

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИФПМ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИФПМ СО РАН

чл.-к. РАН

С.Г. Псахье

« 21 »

20 14 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 01.04.07

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Отрасль науки: 01.00.00 Физико-математические

Форма обучения: очная/заочная

Томск 2014

**Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 01.04.07
«Физика конденсированного состояния»**

I. Структура твердых тел

1. Кристаллические и аморфные тела. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Решетки Браве. Точечные и пространственные группы симметрии. Основные типы кристаллических структур. Обратная решетка. Индексы Миллера.
2. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты, их образование и миграция. Вакансии. Междоузельные атомы. Гантели, кроудионы. Комплексы точечных дефектов. Дислокации в кристаллах – краевые, винтовые, смешанные. Вектор Бюргерса. Образование и размножение дислокаций. Полные и частичные дислокации. Дефекты упаковки. Границы зерен и субзерен. Радиационные и закалочные дефекты. Влияние радиационных дефектов и термических воздействий на реальную структуру твердых тел.

II. Энергетический спектр кристалла

1. Описание энергетического состояния кристаллов при помощи газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фононы, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы. Квазиимпульс. Закон дисперсии. Плотность состояний. Статистика газа квазичастиц. Бозоны и фермионы. Взаимодействие квазичастиц.
2. Колебания решетки - фононы. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Теплоемкость решетки. Дебаевская частота. Ангармонизм и тепловое расширение.
3. Электронные состояния в кристаллах. Приближение сильной и слабой связи. Зонная схема и типы твердых тел. Электронная теплоемкость, поверхности Ферми. Электроны и дырки. Положение Ферми-уровня в невырожденных полупроводниках.

III. Электронные кинематические свойства твердых тел.

1. Кинематическое уравнение. Электро- и теплопроводность. Времена релаксации. Механизм рассеяния электронов. Рассеяние на примесях и дефектах. Электрон-фононные столкновения. Нормальные процессы и процессы переброса. Магнитосопротивление и эффект Холла.
2. Полупроводники. Электронная структура типичных полупроводников. Примесные уровни. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости. Фотопроводимость. Рекомбинация и релаксация неравновесных носителей. Горячие носители. Эффект Ганна

IV. Механические, оптические, магнитные свойства твердых тел.

1. Тензоры напряжения и деформации. Упругость, модули упругости. Упругое последствие и релаксация напряжений. Внутреннее трение. Пластичность кристаллов. Предел текучести, зуб текучести. Механизмы пластической деформации. Упрочнение. Дисперсное и дисперсионное твердение. Ползучесть. Усталость материалов. Разрушение – хрупкое и вязкое. Модели зарождения трещин. Ударная вязкость. Хрупко-вязкий переход. Способы повышения прочности материалов.
2. Механизм поглощение фотонов. Поглощение свободными носителями. Решеточное поглощение. Многофотонные процессы. Комбинационное рассеяние света в кристаллах. Поглощение связанными носителями. Междузонные прямые и не прямые переходы. Люминесценция. Времена жизни возбуждений флюоресценции. Безизлучательные переходы. Квантовый выход люминесценции
3. Диамагнетизм свободного электронного газа. Спиновый парамагнетизм. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Ферромагнитные домены. Энергия анизотропии. Доменная стенка. Ферриты. Спиновые волны.

V. Диэлектрики

1. Эффективное поле. Электронная, ионная и дипольная поляризация. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики. Электрический гистерезис. Сегнетоэлектрические домены. Пьезоэлектрики.

VI. Термодинамика и фазовые переходы.

1. Равновесие фаз. Фазовые переходы I и II рода. Флуктуации в термодинамических системах. Равновесие в термодинамических системах и правило фаз. Диаграмма равновесия. Кинетика фазовых превращений. Диффузионные и бездиффузионные превращения. Естественное и искусственное старение. Фазовый наклеп.

VII. Сверхпроводимость

1. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри и вихревые структуры. Основы микроскопической теории. Энергетическая щель и квазичастицы в сверхпроводниках. Туннельный эффект. Эффект Джозефсона.

VIII. Экспериментальные методы физики

1. Рентгенография. Методы исследования идеальной и реальной структуры. Электронография. Электронная микроскопия (просвечивающая и растровая). Сканирующая зондовая микроскопия. Нейтронография: упругое и неупругое рассеяние (когерентные). Исследование магнитных структур и фононных спектров. Эффект Мессбауэра. ЭПР. ЯМР. Электрические и гальваномагнитные измерения как методы изучения электронной структуры кристаллов и состава примесей в полупроводниках. Оптические методы исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. Учебник. 3-е изд. М.: Высшая школа, 2000.
2. Винтайкин Б.Е. Физика твердого тела. Учебное пособие. 2-е изд. М., МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008.
3. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров: Учебное пособие. М., «Техносфера», 2007.
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1988.
5. Елифанов Г.И.. Физика твердого тела. Учебное пособие. 4-е изд., стереотип. М.: Лань, 2011.
6. Акишин А.И., Бондаренко Г.Г., Быков Д.В. и др. Физика воздействия концентрированных потоков энергии на материалы. Учебник. М., МГУ, 2004.
7. Бондаренко Г.Г., Кабанова Т.А., Рыбалко В.В. Материаловедение (под ред. Г.Г.Бондаренко) Учебник. М., Высшая школа, 2007.
8. Домбровский Ю.М. Физические свойства металлов и сплавов. Учебное пособие. Ростов-на-Дону, изд. центр ДГТУ, 2004.
9. Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Учебник. Рентгенографический и электронографический анализ. М., Металлургия, 2002.
10. Е.В.Чупрунов, А.Ф.Хохлов, М.А.Фаддеев . Основы кристаллографии. Учебник. М., Физматлит, 2004 договорной (фиксированной).
9. Бублик В.Т., Дубровина А.И. Учебное пособие. Методы исследования структуры полупроводников и металлов. М., Металлургия, 1989.
10. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. М., РАН, 2004.