

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

"УТВЕРЖДАЮ"

Проректор _____ В.С.Бухмин

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Введение в физику твердого тела

Цикл ДС

ГСЭ - общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины; ЕН - общие математические и естественнонаучные дисциплины; ОПД - общепрофессиональные дисциплины; ДС - дисциплины специализации; ФТД - факультативы.

Специальность: 010400 — Физика
(Номер специальности) (Название специальности)

Принята на заседании кафедры физики твёрдого тела
(Название кафедры)

(протокол № 7 от "17" сентября 2009 г.)

Заведующий кафедрой
_____ (Л.Р. Тагиров)

Утверждена Учебно-методической комиссией физического факультета
(Название факультета)

КГУ

(протокол № ____ от " ____ " _____ 200 ____ г.)

Председатель комиссии
_____ (Д.А. Таюрский)

Методические указания (пояснительная записка)

Рабочая программа дисциплины

"Введение в физику твёрдого тела"

Предназначена для студентов 3 курса,

по специальности: 010400

(Номер специальности)

—

Физика

(Название специальности)

АВТОРЫ: Ш.Ш. Башкиров, Э.К. Садыков

КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ:

Спецкурс «Введение в физику твёрдого тела» ставит своей целью подготовить студентов к прослушиванию ряда курсов специализации: «Полупроводниковые и магнитные материалы», «Сверхтонкие взаимодействия в твердых телах», а также к серьезному восприятию курса специальности «Физика конденсированного состояния вещества». Он также закладывает базу теоретических знаний для целого комплекса последующих лабораторий специализации. В рамки курса включено рассмотрение различных типов связей между атомами в кристалле, различных моделей колебательного движения и возможных типов электронных состояний. Предстоит анализ возможных типов магнитных состояний кристалла и вычисление их отклика на внешнее магнитное поле. Серьезное внимание уделено введению в инструментарий физики твердого тела, основанный на трансляционной симметрии кристаллов: обратная решетка, закон дисперсии, теорема Блоха, законы сохранения энергии и квазиимпульса.

1. Требования к уровню подготовки студента, завершившего изучение дисциплины

Введение в физику твёрдого тела

(Наименование дисциплины)

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- иметь представление об основных разделах физики твёрдого тела: электронная структура твердых тел, решеточные колебания;
- понимать важную роль трансляционной симметрии кристаллов в создании понятий и методов описания твердых тел: понятия обратной решетки, закон дисперсии, теорема Блоха, законы сохранения энергии и квазиимпульса;
- уметь производить оценки параметров различных процессов, происходящих в твердых телах.

2. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Форма обучения очная
очная, заочная, вечерняя

Количество семестров 1

Форма контроля: 6 семестр экзамен
зачет, экзамен

№ п/п	Виды учебных занятий	Количество часов	
			6 семестр
1.	Всего часов по дисциплине		112
2.	Самостоятельная работа		10
3.	Аудиторных занятий		102
	в том числе: лекций		17
	семинарских (или лабораторно-практических) занятий		85

Содержание дисциплины

ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Всего часов
ДС	-	

Примечание: если дисциплина устанавливается вузом самостоятельно, то в данной таблице ставится прочерк.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	семинарские (лаб.-практ.) занятия
1	Симметрия кристаллических решеток. Классификация твердых тел по типу связи между атомами. Основные разделы физики твёрдого тела.	2	
2	Колебательное движение в твердых телах. Модели колебательного движения: модель Эйнштейна и модель Дебая. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Значение квантовой природы колебаний для объяснения свойств твёрдых тел. Фононы. Выражение для энергии колебаний кристалла. Поведение теплоемкости твердых тел с температурой. Связь колебаний решетки с различными свойствами твердых тел.	5	

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	семинарские (лаб.-практ.) занятия
3	Электронная структура твердых тел. Блоховские состояния. Закон дисперсии. Эффективная масса. Статистика носителей в полупроводниках. Полуклассическая модель движения электронов в кристалле. Явления переноса, вычисление электропроводности. Электронная теплоемкость в металлах.	5	
4	Классификация твердых тел по их магнитным свойствам. Магнитное упорядочение. Спиновые волны. Доменная структура. Стенки Блоха.	2	
5	Методы исследования твердых тел: мессбауэровская спектроскопия, рассеяние нейтронов.	3	
6	Применение нейтронов для изучения кристаллов.		2
7	Полуметаллы. Коррозия металлов. Механизмы коррозии металлов.		2
8	Сверхплотное вещество. Суперионные проводники.		2
9	Пироэлектричество. Способы приготовления магнитных жидкостей.		2
10	Релеевское рассеяние Мёссбауэровского излучения и его применение.		2
11	Мёссбауэровская спектроскопия в геометрии обратного рассеяния.		2
12	Селективная по глубине конверсионная Мёссбауэровская спектроскопия.		2
13	Синхротронное излучение и его применения для исследования вещества.		3

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	семинарские (лаб.-практ.) занятия
14	Применение синхротронного излучения для Мёссбауэровской спектроскопии.		3
15	Сверхрешётки.		2
16	Сложные ферромагнетики и их исследование методом Мёссбауэровской спектроскопии.		4
17	Типы связей в кристаллах.		2
18	Сверхпроводимость неметаллических соединений.		2
19	Структура и свойства жидких кристаллов.		2
20	Электролюминесценция твёрдых тел.		2
21	Решение задач		17
22	Спецпрактикум «Магнитные материалы»		34
	Итого часов:	17	85

Примечание: программа содержит подробную характеристику содержания темы. Название, количество тем в программе, количество часов на каждую тему определяется согласно Государственному образовательному стандарту по специальности.

ТЕМАТИКА ЗАДАЧ

1. Диамагнетизм и парамагнетизм в твердых телах.
2. Теория молекулярного поля. Модель Вейсса.
3. Ферромагнетизм, антиферромагнетизм. Модель Гейзенберга.
4. Спиновые волны.
5. Модель коллективизированных электронов.
6. Модель Вонсовского-Зинера.
7. Внутрикристаллическое поле. Вычисление потенциалов и оценка эффектов кристаллического поля.
8. Сверхтонкое поле на ядрах магнитоупорядоченных систем.

ЛИТЕРАТУРА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

1. Задачи по физике твердого тела, под ред. Г.Дж. Голдсмида, изд. НАУКА, Физ.Мат. Лит. 1976, 431 с.
2. В.Л. Бонч-Бруевич, И.П. Звягин, И.В. Карпенко, А.Г. Миронов, Сборник задач по физике полупроводников, изд. НАУКА, Физ.Мат. Лит. 1968, 110 с.

СПИСОК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ СПЕЦПРАКТИКУМА «МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

1. Магнитное упорядочение и магнитный фазовый переход в магнетиках.
2. Кристаллохимическая структура и магнитные свойства ферритов.
3. Процессы намагничивания и перемангничивания магнетиков. Магнитный гистерезис.
4. Частотная зависимость магнитной восприимчивости.
5. Электрические свойства ферритов.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука. 1976.
2. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. Москва, ВЫСШАЯ ШКОЛА 2000 - 494 с.
3. Вертхейм Г. Эффект Мёссбауэра. М., Мир, 1966 г.
4. Башкиров Ш.Ш., Либерман А.Б., Синявский В.И. Магнитная микроструктура ферритов. Казань: Изд-во Казанского университета. 1978.

Приложение
к программе дисциплины
Введение в физику твёрдого тела
(Наименование дисциплины)

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Элементы кристаллографии. Ячейка Вигнера-Зейтца.
2. Свойства обратной решетки.
3. Колебания решетки. Модель Дебая.
4. Акустическая ветвь колебаний.
5. Оптическая ветвь колебаний.
6. Квантование колебаний решетки. Фононы.
7. Колебательная энергия, теплоемкость твердых тел, закон Дебая.
8. Закон дисперсии для свободных электронов.
9. Функции Блоха. Зона Бриллюэна. Эффективная масса.
10. Электронные блоховские состояния в рамках метода ЛКАО.
11. Полуклассическое движение блоховских электронов во внешних полях.
12. Статистика носителей. Функция плотности состояний. Концентрация носителей.
13. Динамика электронов в кристалле. Скорость электрона. Скорость изменения квазиимпульса.
14. Магнитное упорядочение. Модель молекулярного поля Вейсса.
15. Представление о спиновых волнах.
16. Классификация твердых тел по их электрическим свойствам на основе зонной теории.