

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика конденсированного состояния Б3.Б.14

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Тагиров Л.Р.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров Л. Р.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 629814

Казань

2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Тагиров Л.Р. Кафедра физики твердого тела Отделение физики, ltagirov@mail.ru

1. Цели освоения дисциплины

Формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств конденсированных сред при создании объектов и систем в различных областях нанотехнологии и микросистемной техники. Изучения фундаментальных результатов физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств конденсированных сред, практическое овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями конденсированного состояния, навыками постановки физического эксперимента по изучению свойств конденсированных сред и основными экспериментальными методиками

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.14 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.31 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.02 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр. Дисциплина "Физика конденсированного состояния" является базовой частью модуля "Общая физика" профессионального цикла дисциплин подготовки студентов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные типы конденсированных сред, симметричную классификацию кристаллических решеток, основные типы структурных дефектов, элементы теории упругости; особенности классического и квантово-механического описания электронного газа, основные термодинамические и кинетические характеристики и электромагнитные свойства электронного газа; методы описания динамики решетки, основные типы колебаний решетки и их физические проявления; свойства и основные типы сверхпроводников, макро- и микроскопические модели сверхпроводимости; понятие о жидкокристаллическом состоянии, типы жидких кристаллов.

2. должен уметь:

Определить структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа; рассчитать термодинамические и кинетические характеристики квантового электронного газа; уметь выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать задачи; использовать полученные знания при решении профессиональных задач, связанных со свойствами твердого тела.

3. должен владеть:

Обладать навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий; методами научных исследований; освоение теорий и моделей; навыками в проведении физических исследований по заданной тематике;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

иметь навыки:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- проведения физического эксперимента.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие вопросы.	6	1-2	4	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Динамика кристаллической решетки.	6	3-6	8	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Электроны в электрическом поле кристалла	6	7-8	4	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Металлическое состояние.	6	9-10	4	0	0	письменная работа
5.	Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики	6	11-12	4	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Обзор состояния учения о магнетизме.	6	13-15	6	0	0	устный опрос
7.	Тема 7. Сверхпроводимость.	6	16-17	4	0	0	устный опрос
8.	Тема 8. Жидкие кристаллы.	6	18	2	0	0	письменная работа
4.2 Содержание дисциплины							
Тема 1. Общие вопросы. форма контроля лекционное занятие (4 часа(ов)):							

Конденсированное состояние вещества. Кристаллическое состояние, жидкости. Фазовый переход. Аморфные тела. Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия. Векторы решетки. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Примитивная ячейка. Обратная решетка. Свойства обратной решетки. Зоны Бриллюэна. Кристаллические классы. Сингонии кристаллов. Дифракция рентгеновских лучей. Типы связей в кристаллах (силы Ван-дер-Ваальса, ионные кристаллы, ковалентные кристаллы, металлические кристаллы, водородная связь). Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры. Дислокации. Краевая и винтовая дислокации.

Тема 2. Динамика кристаллической решетки. лекционное занятие (8 часа(ов)):

Колебания линейной одноатомной цепочки атомов. Колебания линейной двухатомной периодической структуры. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Нормальные колебания трехмерного кристалла. Колебания акустического и оптического типов. Циклические граничные условия (условия Борна-Кармана). Набор волновых векторов. Плотность значений волновых векторов. Классическое выражение энергии колебаний кристалла. Квантовая теория колебаний кристалла. Фононы. Статистика фононов и энергия фононного газа. Теплоемкость решетки. Высокотемпературное приближение. Закон Дюлонга и Пти. Теплоемкость решетки. Низкотемпературное приближение. Дебаевская модель колебательного спектра кристаллов. Теплоемкость кристаллов по Дебаю. Теплоемкость, обусловленная низколежащими уровнями атомов. Эффекты ангармонизма. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность кристаллической решетки. Рассеяние фононов на фононах. Роль высокоэнергетических фононов в теплопроводности. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности диэлектриков.

Тема 3. Электроны в электрическом поле кристалла

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Электроны в периодическом поле кристалла. Функция Блоха и ее свойства. Уравнения для функции Блоха. Электрон в кристаллическом поле. Случай сильной связи. Приближенное вычисление нижних уровней энергии. Электрон в кристаллическом поле. Случай слабой связи. Движение электрона в кристалле под действием внешнего поля. Классификация твердых тел по их электрическим свойствам на основе зонной теории. Проводники. Диэлектрики. Полупроводники. Статистика электронов в кристалле. Функция Ферми и ее свойства. Энергия Ферми. Поверхность Ферми.

Тема 4. Металлическое состояние.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Энергия Ферми как функция температуры для сильно вырожденного случая. Численная оценка энергии Ферми в простейшем случае (квадратичный закон дисперсии). Энергия электронов в кристалле. Электронная теплоемкость металлов. Электро- и теплопроводность металлов. Закон Видемана-Франца. Магнитосопротивление. Эффект Холла в металлах и полупроводниках.

Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Полупроводники с точки зрения зонной теории твердых тел. Носители заряда в собственном (беспримесном) полупроводнике. Уровни Ферми. Электропроводность полупроводников. Примеси и их влияние на свойства полупроводников. Закон действующих масс. Доноры и акцепторы. Полупроводники n- и p-типа. Контактные явления в полупроводниках. Контакт Шоттки. Омический контакт. Контактные явления в полупроводниках. P-n переход. Вольтамперная характеристика p-n перехода. Ток генерации и ток рекомбинации. Дiod на p-n переходе. Воздействие света на полупроводник. Фотопроводимость. Элементарные возбуждения в полупроводнике. Экситоны Ванье-Мотта, экситоны Френкеля, плазмоны. Полупроводниковые фотоприемники. Фоторезисторы, фотодиоды. Биполярный транзистор, полевой транзистор. Полупроводниковые источники света: светодиоды, лазеры. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Воздействие электромагнитного излучения. Поляроны Фрелиха. Сегнетоэлектрики. Сегнетоэлектрический фазовый переход.

Тема 6. Обзор состояния учения о магнетизме.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Классификация твердых тел по их магнитным свойствам. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, слабые ферромагнетики, ферримагнетики. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Классическая и квантовая теория. Феноменологическая теория ферромагнетизма. Теория молекулярного поля. Состояние квантовой теории ферромагнетизма. Спиновые волны - магноны. Статистика спиновых волн. Намагниченность ферромагнетика при низких температурах. Антиферромагнетизм в приближении молекулярного поля.

Тема 7. Сверхпроводимость.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Критическая температура. Магнитные свойства. Эффект Мейсснера-Оксенфельда. Критическое поле. Сверхпроводники 2го рода. Теплоемкость сверхпроводников. Изотопический эффект. Основы теории Бардина-Купера-Шриффера. Электрон-фононное взаимодействие. Обмен виртуальными фононами. Куперовские пары. Ферми газ и Бозе конденсат. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона. Сверхпроводимость неметаллических соединений. Роль d-электронов. Высокотемпературные сверхпроводники. Сверхтекучесть.

Тема 8. Жидкие кристаллы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Структура жидких кристаллов. Электрические и оптические свойства жидких кристаллов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие вопросы.	6	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Динамика кристаллической решетки.	6	3-6	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
3.	Тема 3. Электроны в электрическом поле кристалла	6	7-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Металлическое состояние.	6	9-10	подготовка к письменной работе	4	письменная работа
5.	Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики	6	11-12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Обзор состояния учения о магнетизме.	6	13-15	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
7.	Тема 7. Сверхпроводимость.	6	16-17	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Жидкие кристаллы.	6	18	подготовка к письменной работе	2	письменная работа
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекции, использование аудиовизуальных средств (мультимедийный пректор), самостоятельная работа студента, консультации

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Общие вопросы.

устный опрос , примерные вопросы:

Конденсированное состояние вещества. Кристаллическое состояние, жидкости. Фазовый переход. Аморфные тела. Кристаллическая решетка, трансляционная симметрия. Векторы решетки, элементарная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца. Обратная решетка, зоны Бриллюэна. Дифракция рентгеновских лучей. Типы связей в кристаллах (силы Ван-дер-Ваальса, ионные кристаллы, ковалентные кристаллы, металлические кристаллы, водородная связь). Дефекты кристаллической структуры - перечислить. Приобретаемые компетенции - ОПК-3.

Тема 2. Динамика кристаллической решетки.

устный опрос , примерные вопросы:

Колебания линейной одноатомной цепочки атомов, закон дисперсии колебаний. Колебания линейной двухатомной периодической структуры, акустическая и оптическая ветви колебаний. Циклические граничные условия (условия Борна-Кармана), полный набор волновых векторов. Квантовая теория колебаний кристалла, понятие о фононах. Статистика фононов и теплоемкость решетки. Теплоемкость при высоких температурах - закон Дюлонга и Пти. Низкотемпературное приближение - зависимость решеточной теплоемкости от температуры. Дебаевская модель колебательного спектра кристаллов, теплоемкость кристаллов по Дебаю. Эффекты ангармонизма: тепловое расширение твердых тел, теплопроводность кристаллической решетки. Приобретаемые компетенции - ОПК-3, ПК-1.

Тема 3. Электроны в электрическом поле кристалла

устный опрос , примерные вопросы:

Электроны в периодическом поле кристалла. Функция Блоха и ее свойства. Случай сильной связи. Эффективная масса. Приближенное вычисление нижних уровней энергии. Электрон в кристаллическом поле. Случай слабой связи. Энергетические зоны, запрещенная щель. Движение электрона в кристалле под действием внешнего поля. Классификация твердых тел по их электрическим свойствам на основе зонной теории. Проводники. Диэлектрики. Полупроводники. Статистика электронов в кристалле. Функция Ферми и ее свойства. Энергия Ферми. Поверхность Ферми. Приобретаемые компетенции - ОПК-3, ПК-1, ПК-3.

Тема 4. Металлическое состояние.

письменная работа , примерные вопросы:

Сильно вырожденный электронный газ, энергия Ферми как функция температуры. Численная оценка энергии Ферми в случае квадратичного закона дисперсии. Энергия электронов в кристалле. Электронная теплоемкость металлов. Электро- и теплопроводность металлов. Закон Видемана-Франца. Магнитосопротивление. Эффект Холла в металлах и полупроводниках, постоянная Холла, определение знака носителей тока. Векторы решетки, элементарная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца. Понятие об обратной решетке, векторы обратной решетки. Типы связи в кристалле, примеры веществ. Колебания двухатомной цепочки, акустические и оптические фононы. Статистика фононов, решеточная теплоемкость, модель Дебая. Ангармонизм колебаний решетки, его проявления. Зонная структура твердых тел, классификация по зонной структуре. Статистика электронов в кристалле, энергия Ферми. Приобретаемые компетенции - ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики

устный опрос , примерные вопросы:

Полупроводники с точки зрения зонной теории твердых тел, носители заряда в собственном (беспримесном) полупроводнике, уровни Ферми, электропроводность полупроводников. Примеси и их влияние на свойства полупроводников, доноры и акцепторы, полупроводники n- и p-типа. Контактные явления в полупроводниках, контакт Шоттки, омический контакт. p-n переход, вольтамперная характеристика p-n перехода. Ток генерации и ток рекомбинации, диод на p-n переходе. Воздействие света на полупроводник, фотопроводимость. Элементарные возбуждения в полупроводнике, экситоны Ванье-Мотта, экситоны Френкеля, плазмоны. Полупроводниковые фотоприемники, фоторезисторы, фотодиоды. Биполярный транзистор, полевой транзистор. Полупроводниковые источники света: светодиоды, лазеры. Диэлектрики, поляризация диэлектриков в электрическом поле, сегнетоэлектрики. Приобретаемые компетенции - ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4.

Тема 6. Обзор состояния учения о магнетизме.

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация твердых тел по их магнитным свойствам: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики - физические проявления и причины. Диамагнетизм - классический и квантовый. Парамагнетизм - восприимчивость в классической и квантовой теории, феноменологическая теория ферромагнетизма, теория молекулярного поля. Квантовая теория ферромагнетизма, спиновые волны - магноны. Статистика спиновых волн, намагниченность ферромагнетика при низких температурах. Антиферромагнетизм в приближении молекулярного поля, теория Нееля. Приобретаемые компетенции - ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4.

Тема 7. Сверхпроводимость.

устный опрос , примерные вопросы:

Критическая температура, магнитные свойства, эффект Мейсснера-Оксенфельда. Критическое магнитное поле, сверхпроводники 2-го рода. Теплоемкость сверхпроводников. Основы теории Бардина-Купера-Шриффера, электрон-фононное взаимодействие, куперовские пары. Ферми газ и Бозе конденсат, квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературные сверхпроводники. Сверхтекучесть. Приобретаемые компетенции - ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4.

Тема 8. Жидкие кристаллы.

письменная работа , примерные вопросы:

Жидкие кристаллы, классификация. Структура жидких кристаллов, свойства жидких кристаллов, обусловленные структурой. Жидкие кристаллы в электрическом поле. Прохождение света через жидкие кристаллы. Собственные и примесные полупроводники, носители тока в полупроводниках. Полупроводниковые гетероструктуры, принципы работы диода и биполярного транзистора. Барьер Шоттки. Возбуждения носителей тока в полупроводниках, экситоны. Полупроводниковые преобразователи света в электричество и электричества в свет, примеры приложений. Сегнетоэлектрики, физическая причина сегнетоэлектричества, примеры. Классификация магнитных свойств веществ. Ферромагнетизм, классическая теория Вейсса. Антиферромагнетизм, теория Нееля. Квантовая природа сильного магнетизма. спиновые волны в ферромагнетиках. Сверхпроводимость, ее проявления, типы сверхпроводников. Критическое магнитное поле. Основы микроскопической теории сверхпроводимости, Куперовские пары. Эффект Джозефсона. Приобретаемые компетенции - ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме балльно-рейтинговой системы, и окончательный контроль в форме Экзамена (в форму "забит" зачет по прежнему ФГОС 3, однако в приложенном листе согласование эта замена зачета в 6-м семестре на экзамен в 6-м семестре оговорена.)

"Физика конденсированного состояния"

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

[1] Текущая работа студента (активность на лекциях) 10

[2] Письменные работы (2) 40

[3] Экзамен 50

Примерные экзаменационные билеты:

Билет ♦1

1. Эффект Холла в металлах и полупроводниках. Постоянная Холла.

2. Сверхтекучесть.

Билет ♦2

1. Полупроводники с точки зрения зонной теории твердых тел. Собственная проводимость полупроводника (беспримесный полупроводник).

2. Ферромагнетизм в приближении молекулярного поля.

Билет ♦3

1. Электропроводность полупроводников. Подвижность носителей электричества.
2. Ферромагнетизм. Спиновые волны - магноны.

Билет ♦4

1. Примеси и их влияние на свойства полупроводников. Доноры и акцепторы. Закон действующих масс. Полупроводники n-типа и p-типа.
2. Антиферромагнетизм в приближении молекулярного поля.

Билет ♦5

1. Контактные явления в полупроводниках. Контакт Шоттки. Омический контакт.
2. Энергия спиновых волн при низких температурах.

Билет ♦6

1. Контактные явления в полупроводниках. P-n переход. Ток генерации и ток рекомбинации. Вольтамперная характеристика p-n перехода.
2. Статистика магнонов. Спиновые волны. Намагниченность ферромагнетика при низких температурах.

Билет ♦7

1. Биполярный транзистор. Полевой транзистор.
2. Теплоемкость сверхпроводников. Изотопный эффект.

Билет ♦8

1. Электроны в периодическом электрическом поле кристалла. Общие свойства волновых функций. Граничные условия.
2. Взаимодействие электронов через поле виртуальных фононов. Куперовские пары. Основы теории Б.К.Ш.. Ферми-газ. Бозе-конденсат.

Билет ♦9

1. Функции Блоха. Уравнения движения для Блоховских функций. Следствия.
2. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона.

Билет ♦10

1. Сверхпроводимость неметаллических соединений.
2. Распределение значений волнового вектора в обратном пространстве.

Билет ♦11

1. Электроны в периодическом электрическом поле кристалла. Приближение сильной связи. Нижние уровни энергии.
2. Кристаллическая решетка. Примитивная элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца.

Билет ♦12

1. Электроны в электрическом поле кристалла. Приближение слабой связи электронов с остовом.
2. Обратная решетка и ее свойства. Зоны Бриллюэна.

Билет ♦13

1. Нормальные колебания одномерной решетки.
2. Классификация твердых тел по их электрическим свойствам на основе зонной теории.

Билет ♦14

1. Нормальные колебания одномерной периодической структуры с базисом (двухатомная цепочка). Акустическая и оптическая колебательные ветви.
2. Распределение Ферми. Энергия Ферми. Общие свойства функции распределения Ферми.

Билет ♦15

1. Колебания трехмерной периодической структуры с базисом. Граничные условия Борна-Кармана.

2. Полупроводники. Электропроводность полупроводников, закон действующих масс.

Билет ♦16

1. Квантовая теория гармонического кристалла. Фононы.
2. Температурная зависимость энергии Ферми для сильно вырожденного электронного газа.

Билет ♦17

1. Статистика фононов. Выражение для энергии колебаний кристалла (энергия поля фононов).
2. Энергия Ферми для случая простейшего закона дисперсии. Приближение эффективной массы.

Билет ♦18

1. Фононная теплоемкость кристалла при высоких температурах. Закон Дюлонга и Пти.
2. Классификация твердых тел по их магнитным свойствам.

Билет ♦19

1. Фононная теплоемкость кристаллов. Низкотемпературное приближение.
2. Ларморовский диамагнетизм твердых тел.

Билет ♦20

1. Теплоемкость металлов.
2. Дебаевская модель колебательного спектра кристалла. Распределение осцилляторов решетки по частотам.

Билет ♦21

1. Высокотемпературные сверхпроводники.
2. Теплоемкость кристалла на основе Дебаевской модели колебательного спектра кристалла.

Билет ♦22

1. Квантовая теория парамагнетизма.
2. Теплоемкость, обусловленная примесью атомов с низколежащими уровнями энергии (парамагнитные примеси).

Билет ♦23

1. Магнитное упорядочение. Доменная структура. Стенки Блоха.
2. Эффекты ангармонизма. Тепловое расширение твердых тел.

Билет ♦24

1. Электрические и оптические свойства жидких кристаллов.
2. Фотопроводимость полупроводников. Экситоны Ванье-Мотта, экситоны Френкеля.

Билет ♦25

1. Сегнетоэлектрики. Особенности сегнетоэлектрического фазового перехода.
2. Светодиоды. Полупроводниковый лазер.

Дополнительные вопросы к экзамену по ФКСВ

1. Число независимых собственных функций? соответствующих данному собственному значению? называют:
 - 1) кратностью вырождения 2) степенью вырождения 3) спектром вырождения.
2. Целые числа, определяющие собственные значения и собственные функции? называют:
 - 1) собственными числами 2) квантовыми числами 3) собственными значениями.
3. Совокупность собственных значений оператора называется его:
 - 1) спектром 2) значением 3) вырождением.
4. Обменное взаимодействие ...
 - 1) связано с классичностью приборов

- 2) является отдельным видом сил
3) связано с тождественностью частиц
5. Квант колебаний спина в магнитоупорядоченных системах называют:
- 1) поляритон
 - 2) магنون
 - 3) экситон Ванье-Мотта
 - 4) экситон Френкеля
 - 5) фонон
 - 6) плазмон
6. Квант колебаний плотности заряда называют:
- 1) фонон
 - 2) экситон Френкеля
 - 3) магنون
 - 4) плазмон
 - 5) экситон Ванье-Мотта
 - 6) поляритон
7. Квант упругих колебаний называют:
- 1) плазмон
 - 2) фонон
 - 3) экситон Френкеля
 - 4) экситон Ванье-Мотта
 - 5) магنون
 - 6) поляритон

7.1. Основная литература:

1. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3, 500 экз.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421>
2. Физика твердого тела / Епифанов Г.И. - СПб:Лань, 2011. - 288 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023
3. Основы физики конденсированного состояния : [учебное пособие] / Ю. В. Петров .? Долгопрудный : Интеллект, 2013 .? 213 с

7.2. Дополнительная литература:

1. Введение в физику твердого тела : перевод с английского / Ч. Киттель ; Под ред. и пер. А. А. Гусева; Пер. А. В. Пахнева .? Москва : Наука, 1978 .? 792 с. : ил.
2. Физика: Учебное пособие / А.В. Ильюшонок, П.В. Астахов, И.А. Гончаренко и др. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 600 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-006556-4, 800 экз.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=397226>

7.3. Интернет-ресурсы:

Информационно-аналитическая система продвижения образовательных продуктов -

<http://nano.fcior.edu.ru/card/27564/lekcii-po-discipline-sovremennye-problemy-fiziki-kondensirovannogo-so>

Информационный бюллетень - http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index_tem.htm

МГУ им. Ломоносова - shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/notes.html

нанотехнологическое сообщество Нанометр -

http://www.nanometer.ru/2010/04/03/msu_210223.html

НИИЯФ МГУ им. Ломоносова - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/solidst/index.html#%D1%81>

Образовательный проект А.Н. Варгина - www.ph4s.ru/book_ph_tvfoto.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика конденсированного состояния" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Освоение дисциплины "Физика конденсированного состояния" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью до 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен

студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав. Весьма желательно сопровождение практикумом по физике конденсированного состояния (до 12 работ).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Тагиров Л.Р. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.