

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

_____» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы физики конденсированного состояния Б1.В.ДВ.18

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Тагиров М.С.

Рецензент(ы):

Тагиров Л.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 6146519

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 М.С. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем, Murat.Tagirov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Основы физики конденсированного состояния сводится к установлению связи между свойствами индивидуальных атомов и молекул в гиганские ассоциации в виде регулярно-упорядоченных систем - кристаллов и наночастицы. Реальные кристаллы и аморфные тела значительно сложнее, но эффективность простых моделей является необходимым шагом на пути физики сложных систем.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.18 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Требования к входным знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей): разделы общей физики - молекулярная физика, электричество и магнетизм, атомная физика, раздел высшей математики - мат. анализ. Освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее для курса лекций по Физике конденсированного состояния.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные методы радиофизических измерений;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные положения молекулярной физики

2. должен уметь:

Работать с Интернет ресурсами

3. должен владеть:

Английским языком для работы с монографиями и статьями, а также с интернет ресурсами.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

работать со статьями и монографиями на английском языке.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 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	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Структура твёрдых тел. Элементы кристаллографии. Элементы физической статистики. Зонная теория твёрдых тел.	8	1-2	4	0	0	Коллоквиум
2.	Тема 2. Элементарные возбуждения в твёрдых телах. Динамика кристаллической решетки. Тепловые и электрические свойства твёрдых тел.	8	3-5	6	6	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Магнитные свойства твёрдых тел. Фотонные кристаллы и их свойства.	8	6-9	8	12	0	Письменное домашнее задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Структура твёрдых тел. Элементы кристаллографии. Элементы физической статистики. Зонная теория твёрдых тел.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Силы Ван-дер-Ваальса, их классификация. Ионная, ковалентная и металлическая связи в твёрдых телах. Кристаллическая решетка. Решетка Бравэ и с базисом. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристаллах (индексы Миллера). Способы описания состояний макроскопической системы. Числа состояний для микрочастиц. Классическая и квантовая статистики, их особенности и условия применимости. Энергетические уровни свободных атомов. Энергетический спектр электронов в кристалле. Зависимость энергии электронов от волнового вектора (закон дисперсии).

Тема 2. Элементарные возбуждения в твёрдых телах. Динамика кристаллической решетки. Тепловые и электрические свойства твёрдых тел.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Условия возникновения элементарных возбуждений в твёрдых телах. Время жизни элементарных возбуждений. Импульс фонона. Неупругое рассеяние фотонов на акустических фононах. Теплоёмкость твёрдого тела. Области низких и высоких температур. Теплоёмкость электронного газа. Ангармонические взаимодействия в кристаллах. Теплопроводность диэлектриков в области высоких и низких температур. Теплопроводность металлов. Области высоких и низких температур. Равновесное состояние электронного газа. Дрейф электронов под влиянием внешнего электрического поля. Время релаксации и длина свободного пробега электронов. Электропроводность чистых металлов и металлических сплавов. Явление сверхпроводимости. Щели в энергетическом спектре сверхпроводника.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Решение задач на определение числа нормальных колебаний решетки. Решение задач на вычисление решеточной теплоемкости и числа нормальных колебаний. Решение задач на определение подвижности свободных электронов.

Тема 3. Магнитные свойства твёрдых тел. Фотонные кристаллы и их свойства.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Магнитные свойства атомов. Классификация магнитных материалов. Полный магнитный момент атома. Магнитная восприимчивость диамагнетиков. Диамагнетизм. Классическая и квантовая модели парамагнетизма. Антиферромагнетизм, ферримагнетизм, ферриты. Классификация фотонных кристаллов. Особенности их поведения в микрорезонаторах и пленочных волноводах. Основы теории фотонных кристаллов в материалах с действительной положительной диэлектрической постоянной. Модели наночастиц. Фрактальное представление теории Дебая для макро- и наноструктур. Теплоёмкость фрактальных макро- и микроструктур. Теплоёмкость фрактальных наноструктур.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Решение задач на вычисление магнитного момента атома меди. Нахождение временной зависимости концентраций электронов и дырок в полупроводнике. Дискуссия по пройденному материалу.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Структура твёрдых тел. Элементы кристаллографии. Элементы физической статистики. Зонная теория твёрдых тел.	8	1-2	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Элементарные возбуждения в твёрдых телах. Динамика кристаллической решетки. Тепловые и электрические свойства твёрдых тел.	8	3-5	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
3.	Тема 3. Магнитные свойства твёрдых тел. Фотонные кристаллы и их свойства.	8	6-9	подготовка домашнего задания	18	домашнее задание
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа, компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций

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

Тема 1. Структура твёрдых тел. Элементы кристаллографии. Элементы физической статистики. Зонная теория твёрдых тел.

коллоквиум , примерные вопросы:

Классификация твёрдых тел по кристаллографической симметрии. Обратная решетка и ее свойства. Дефекты кристаллической решетки. Индексы Миллера. Элементы симметрии в кристаллах, трансляционная симметрия, ячейка Вигнера-Зейтца.

Тема 2. Элементарные возбуждения в твёрдых телах. Динамика кристаллической решетки. Тепловые и электрические свойства твёрдых тел.

домашнее задание , примерные вопросы:

Колебания в решетке, состоящей из одинаковых атомов, в приближении Борна-Кармана(БК-приближение). Поведение сверхпроводника во внешнем электрическом и магнитном полях. Условия перехода от нормального к сверхпроводящему состоянию проводника.

Тема 3. Магнитные свойства твёрдых тел. Фотонные кристаллы и их свойства.

домашнее задание , примерные вопросы:

Классическая и квантовая модели парамагнетизма. Квантовая природа ферромагнетизма. Доменная структура ферромагнетизма. Температура Кюри и Нееля. Методы получения фотонных кристаллов и способы управления фотонами.

Итоговая форма контроля

зачет (в 7 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Самостоятельная работа студентов позволяет развить следующие компетенции:

при подготовке к зачёту - ОК-3, ПК-1

при устных опросах (дискуссия) - ОК-1, ОК-6

при подготовке домашнего задания - ОК-1, ОК-3, ОК-6

при подготовке к коллоквиуму- ОК-12, ПК-2

Вопросы к зачёту:

1. Силы Ван-дер-Ваальса, их классификация.
2. Ионная, ковалентная и металлическая связи в твёрдых телах.
3. Кристаллическая решетка. Решетка Бравэ и с базисом. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристаллах (индексы Миллера).
4. Способы описания состояний макроскопической системы. Числа состояний для микрочастиц. Классическая и квантовая статистики, их особенности и условия применимости.
5. Энергетические уровни свободных атомов. Энергетический спектр электронов в кристалле. Зависимость энергии электронов от волнового вектора (закон дисперсии).
6. Условия возникновения элементарных возбуждений в твёрдых телах. Время жизни элементарных возбуждений.
7. Импульс фонона. Неупругое рассеяние фотонов на акустических фононах.
8. Теплоёмкость твёрдого тела. Области низких и высоких температур. Теплоёмкость электронного газа. Ангармонические взаимодействия в кристаллах. Теплопроводность диэлектриков в области высоких и низких температур.
9. Теплопроводность металлов. Области высоких и низких температур.
10. Равновесное состояние электронного газа. Дрейф электронов под влиянием внешнего электрического поля.
11. Время релаксации и длина свободного пробега электронов. Электропроводность чистых металлов и металлических сплавов.
12. Явление сверхпроводимости. Щели в энергетическом спектре сверхпроводника.
13. Магнитные свойства атомов. Классификация магнитных материалов. Полный магнитный момент атома.
14. Магнитная восприимчивость диамагнетиков. Диамагнетизм.
15. Классическая и квантовая модели парамагнетизма. Антиферромагнетизм, ферримагнетизм, ферриты.
16. Классификация фотонных кристаллов. Особенности их поведения в микрорезонаторах и пленочных волноводах. Основы теории фотонных кристаллов в материалах с действительной положительной диэлектрической постоянной.
17. Модели наночастиц. Фрактальное представление теории Дебая для макро- и наноструктур. Теплоёмкость фрактальных макро- и микроструктур. Теплоёмкость фрактальных наноструктур.

7.1. Основная литература:

1. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 296 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70766>
2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2009. - 416 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2173>
3. Брандт, Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2010. - 632 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59598>

7.2. Дополнительная литература:

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.9 Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2004. - 496 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2235>
2. Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ш.А. Пиралишвили [и др.]. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 200 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91292>. - Загл. с экрана.
3. Цвелик, А.М. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния [Электронный ресурс] / А.М. Цвелик. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2004. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2714>. - Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

- Nanomaterials - <http://nanohub.org/resources/379/download/2005.07.15-sands-nclt.pdf> Images
Quantum well - <https://www.google.ru/search?hl=en&newwindow=1&tbo=d&biw=1163&bih=879&tbm=isch&sa=1&q=quantum+well>
Quantum wire - <https://www.google.ru/search?hl=en&newwindow=1&tbo=d&biw=1163&bih=879&tbm=isch&sa=1&q=quantum+wire>
Ququantum dot - <https://www.google.ru/search?hl=en&newwindow=1&tbo=d&biw=1163&bih=879&tbm=isch&sa=1&q=quantum+dot>
Сверхпроводимость - <http://www.youtube.com/watch?v=0lkiEQTpqgU>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы физики 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.

При чтении лекций и проведении семинаров предусмотрено использование мультимедийного проектора

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Физика магнитных явлений .

Автор(ы):

Тагиров М.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Тагиров Л.Р. _____

"__" _____ 201__ г.