

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кемеровский государственный университет
Институт фундаментальных наук



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФН
А. М. Гудов
_____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
Физика конденсированного состояния

Направление подготовки
03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки
«Физическое материаловедение»

Уровень бакалавриата

Форма обучения
очная

Кемерово 2016

Рабочая программа дисциплины утверждена Ученым советом Физического факультета
(протокол Ученого совета факультета № 7 от 20 февраля 2012 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета
(протокол Ученого совета факультета № 7 от 25 февраля 2013 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета
(протокол Ученого совета факультета № 9 от 17 февраля 2014 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета
(протокол Ученого совета факультета № 11 от 20 февраля 2015 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета
(протокол Ученого совета факультета № 7 от 15 февраля 2016 г.)

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры теоретической физики
Зав. кафедрой Поплавной А.С.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению <i>Физика</i> ...	4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	4
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	6
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	8
6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	8
6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы.....	9
6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.11	
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	13
а) основная учебная литература:.....	13
б) дополнительная учебная литература:.....	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
12. Иные сведения и (или) материалы	14
12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению *Физика*

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код компетенции</i>	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	<p>Знать: теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики, атомной физики, физики атомного ядра и частиц. Теоретические основы, основные понятия, законы и модели теоретической механики, теории колебаний и волн, квантовой механики, термодинамики и статистической физики, методов теоретических и экспериментальных исследований в физике.</p> <p>Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.</p> <p>Владеть: физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области общей физики.</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Данная дисциплина реализуется в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата.

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» имеет тесную связь практически со всеми дисциплинами физического цикла и является основополагающей для большого числа профильных дисциплин, что в значительной степени относится к направлению материаловедения. При освоении данной дисциплины необходимо владеть компетенциями дисциплин *Модуля Математика, Квантовая теория, Атомная Физика, Введение в физику твердого тела*

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕ), 72 академических часа.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
Аудиторная работа (всего):	36
в т. числе:	
Лекции	18
Практические занятия	18
в т.ч. в активной и интерактивной формах	18
Внеаудиторная работа (всего):	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен)	зачет

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся	
			всево	лекции		
1.	Введение. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.	32	8	8	16	Реферат. Индивидуальная работа.
2.	Методы решения уравнений зонной теории.	8	2	2	4	Реферат. Индивидуальная работа.
3.	Электрон-фононное	16	4	4	8	Реферат. Индивидуальная работа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся	
		всего	лекции	практические занятия		
	взаимодействие.					дуальная работа.
4.	Оптические свойства кристаллов.	8	2	2	4	Реферат. Индивидуальная работа.
5.	Поверхностные состояния электронов.	8	2	2	4	Реферат. Индивидуальная работа.
	Всего за 7 семестр	72	18	18	36	зачёт

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Введение. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.	Трансляционная симметрия, основные векторы трансляций, элементарная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца, обратная решетка, первая зона Бриллюэна, система единиц (атомная, релятивистская). Периодический потенциал, теорема Блоха, зонная структура, дисперсионная зависимость, классификация твердых тел. Элементарные возбуждения. Квазичастицы. Общая формулировка квантовой задачи многих тел. Многоэлектронное уравнение Шредингера, Гамильтониан. Разделение атомных и электронных координат. Валентное приближение. Вариационный принцип Ритца. Уравнения Хартри. Самосогласованный потенциал. Решение «самосогласованных» уравнений. Определитель Слэйттера. Вычисление средних значений с детерминантными функциями. Вариационный принцип. Уравнения Хартри-Фока. Обменная энергия. Электронная плотность, определение, основные свойства. Первая теорема Хоэнберга-Кона. Вторая теорема Хоэнберга-Кона, вариационный принцип для электронной плотности. Функционал полной энергии. Построение функционала энергии с использованием фиктивной системы невзаимодействующих частиц. Уравнения Кона-Шэма. Обменно-корреляционная энергия.
<i>Темы лекций</i>		
1.1.	Введение. Основные понятия. Основные положения физики твердого тела.	
1.2	Квантовая задача многих тел. Адиабатическое приближение.	
1.3	Одноэлектронное приближение.	
1.4	Теория Функционала Плотности. Метод Кона-Шэма.	
<i>Темы практических занятий</i>		
1.1.	Структура и симметрия кристаллов. Решетка Бравэ. Основные векторы трансляций.	
1.2	Упаковка атомов в кристаллах. Коэффициент упаковки для решеток Бравэ. Атомные плоскости. Индексы Вейса.	
1.3	Обратная Решетка. Основные векторы трансляций обратной решетки. Зона Бриллюэна.	

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.4		Общие свойства уравнения Шредингера для периодических систем. Теорема Блоха. Блоховские функции. kp -гамильтониан.
2	Методы решения уравнений зонной теории	Общая формулировка задачи. Базисные функции. Секулярное уравнение. Метод плоских волн. Метод присоединенных плоских волн. Метод ортогонализированных плоских волн. Псевдопотенциал. Линеаризация. Линейный метод присоединенных плоских волн (ЛППВ). Электрон в пустой решетке. Метод сильной связи. Метод почти свободных электронов. Эффективная масса. Теорема Ванье.
<i>Темы лекций</i>		
2.1.	Методы решения уравнений зонной теории	
<i>Темы практических занятий</i>		
2.1.	Модель Кронига-Пенни. Энергетические зоны.	
2.2	Метод плоских волн. Периодический потенциал. Зонная структура в методе плоских волн.	
2.3	Основные электронные характеристики: эффективная масса, скорость.	
2.4	Метод сильной связи. Функции Ванье. Задачи на вычисление дисперсионной зависимости для простых структур.	
3	Электрон-фононное взаимодействие.	Общие свойства взаимодействия электрона с колебаниями решетки. Тензор деформации, локальность. Деформационный потенциал. Гармонический осциллятор. Вторичное квантование, операторы рождения и уничтожения. Гамильтониан взаимодействия электронов с фононами в представлении чисел заполнения. Простейшие типы взаимодействий. Виртуальные фононы. Взаимодействие электрона с деформацией решетки в случае сильной связи. Электрон-фононное взаимодействие в ионных кристаллах. Полярон. Модель Фрелиха.
<i>Темы лекций</i>		
3.1.	Электрон-фононное взаимодействие.	
3.2	Электрон-фононное взаимодействие в ионных кристаллах.	
4	Оптические свойства кристаллов.	Виды взаимодействия света с твердым телом; оптические константы; поглощение света кристаллами. Рекомбинационное излучение. Твердотельные лазеры. Общий теоретический анализ межзонных оптических переходов; дипольное приближение; вертикальные переходы; связь с оптическими константами.
<i>Темы лекций</i>		
4.1.	Оптические свойства кристаллов. Квантовая теория оптических свойств кристаллов.	
5	Поверхностные состояния электронов	Теоретическое обоснование существования поверхностных электронных состояний. Таммовские поверхностные состояния. Поверхностные уровни типа Шокли. Влияния поверхностных состояний на физические свойства. Методы изучения электронной структуры поверхности.
<i>Темы лекций</i>		
5.1.	Поверхностные состояния электронов	
<i>Темы практических занятий</i>		
5.1.	Поверхностные состояния электронов	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Зиненко, В.И. Основы физики твердого тела: учеб. пособие для вузов/ В.И. Зиненко, Б.П. Соколин, П.П. Турчин. – М.: Физматлит, 2001. – 336 с.
2. Павлов, П.В. Физика твердого тела/ П.В. Павлов, А.В. Хохлов. – М.: Высш. шк., 2000. – 494 с.
3. Барьяхтар В.Г., Зароченцев Е.В., Троицкая Е.Г. Методы вычислительной физики в теории твердого тела, 1990
4. Блэйкмор, Дж. Физика твердого тела/ Дж. Блэйкмор. – М.: Мир, 1988. – 608 с.
5. Эварестов Р.А. Квантовохимические методы в теории твердого тела, 1982
6. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела/ Ч. Киттель. – М.: Наука, 1978. – 792 с.

Вопросы и задания:

1. Дать определение решетки Бравэ.
2. Какие свойства являются общими для примитивной ячейки и ячейки Вигнера-Зейтца? В чем заключаются их отличия?
3. Является ли прямая решетка обратной по отношению к своей обратной?
4. Как вычисляется объем элементарной ячейки?
5. Как вычисляется объем ячейки Вигнера-Зейтца?
6. Указать число первых и вторых соседей для простой кубической решетки.
7. Указать число ближайших соседей для гранцентрированной кубической решетки.
8. Указать число ближайших соседей для объемно-центрированной кубической решетки.
9. Изобразить плоскости [100], [110], [111] для простой кубической решетки.
10. За счет каких взаимодействий стабилизируется кристаллическая структура ионных кристаллов.
11. Может ли быть стабильным кристалл, атомы которого взаимодействуют только со своими ближайшими соседями?
12. В чем состоит природа ковалентной связи.
13. Каков механизм водородной связи.
14. Привести примеры «скелетных» кристаллов и указать тип химической связи.
15. Описать природу взаимодействия Ван-дер-Ваальса.
16. Записать основное уравнение динамики решетки в гармоническом приближении.
17. Перечислить основные свойства решений уравнений динамики решетки.
18. В чем состоит отличие акустических колебаний от оптических.
19. Какой тип решеточных колебаний приводит к поляризации кристалла и почему.
20. Указать свойства волновой функции электронов в кристалле.
21. Сформулировать теорему Блоха.
22. Что называется Блоховской функцией?
23. Какие типы квазичастиц могут существовать в кристаллах?
24. В чем состоит механизм образования энергетических зон в кристаллах?
25. Как зонная теория объясняет основное различие металлов и диэлектриков?
26. Изобразить качественно схему энергетических зон полуметалла.
27. Записать соотношение, связывающее вектор скорости электрона и его волновой вектор.
28. Дать определение тензора эффективной массы. Какой вид имеет тензор в кубических кристаллах?
29. Вычислить эффективную массу электрона в одномерном кристалле с законом дисперсии

$$E(k) = E_1 + (E_2 - E_1) \sin^2\left(\frac{ak}{2}\right).$$

30. Вычислить эффективную массу электрона для закона дисперсии $E(\mathbf{k}) = E_0 - E_1 (\cos(k_x a) + \cos(k_y a) + \cos(k_z a) - 3)$.
31. Дать определение плотности состояний.
32. В чем состоит механизм рассеяния электронов на колебаниях решетки.
33. Перечислить факторы, приводящие к рассеянию электронов в кристалле.
34. Чем отличаются волновая функция поверхностных состояний и волновая функция для идеального кристалла?
35. Изобразить частотную зависимость диэлектрической проницаемости для диэлектрика с ионной поляризацией и указать поляритонную область.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	наименование оценочного средства
1.	Введение. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.	<i>ОПК – 3</i>	Реферат. Индивидуальное задание. Зачет.
2.	Методы решения уравнений зонной теории	<i>ОПК – 3</i>	Реферат. Индивидуальное задание. Зачет.
3.	Электрон-фононное взаимодействие.	<i>ОПК – 3</i>	Реферат. Индивидуальное задание. Зачет.
4.	Оптические свойства кристаллов.	<i>ОПК – 3</i>	Реферат. Индивидуальное задание. Зачет.
5.	Поверхностные состояния электронов.	<i>ОПК – 3</i>	Реферат. Индивидуальное задание. Зачет.

6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы

Темы рефератов:

1. Трансляционная симметрия кристаллов и её основные следствия.
2. Квантовая задача многих тел. Адиабатическое приближение.
3. Эффективный потенциал. Приближение Хартри-Фока и функционала электронной плотности.
4. Методы решения уравнений зонной теории. Метод плоских волн (ПВ), линейных комбинаций атомных орбиталей (ЛКАО).
5. Примеси и примесные уровни. Статистика носителей заряда. Неравновесные электроны и дырки.
6. Взаимодействия электрона с колебаниями решетки. Виртуальные фононы. Диаграммы Фейнмана.
7. Квазичастицы. Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье.
8. Квантовая теория оптических свойств кристаллов.
9. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
10. Взаимодействие света с кристаллической решеткой, поляритоны.
11. Рассеяния носителей заряда, проводимость, и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
12. Методы изучения поверхностных состояний.

Примеры индивидуальных заданий:

1. Для структуры алмаза (сфалерита) найти величину тетраэдрического угла А-В-А.
2. Найти коэффициент упаковки для объёмноцентрированной и гранецентрированной кубических решеток.
3. Показать, что решетка обратная к обратной, совпадает с исходной решеткой Бравэ.
4. Показать, что для простой кубической решетки направление $[hkl]$ перпендикулярно грани (hkl) .
5. Получить выражение для обменно-корреляционного потенциала. В локальном приближении для обменно-корреляционной энергии $E_{xc}[\rho] = \int \rho(\mathbf{r}) \varepsilon_{xc}(\rho; \mathbf{r}) d\mathbf{r}$.
6. Получить уравнения Кона-Шэма из выражения для энергии системы N электронов в теории функционала плотности.
7. Показать, что для одноатомного кристалла функция, построенная как $\Phi_{\mathbf{k}}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{\mathbf{a}} e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{a}} \varphi(\mathbf{r} - \mathbf{a})$, где $\varphi(\mathbf{r})$ – функции, локализованные в окрестности узлов решетки, является блоховской функцией.
8. Показать, что для любого состояния электрона в кристалле групповая скорость в два раза больше фазовой скорости. Найти соотношение между групповой и фазовой скоростью, если закон дисперсии имеет вид $\varepsilon(\mathbf{k}) = Ak^2 - Bk^4$, а также показать, что $v_{gp} = v_{ph}$, если $\varepsilon = \frac{2A^2}{9B}$.
9. Показать, что для каждой энергетической зоны существует $2N^3 \frac{\Omega_0}{(2\pi)^3}$ состояний, приходящихся на единицу объема обратного пространства.
10. Для простой кубической решетки с длиной ребра a вычислить 4 нижних энергии свободных электронов, если волновой вектор в схеме приведенных зон имеет длину $\pi/2a$ и перпендикулярен грани куба.
11. Получить выражение для тензора эффективной массы кристалла с простой кубической решеткой, если спектр энергий имеет вид $\varepsilon(\mathbf{k}) = E_a - 2A[\cos k_x a + \cos k_y a + \cos k_z a]$ и найти предельные значения для точки $\mathbf{k} = 0$.
12. Для гексагональной решетки построить плоскости (0001) , $(\bar{1}101)$.

Вопросы к зачету:

1. Основные понятия физики твердого тела: трансляционная симметрия, решетка Бравэ, основные векторы трансляций, элементарная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца.
2. Основные понятия физики твердого тела: обратная решетка, векторы трансляций обратной решетки, зона Бриллюэна.
3. Основные понятия физики твердого тела: периодический потенциал, теорема Блоха (формулировка), зонная структура.
4. Элементарные возбуждения. Квазичастицы.
5. Общая формулировка квантовой задачи многих тел, многоэлектронное уравнение Шредингера.
6. Адиабатическое приближение. Разделение атомных и электронных координат.
7. Одноэлектронное приближение. Метод Хартри.
8. Антисимметричные волновые функции. Метод Хартри-Фока.
9. Определение и общие свойства электронной плотности.
10. Теория Функционала Плотности: первая теорема Хоэнберга-Кона.
11. Теория Функционала Плотности: вторая теорема Хоэнберга-Кона, вариационный принцип.
12. Метод Кона-Шэма. Функционал энергии. Обменно-корреляционная энергия.
13. Метод Кона-Шэма, уравнения Кона-Шэма.
14. Методы решения зонных уравнений: базисные функции, секулярное уравнение.

15. Метод плоских волн.
16. Метод ячеек.
17. Метод присоединенных плоских волн: МТ-потенциал.
18. Метод присоединенных плоских волн: решение зонного уравнения.
19. Общая схема линейного метода присоединенных плоских волн.
20. Метод ортогонализированных плоских волн.
21. Псевдопотенциал. Модельные и первопринципные псевдопотенциалы.
22. Электрон в пустой решетке. Зонная структура.
23. Приближение сильной связи: определение и общие свойства функций Ванье.
24. Приближение сильной связи – закон дисперсии, энергетические зоны в методе сильной связи.
25. Модель почти свободных электронов, теория возмущений. Зонная структура в схеме расширенных и приведенных зон.
26. Периодические граничные условия. Вычисление интегралов по зоне Бриллюэна.
27. Плотность состояний, вычисление $N(E)$ для электрона в пустой решетке.
28. Свойства электронов в кристаллах: эффективная масса электронов и дырок, тензор эффективной массы.
29. Теорема Ванье.
30. Скорость электрона. Уравнения движения.
31. Электрон-фононное взаимодействие: общие свойства, тензор деформации, деформационный потенциал.
32. Вторичное квантование и представление чисел заполнения для деформационного потенциала.
33. Электрон-фононное взаимодействие – гамильтониана взаимодействия, диаграммы Фейнмана, элементарные процессы.
34. Виртуальные фононы.
35. Взаимодействие электронов с деформацией в случае сильной связи.
36. Электрон-фононное взаимодействие в ионных кристаллах. Полярон, модель Фрелиха.
37. Виды взаимодействия света с твердым телом; оптические константы.
38. Поглощение света кристаллами.
39. Рекомбинационное излучение. Твердотельные лазеры.
40. Общий теоретический анализ межзонных оптических переходов. Дипольное приближение.
41. Вертикальные переходы, связь с оптическими константами.
42. Поверхностные электронные состояния, локализация вблизи поверхности.
43. Природа поверхностных состояний.
44. Методы изучения электронной структуры поверхности.

6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Компетенции, приобретенные в результате обучения, оцениваются на основе учета посещаемости, написанных рефератов, выполненных индивидуальных заданий, активной работы "с места" и сданного зачета.

Максимальное число баллов за текущую успеваемость - 80:

1. Посещение каждого лекционного или практического занятия оценивается в 3 балла.

2. Максимальная оценка реферата - 8 баллов. Оценка «удовлетворительно» (4-5 баллов) выставляется, если реферат оформлен согласно требованиям, присутствуют основные разделы в его структуре. Оценка «хорошо» (6-7 баллов) выставляется, если не только оформление, но и содержание реферата отвечает требованиям к выполнению рефератов. Оценка «отлично» (8 баллов) выставляется, если автор при написании реферата использовал источники максимально соответствующие современному состоянию исследований по рассматриваемой теме, нестандартно представил её. Кроме того, весьма важным здесь является личный вклад автора, который заключается в том, что изложение строится не как дублиаж отдельного источника, а посредством проработки целого ряда различных источников.

Требования к написанию рефератов:

1. Правила оформления реферата

- При оформлении текста реферата следует учитывать, что открывается работа титульным листом, где указывается полное название учебного заведения, название учебного предмета, тема реферата, фамилии автора и преподавателя, место и год написания. На следующей странице, которая нумеруется сверху номером 2, помещается оглавление с точным названием каждой главы и указанием начальных страниц.
- Общий объем реферата не должен превышать 15-20 страниц для печатного варианта. Поля страницы: левое - 3 см., правое - 1,5 см., нижнее 2 см., верхнее - 2 см. до номера страницы. Текст печатается через 1,5 интервала. Если текст реферата набирается в текстовом редакторе Microsoft Word, рекомендуется использовать шрифты: Times New Roman Суг или Arial Суг, размер шрифта - 14 пт. При работе с другими текстовыми редакторами шрифт выбирается самостоятельно, исходя из требований - 60 строк на лист (через 2 интервала).
- Каждая структурная часть реферата (введение, главная часть, заключение и т.д.) начинается с новой страницы.

2. Структура реферата:

Введение. Раздел должен содержать постановку проблемы в рамках выбранной темы и обоснование выбора проблемы и темы. Во введении дается краткая характеристика изучаемой темы, обосновывается ее актуальность, отмечается практическая значимость изучения данного вопроса, где это может быть использовано.

Основная часть. В данном разделе должна быть раскрыта тема. В основной части, как правило, разделенной на главы, необходимо раскрыть все пункты составленного плана, связно изложить накопленный и проанализированный материал. Излагается суть проблемы, различные точки зрения на нее, собственная позиция автора реферата. Важно добиться того, чтобы основная идея, выдвинутая во введении, пронизывала всю работу, а весь материал был нацелен на раскрытие главных задач. Каждый раздел основной части должен открываться определенной задачей и заканчиваться краткими выводами.

Заключение. В заключении подводятся итоги по всей работе, суммируются выводы, содержащие ясные ответы на поставленные в цели исследования вопросы, делаются собственные обобщения (иногда с учетом различных точек зрения на изложенную проблему), отмечается то новое, что получено в результате работы над данной темой. Заключение по объему не должно превышать введение. Следует избегать типичных ошибок: увлечение второстепенным материалом, уход от проблемы, категоричность и пестрота изложения, бедный или слишком наукообразный язык, неточность цитирования, отсутствие ссылок на источник.

Список литературы. Список использованной литературы завершает работу. В нем фиксируются только те источники, с которыми работал автор реферата.

Приложение. Приложение к реферату позволяет повысить уровень работы, более полно раскрыть тему. В состав приложений могут входить: копии документов, графики, таблицы, фотографии и т.д. Сообщается и источник, откуда взяты материалы, послужившие основой для составления приложения (литературный источник обязательно вносится в список использованной литературы).

Содержание (оглавление реферата). Содержание (оглавление) реферата – это перечисление глав реферата с указанием страниц их расположения. Формулировки оглавления

должны точно повторять заголовки глав и подглав, параграфов в тексте, быть краткими и понятными.

3. Индивидуальные задания, или активная работа "с места" оцениваются по следующей системе: оценка 1 балл выставляется, если студент умеет определять и понимает постановку проблемы, а также делает первые шаги на пути её решения. При этом проблема полностью не решается, однако отдельные части решения должны быть выполнены. Оценка 2 балла выставляется, если выбран оптимальный метод решения проблемы, задание выполнено с осмыслением логических взаимосвязей и полученных результатов. Студент должен уметь доказательно объяснить действия необходимые для выполнения задания.

Максимальный аттестационный балл - 20:

На зачете оценка выставляется согласно ответам на вопросы. Оценка «удовлетворительно» (10-13 баллов) выставляется, если студент владеет понятийным аппаратом, терминологией. Оценка «хорошо» (14-17 балла) выставляется, если ответ содержит не только терминологические аспекты, но и понимание физического смысла. Оценка «отлично» (18-20 баллов) выставляется, если студент может объяснить рассматриваемый вопрос, ответить на дополнительные вопросы в рамках данного. При этом определяющее значение имеет не фактическое воспроизведение «на память» той или иной формулировки, формулы или выражения, а умение находить логические взаимосвязи, понимание сути вопроса.

Результирующая оценка определяется как сумма всех полученных оценок. Для получения «зачета» необходимо и достаточно, чтобы результирующая оценка составляла не менее 51 балла. Если студент за текущую работу (по текущей успеваемости) получает 51 и более баллов, то он автоматически получает «зачет» без итогового аттестационного испытания.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Епифанов, Г.И. Физика твёрдого тела: учебное пособие / Г.И. Епифанов; СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023 (Дата обращения: 10.01.2016)
2. Гордиенко, А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач: учебное пособие. 2 изд. доп. / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников; ФГБОУ ВПО «КемГУ»; Кемерово: Издательство КемГУ, 2011. – 91 с.
3. Гордиенко, А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач: учебное пособие/ А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий; ГОУ ВПО «КемГУ»; Томск: Издательство ТГПУ, 2008. – 72 с.
4. Матухин, В.Л. Физика твёрдого тела: учебное пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков; СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 224 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=262 (Дата обращения: 10.01.2016)
5. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния / Ю.А. Байков; Издательство «Бином. Лаборатория знаний», 2011. – 293 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4372 (Дата обращения: 10.01.2016)

б) дополнительная учебная литература:

1. Зиненко, В.И. Основы физики твердого тела: учеб. пособие для вузов/ В.И. Зиненко, Б.П. Сорокин, П.П. Турчин. – М.: Физматлит, 2001. – 336 с.
2. Павлов, П.В. Физика твердого тела/ П.В. Павлов, А.В. Хохлов. – М.: Высш. шк., 2000. – 494 с.
3. Блэйкмор, Дж. Физика твердого тела/ Дж. Блэйкмор. – М.: Мир, 1988. – 608 с.
4. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела/ Ч. Киттель. – М.: Наука, 1978. – 792 с.

5. Бонч-Бруевич, В.Л. Физика полупроводников/ В.Л. Бонч-Бруевич, С.П. Калашников. – М.: Наука, 1977. – 672 с.
6. Давыдов, А.С. Теория твердого тела/ А.С. Давыдов. – М.: Наука, 1976. – 639 с.
7. Эварестов Р.А. Квантовохимические методы в теории твердого тела, 1982
8. Барьяхтар В.Г., Зароченцев Е.В., Троицкая Е.Г. Методы вычислительной физики в теории твердого тела, 1990
9. Басалаев Ю.М., Гордиенко А.Б., Журавлев Ю.Н., Поплавной А.С. Моделирование электронных состояний в кристаллах, 2001

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

не требуются

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Следует внимательно изучить учебную программу дисциплины, характеризующую курс «Физика конденсированного состояния» и определяющую целевую установку. Это позволит чётко представлять, во-первых, круг изучаемых проблем, во-вторых, – глубину их постижения. Необходимо иметь подборку литературы, достаточную для изучения предлагаемого курса. Список литературы предлагается в п. 7 рабочей программы. При этом следует иметь в виду, что нужна литература различных видов: учебники, учебные и учебно-методические пособия.

Во время лекции по «Физика конденсированного состояния» студент должен уметь сконцентрировать внимание на рассматриваемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого ему необходимо конспектировать материал, излагаемый преподавателем. Во время конспектирования в работу включается моторно-двигательная память, позволяющая эффективно усвоить лекционный материал. Весь иллюстративный материал, представляемый на лекции (на слайдах, на доске, в раздаточном материале) также должен быть зафиксирован в конспекте лекций. Каждому студенту необходимо помнить о том, что конспектирование лекции – это не диктант. Студент должен уметь (или учиться уметь) выделять главное и фиксировать основные моменты «своими словами». Это гораздо более эффективно, чем запись «под диктовку».

Каждому студенту необходимо основательно закреплять полученные знания и вырабатывать навыки самостоятельной работы. Для эффективного достижения целей обучения по дисциплине «Физика конденсированного состояния», процесс изучения материала курса предполагает достаточно интенсивную работу не только на лекциях и семинарах, но и с различными информационными ресурсами в ходе самостоятельной работы на которую отводится половина времени обучения. В рабочей программе приведены вопросы и задания для самостоятельной работы.

В процессе освоения дисциплины необходимо регулярно обращаться к списку рекомендованной (основной и дополнительной) литературы. При самостоятельном изучении раздела №3 «Электрон-фононное взаимодействие» особое внимание следует обратить на такие понятия как «деформационный потенциал», «вторичное квантование», «представление чисел заполнения», при изучении раздела №4 «Оптические свойства кристаллов» на понятие «межзонные оптические переходы», а при изучении раздела №5 «Поверхностные состояния электронов» на такие принципиально важные понятия как «Таммовские состояния» и «уровни типа Шокли».

При подготовке к зачету особое внимание следует обратить на то, что целью курса является способность студентов применять основные принципы квантовой теории к исследованию свойств конденсированных сред. В связи с этим, важным является не только заучивание набора фактов и формул, но также понимание сущности рассматриваемых явлений и свойств, понимание существующих взаимосвязей.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Microsoft Office Power Point

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Освоение дисциплины производится на базе лекционного зала, оснащенного современным презентационным оборудованием, а также мультимедийной аудитории для практических занятий. Кроме того, для проведения занятий используется доска, маркеры.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Мультимедийные лекции, проблемно-поисковые семинары и лекции, концентрированное обучение, лекция-беседа, деловые и ролевые игры, консультации, индивидуальная работа, самостоятельные работы, зачет.

12.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организационно-педагогическое сопровождение студента с ОВЗ направлено на контроль освоения образовательной программы в соответствии с графиком учебного процесса и типовым или индивидуальным учебным планом и включает в себя, при необходимости, контроль за посещаемостью занятий, помощь в организации самостоятельной работы, организацию индивидуальных консультаций, контроль по результатам текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации.

Для студентов с ОВЗ по слуху предусматривается применение сурдотехнических средств, таких как, техники для усиления звука, видеотехники, мультимедийной техники и других средств передачи информации в доступных формах для лиц с нарушениями слуха.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, в том числе, специальные возможности операционных систем (электронные лупы, видеоувеличители), возможность масштабирования текста и другие средства передачи информации в доступных формах для лиц с нарушениями зрения.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции предусматривается применение компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением (виртуальные лабораторные практикумы, мультимедийные учебные комплексы, тесты для самопроверки и контроля), а также, специальные возможности операционных систем, таких, как экранная клавиатура, и альтернативные устройства ввода информации.

В образовательном процессе для лиц с ОВЗ возможно использование различных форм организации on-line и off-line занятий (вебинары, виртуальные лекции, обсуждение вопросов освоения дисциплины в рамках видеосвязи, чатов, форумов), что дает возможность индивидуализации траектории обучения таких категорий граждан (индивидуализация содержания, методов, темпа учебной деятельности, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в деятельность обучающегося и преподавателя). Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии позволяют эффективно обеспечивать коммуникации студента с ОВЗ не только с преподавателем, но и с другими обучающимися в процессе познавательной деятельности.

Так как преподавание данной дисциплины осуществляется в мультимедийной аудитории, необходимый набор технических средств для работы со студентами с ОВЗ имеется.

Составители:

Корабельников Д. В., к.ф.-м.н., доцент кафедры теоретической физики

Гордиенко А. Б., д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики