике. Часть I. Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]/ Кузьмичева В.А., Пономорев О.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016.— 107 с.

4. Никеров В.А. Физика для вузов: Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебник/ Никеров В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2019.— 136 с.

5. Елканова Т.М. Практикум по молекулярной физике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Елканова Т.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 146 с.

6. Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фомин Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2017.— 185 с.

7. Таволжанский С.А. Производство слитков из цветных металлов и сплавов. Непрерывное литье слитков из цветных металлов и сплавов в подвижные кристаллизаторы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Таволжанский С.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2016.— 73 с.

8. Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Т.А. Орелкина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018.— 214 с.

9. Мысик Р.К. Литейные сплавы на основе тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мысик Р.К., Сулицин А.В., Брусницын С.В.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 140 с.

10. Хакимуллин Ю.Н. Химия и физика полимеров. Физические состояния полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Хакимуллин Ю.Н., Закирова Л.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 141 с.