

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРОГРАММА

вступительного экзамена **Материалы микро- и наносистемной техники**
для поступающих в магистратуру на направление
28.04.01 **НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА**

Поступающие на физический факультет ПГНИУ для обучения в магистратуре по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» сдают вступительное испытание в форме письменного экзамена **по физике**.

Экзаменационный билет **письменного экзамена** содержит 2 теоретических вопроса, составленных в соответствии с предложенной программой.

Время выполнения письменной работы – **60 минут**.

Максимальная оценка за письменную работу (суммарно 80 баллов) выставляется за полный и правильный ответ на каждый вопрос билета с примерами использования описываемых явлений и указанием границ их применимости, единиц измерения используемых физических величин, числовых значений фундаментальных физических постоянных.

Минимальная положительная оценка (суммарно 40 баллов) выставляется за ответ на каждый вопрос билета, в котором абитуриент обнаруживает понимание основных физических закономерностей, но излагает материал неполно, допускает ошибки в определении физических законов и понятий, определений: не умеет последовательно изложить свои суждения, привести примеры.

1. Силы связи в твердых телах.

Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Ближний и дальний порядок.

2. Симметрия твердых тел.

Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Элементы симметрии кристаллов. Элементы теории групп, группы симметрии.

3. Структура реальных кристаллов.

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.

4. Тепловые свойства твердых тел.

Колебания кристаллической решетки. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность решеточная и электронная.

5. Электронные свойства твердых тел.

Основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Основные приближения зонной теории. Металлы, диэлектрики и полупроводники.

6. Магнитные свойства твердых тел.

Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма. Ферромагнитные домены. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Ферримагнетики.

7. Оптические, магнитооптические и электрооптические свойства твердых тел.

Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Поглощения света в полупроводниках. Магнитооптические и электрооптические эффекты. Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты.

8. Классификация нанобъектов. Нанобъекты в различных агрегатных состояниях.

Нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные структуры. Нанобъекты в твердом, жидком и газообразном состояниях. Металлические молекулярные кластеры. Нанокристаллы. Коллоидные наноструктуры. Тонкие пленки. Нанокompозитные материалы и бионаноматериалы.

9. Принципы структурной организации микро- и нанобъектов. Равновесие в микро- и наносистемах.

Молекулярный принцип структурной иерархии. Структурная неоднородность в сложноорганизованных наночастицах. Псевдокристаллы и особенности их симметрии. Роль границ раздела структурных составляющих в формировании свойств наноматериалов. Наноструктуры неупорядоченных систем.

10. Особенности физико-химических свойств наночастиц и наноматериалов

Особенности фазовых превращений в наносистемах. Магнитные, оптические и биологические свойства наночастиц. Свойства фуллеренов, фотонные кристаллы и их свойства. Свойства тонких пленок и поверхностных слоев. Нанотрубки и их свойства. Механические свойства наноструктурированных систем.

11. Базовые технологии получения микро- и наноматериалов

Формирование микро- и наноструктуры из газовой фазы на охлаждаемой подложке. Методы закалки из жидкого состояния. Разрушение кристаллической структуры за счет внешних воздействий. Методы молекулярно-лучевой эпитаксии. Методы ионного обмена для получения волноводных каналов на поверхности кристаллов.

12. Основные элементы интегральной оптики и технологии их производства

Оптическое волокно. Классификация оптических волокон. Методы производства оптических волокон. Кристаллические материалы, используемые в интегральной оптике и методы формирования в них волноводных каналов. Брэгговские решетки в интегральной оптике и методы их получения. Методы прямой и обратной фотолитографии.

Основная литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.
3. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1969.
4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.
6. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
8. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2000.
9. Гочжун Цао, Ин Ван. Наноструктуры и наноматериалы. М.: Научный Мир. 2012.
10. Рощин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: учебное пособие. Ч.2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010. -181 с.
11. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: учебное пособие. Ч.1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010. -164 с.
12. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие /под общей редакцией А.И. Багышева, А.А. Смолькина. М.: Из-во МГОУ. 2010

Составитель программы: профессор А.Б. Волынецев.

Программа одобрена Ученым советом физического факультета ПГНИУ.