



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Физический факультет
Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.1.1 «Введение в физику твердого тела»

Направление подготовки: 03.03.02 «Физика»

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): «Физика конденсированного состояния»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК физического
факультета.
Протокол № 8
от 19 июня 2017 г.

Зам. председателя УМК
В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой
общей и экспериментальной физики.
Протокол №12
от 13 июня 2017 г.
Зав. кафедрой

А.А. Гаврилюк

Иркутск 2017 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины	
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	Ошибка! Закладка не определена.
3. Требования к результатам освоения дисциплины:	
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	
5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями).....	
5.3. Темы дисциплин и виды занятий	
6. Перечень практических занятий	
6.1. План самостоятельной работы студентов.....	
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	
7. Примерная тематика курсовых работ (при наличии)	Ошибка! Закладка не определена.
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Ошибка! Закладка не определена.
<i>а) основная литература</i>	Ошибка! Закладка не определена.
<i>б) дополнительная литература</i>	Ошибка! Закладка не определена.
<i>в) программное обеспечение</i>	Ошибка! Закладка не определена.
<i>г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	Ошибка! Закладка не определена.
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:	Ошибка! Закладка не определена.
10. Образовательные технологии:	Ошибка! Закладка не определена.
11. Оценочные средства (ОС):	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	

1. Цели и задачи дисциплины.

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 «Физика» и предназначена для обеспечения дисциплины «Введение в физику твердого тела», изучаемой студентами в течение шестого семестра.

Основная цель этой дисциплины - дать студентам знания о формировании, строении и свойствах твердых тел, а также о механизмах протекающих в них явлений при различных физических воздействиях.

Задачи дисциплины:

- обучить студентов основным разделам физики твердого тела;
- обеспечить овладение фундаментальными понятиями, законами и их следствиями, применяемыми в физике твердого тела;
- обеспечить овладение основными теоретическими и экспериментальными методами исследований, применяемыми в физике твердого тела;
- выработать у студентов навыков самостоятельной учебной работы, развить у них интерес к дальнейшей познавательной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Введение в физику твердого тела» реализуется в рамках вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата. Для освоения данной дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения дисциплин по общей физике, математике и химии. Она необходима для изучения профильных физических дисциплин: «Физика конденсированного состояния», «Основы кристаллофизики», «Физика диэлектриков», «Дифракционные методы исследования вещества», «Физика магнитных явлений», «Атомная и молекулярная спектроскопия», «Физика рентгеновского излучения», «Лазерная физика», «Лазерная спектроскопия».

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Курс «Введение в физику твердого тела», в соответствии с Учебным планом подготовки бакалавров в ИГУ по профилю «Физика конденсированного состояния» направления 03.03.02 «Физика» позволяет студенту приобретать следующие компетенции:

- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	36/1	36/1	-	-	-

В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18/0,5	18/0,5	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	18/0,5	18/0,5	-	-	-
Коллоквиум	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	108/3	108/3	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Проработка лекционного материала. Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к устным опросам. Изучение научной и специальной учебной литературы	108/3	108/3	-	-	-
Контроль	36/1	36/1	-	-	-
Вид аттестации зачет			-	-	-
Общая трудоемкость часы	180	180	-	-	-
зачетные единицы	5	5	-	-	-

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов дисциплины (модуля) и виды учебной работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации	
			Учебная работа	Самостоятельная работа		
						Лекции
1	Элементы, соединения, вещества, материалы. Диаграмма состояния. Твердое тело	2	1	-	6	Экспресс-опрос.
2	Симметрия и структура твердых тел	6	1	2	10	Экспресс-опрос. Собеседование

3	Дифракционные методы исследования структуры твердых тел	6	1	1	10	Экспресс-опрос. Собеседование
4	Энергия связи (когезии) веществ с различным типом химической связи	8	2	2	12	Экспресс-опрос. Собеседование
5	Фононы и колебания решетки	8	2	2	10	Экспресс-опрос. Собеседование
6	Тепловые свойства твердых тел	8	2	4	12	Экспресс-опрос. Собеседование
7	Свободный электронный газ	8	2	2	8	Экспресс-опрос. Собеседование
8	Энергетические зоны	8	2	2	8	Экспресс-опрос. Собеседование
9	Диэлектрики	10	2	1	8	Экспресс-опрос. Собеседование
10	Полупроводниковые кристаллы	10	1	2	10	Экспресс-опрос. Собеседование
11	Магнитные свойства твердых тел	8	1	-	8	Экспресс-опрос. Собеседование
12	Сверхпроводимость	8	1	-	6	Экспресс-опрос. Собеседование
	Итого	180	18	18	108	Контроль - 36

5.2. Содержание тем разделов дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание тем раздела дисциплины
1.	Вводное занятие: Элементы, соединения, вещества, материалы. Диаграмма состояния. Твердое тело	Предмет физики твердого тела. Определение твердого тела. Роль вещества в твердом состоянии в природе и в техническом прогрессе. Элементы, соединения, вещества, материалы. Диаграмма состояния однокомпонентной системы.
2.	Симметрия и структура твердых тел	Структурные характеристики вещества в конденсированном состоянии. Кристаллы, полимеры, аморфные среды, жидкости, жидкие кристаллы. Кристаллическая система координат. Вектор трансляции. Элементарная трансляция. Кристаллическая решётка. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Базис. Кристаллическая структура. Точечные элементы (операции) симметрии. Формула симметрии. Порядок осей симметрии для идеальных кристаллических многогранников. Обозначение узлов, направлений и плоскостей. Параметры Вейсса и индексы

		Миллера. Особое (единичное) направление. Кристаллографические категории и сингонии. 14 решёток Бравэ. Точечная группа симметрии. 32 класса симметрии.
3.	Дифракционные методы исследования структуры твёрдых тел	Обратное пространство. Обратная решётка. Свойства базисных векторов обратной решётки. Дифракция и интерференция волн в кристаллах. Условия дифракции Вульфа-Брэгга. Условие дифракции для обратной решётки. Импульс отдачи кристалла при рассеянии. Построение Эвальда. Плоскости перпендикулярные векторам обратной решетки и делящие их пополам. Зоны Бриллюэна. Приведение зон.
4.	Энергия связи (когезии) веществ с различным типом химической связи	Типы химических связей в кристаллах. Потенциал ионизации. Энергия электронного сродства. Молекулярная связь. Потенциал Леннарда-Джонса. Решёточные суммы. Равновесное состояние. Ионная связь. Энергия Маделунга. Постоянная Маделунга. Метод Эвьена. Ковалентная связь. Направленность и насыщенность связей. Правила Юм-Розери. π - и σ - связи. Гибридизация состояний. Металлическая связь.
5.	Фононы и колебания решетки	Кристаллы с одноатомным базисом. Уравнения движения. Дисперсионное соотношение. Фазовая и групповая скорости. Длинноволновое приближение. Общий случай. Продольные и поперечные акустические колебания. Кристаллы с двухатомным базисом. Уравнения движения. Дисперсионное соотношение. Характер относительного движения частиц. Оптические и акустические ветви.
6.	Тепловые свойства диэлектрических твёрдых тел	Классическая и квантовая теплоемкости твёрдого тела. Теории Эйнштейна и Дебая. Тепловое расширение. Теплопроводность.
7.	Свободный электронный газ	Спектр квантовых состояний свободных электронов в одномерном проводнике. Заселение состояний. Распределение Ферми-Дирака. Вклад теплоемкости электронного газа в теплоемкость твёрдого тела. Электропроводность и закон Ома. Теплопроводность металлов. Диэлектрическая проницаемость электронного газа. Плазменная частота. Поглощение и отражение электромагнитных волн в плазме твёрдого тела (поперечные оптические моды). Дисперсионное соотношение для поперечных волн. Продольные плазменные колебания в металлической пленке. Плазмоны. Возбуждение плазмонов при отражении электронов от поверхности металла.
8.	Энергетические зоны	Учет периодичности решеточного потенциала. Энергетические зоны в кристаллах. Генетическая связь энергетических зон с атомными состояниями кристаллообразующих частиц. Классификация твёрдых тел на основе зонной схемы. Электроны и дырки. Эффективная масса. Проводимость. Другие носители заряда. Диффузия и дрейф носителей. Подвижность носителей. Экситоны.

9.	Диэлектрики	Электрические и оптические явления в неметаллических кристаллах. Люминесценция. Вынужденное излучение. Твердотельные лазеры. Дефекты в кристаллах. Радиационно-физические процессы в твердых телах. Физика центров окраски в кристаллах.
10.	Полупроводниковые кристаллы	Собственные и примесные полупроводники. Закон действующих масс. Уровень Ферми в полупроводниках. Вырожденные полупроводники. <i>P-n</i> -переход, вольт-амперная характеристика. Полупроводниковый выпрямительный диод. Фотогенерация и рекомбинация носителей в полупроводниках. Прямые и не прямые переходы. Тепловая ионизация примесных атомов и дефектов. Оптическая накачка полупроводников. Квазиравновесие в зонах. Квазиуровни Ферми. Спонтанная и вынужденная рекомбинация. Условие инверсии в полупроводниках. Лазер на <i>p-n</i> – переходе. Светодиод.
11.	Магнитные свойства твердых тел	Диа- и парамагнетизм. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Электронный и ядерный магнитный резонанс.
12.	Сверхпроводимость	Низкотемпературные сверхпроводники. Сверхпроводники I и II рода. Эффект Мейснера. Теории Гинзбурга, Ландау, Бардина, Купера, Шриффера. Туннельный эффект. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературные сверхпроводники.

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)

Знания, полученные студентами при изучении курса «Введение в физику твердого тела» будут использованы при изучении профильных физических дисциплин: «Физика конденсированного состояния», «Основы кристаллофизики», «Физика диэлектриков», «Дифракционные методы исследования вещества», «Физика магнитных явлений», «Атомная и молекулярная спектроскопия», «Физика рентгеновского излучения», «Лазерная физика», «Лазерная спектроскопия».

6. Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела или темы дисциплины (модуля)	Наименование практических работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 2	Симметрия и структура твердых тел	2	Собеседование	ОПК-3, ПК-1
2.	Раздел 3	Дифракционные методы исследования структуры твердых тел	1	Собеседование	
3.	Раздел 4	Энергия связи (когезии) веществ с различным типом химической связи	2	Собеседование	

4.	Раздел 5	Фононы и колебания решетки	2	Собеседование	
5.	Раздел 6	Тепловые свойства твердых тел	4	Собеседование	
6.	Раздел 7	Свободный электронный газ	2	Собеседование	
7.	Раздел 8	Энергетические зоны	2	Собеседование	
8.	Раздел 9	Диэлектрики	1	Собеседование	
9.	Раздел 10	Полупроводниковые кристаллы	2	Собеседование	

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ недели	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Количество часов
1	Элементы, соединения, вещества, материалы. Диаграмма состояния. Твердое тело	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	6
2	Симметрия и структура твердых тел	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	10
3	Дифракционные методы исследования структуры твердых тел	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	10
4	Энергия связи (когезии) веществ с различным типом химической связи	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	12
5	Фононы и колебания решетки	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	10
6	Тепловые свойства твердых тел	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	12
7	Свободный электронный газ	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	8
8	Энергетические зоны	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	8
9	Диэлектрики	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	8
10	Полупроводниковые кристаллы	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме.	10

		работа	Изучение научной и специальной учебной литературы.	
11	Магнитные свойства твердых тел	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	8
12	Сверхпроводимость	Внеаудиторная работа	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	6
	ИТОГО			108

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий, при выполнении практических работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при подготовке к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, и при изучении научной и специальной учебной литературы.

Самостоятельной работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов также включает в себя подготовку к устным опросам по каждому из изучаемых разделов. Также самостоятельная работа подразумевает систематический подход к обучению, в соответствии с предложенным в разделе 6.1 графиком, что, в свою очередь, способствует получению зачета по данной дисциплине.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. : Лань, 2011. - 288 с. : рис., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература).


http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023

2. Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник - 4-е изд., стер. - СПб. Лань, 2010. - 391 с. рис., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=648

3. Киттель Чарльз. Введение в физику твердого тела: Учебное пособие по физике. М., изд-во «Книга по Требованию», 2012. 789 с.

б) дополнительная учебная литература:

Сверено с №5 415 

4. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела: Пер. с англ. Т.1,2, 1979. 824 с.
5. Василевский А.С. Физика твердого тела. Уч. пособие. М. «Дрофа», 2010, 210 с.
6. Епифанов Г.И., Мома Ю.А. Твёрдотельная электроника. Учебник. М.: Высшая школа, 1986, 304 с.
7. Суздаев, И. П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М. : Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2014, 592 с.
<http://www.ozon.ru/context/detail/id/27809273/>
8. Поплавной А.С. Многомерная кристаллография и ее применение в физике. Кемерово. ООО ИНТ. – 2011. – 242с.
9. Fluorescence Lifetime Spectroscopy and Imaging: Principles and Applications. Редакторы: Laura Marcu, Paul M. W. French, Daniel S. Elson. CRC Press, 2014, 570 p.
10. Баранов А.В., Виноградова Г.Н., Воронин Ю.М., Ермолаева Г.М., Парфенов П.С., Шилов В.Б. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью: Учебное пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 186 с.
<http://window.edu.ru/resource/305/64305>
11. В.Л. Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии. И-т физики микроструктур РАН. Н. Новгород, 2004, 114 с.
<https://sites.google.com/site/viktormironovipm/SPM-textbook>
12. А. А. Шалаев Основы физического материаловедения. Часть 1. Серия - Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Изд-во ИГУ, 2013 г. 126 с. (pdf) .
13. А. А. Шалаев Основы физического материаловедения. Часть 2. Серия - Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Изд-во ИГУ, 2014 г. 190 с. (pdf).
14. Е.Ф.Мартынович. Центры окраски в лазерных кристаллах. Иркутск, Изд-во Иркут. ун-та, 2004, 229 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", полезных для освоения дисциплины

- <http://elibrary.ru>
- <https://scholar.google.ru>
- http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2023
- http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=648
- <http://www.ozon.ru/context/detail/id/27809273/>
- <http://window.edu.ru/resource/305/64305>
- <https://sites.google.com/site/viktormironovipm/SPM-textbook>
- medphysics-irk.ru/publ-kef/pdf-shalaev/Shalaev-materials.pdf
- medphysics-irk.ru/publ-kef/pdf-shalaev/Shalaev_materials-2.pdf

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Методическим оформлением курса является использование современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео, документальные фильмы), дистанционных. Внедрение глобальной компьютерной сети в образовательный процесс позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов. Будут использованы программные средства и информационные технологии, задействованные в изучаемых экспериментальных методах и приборах.

10. Образовательные технологии

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности аспирантов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих аспирантов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного изучения материала и решения задач по дисциплине;

текущий контроль за деятельностью аспирантов осуществляется на лекционных и практических занятиях в форме самостоятельных работ, экспресс-опросов, а также в ходе собеседования.

11. Оценочные средства. Формы контроля освоения дисциплины

Текущий контроль успеваемости аспирантов и итоговая аттестация по дисциплине проводятся в соответствии с оценочными средствами, перечисленными ниже:

№	Вид оценочного средства	Содержание оценочных средств	Тематика
1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся по темам, связанным с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам дисциплины, перечисленным в разделе 11
2	Экспресс-опрос	Опрос обучающихся в течение 5-10 минут перед началом очередной лекции или практического занятия по материалам предшествующей лекции с целью проверки знания и закрепления ключевых понятий, определений, формул и формулировок.	По материалам предшествующих занятий и самостоятельной работы

3	Итоговая аттестация по дисциплине	Экзамен	Вопросы по темам дисциплины, перечисленным в разделе 11
---	-----------------------------------	---------	---

Критерии оценки знаний студентов

Оценка «отлично» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала.

Оценка «хорошо» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материал. Но в ответе имеются негрубые ошибки или неточности, делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «удовлетворительно» ставится при схематичном неполном ответе, неумении оперировать специальными терминами или их незнании, ответе с одной грубой ошибкой;

Оценка «неудовлетворительно» ставится при ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками, неумении оперировать специальной терминологией.

Список вопросов для экзаменационных билетов

1. Предмет физики твердого тела. Определение понятия «твердое тело». Роль твердого состояния вещества в природе и в техническом прогрессе.
2. Диаграмма состояния однокомпонентной системы.
3. Структурные характеристики вещества в конденсированном состоянии. Кристаллы, полимеры, аморфные среды, жидкости, жидкие кристаллы.
4. Кристаллическая система координат. Вектор трансляции. Элементарная трансляция. Кристаллическая решётка. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Базис. Кристаллическая структура.
5. Точечные элементы (операции) симметрии. Формула симметрии. Порядок осей симметрии для идеальных кристаллических многогранников. Обозначение узлов, направлений и плоскостей. Параметры Вейсса и индексы Миллера.
6. Особое (единичное) направление. Кристаллографические категории и сингонии. 14 решёток Бравэ. Точечная группа симметрии. 32 класса симметрии.
7. Обратное пространство. Обратная решётка. Свойства базисных векторов обратной решётки.
8. Дифракция и интерференция волн в кристаллах. Условия дифракции Вульфа-Брэгга.
9. Условие дифракции для обратной решётки.
10. Построение Эвальда. Плоскости перпендикулярные векторам обратной решетки и делящие их пополам. Зоны Бриллюэна. Приведение зон.
11. Типы химических связей в кристаллах. Потенциал ионизации. Энергия электронного сродства. Заполнение электронных оболочек атомов.

12. Молекулярная связь. Потенциал Леннарда–Джонса. Решёточные суммы. Равновесное состояние.
13. Ионная связь. Энергия Маделунга. Постоянная Маделунга. Метод Эвьена.
14. Ковалентная связь. Направленность и насыщенность связей. Правила Юм-Розери. π - и σ – связи. Гибридизация состояний.
15. Металлическая связь.
16. Кристаллы с одноатомным базисом. Уравнения движения. Дисперсионное соотношение. Фазовая и групповая скорости. Длинноволновое приближение. Общий случай. Продольные и поперечные акустические колебания.
17. Кристаллы с двухатомным базисом. Уравнения движения. Дисперсионное соотношение. Характер относительного движения частиц. Оптические и акустические ветви.
18. Классическая и квантовая теплоемкости твердого тела. Теории Эйнштейна и Дебая. Тепловое расширение. Теплопроводность.
19. Спектр квантовых состояний свободных электронов в одномерном проводнике. Заселение состояний. Распределение Ферми-Дирака. Вклад теплоемкости электронного газа в теплоемкость твердого тела.
20. Электропроводность и закон Ома.
21. Теплопроводность металлов.
22. Диэлектрическая проницаемость электронного газа. Плазменная частота. Поглощение и отражение электромагнитных волн в плазме твердого тела (поперечные оптические моды). Дисперсионное соотношение для поперечных волн.
23. Продольные плазменные колебания в металлической пленке. Плазмоны. Возбуждение плазмонов при отражении электронов от поверхности металла.
24. Учет периодичности решеточного потенциала. Энергетические зоны в кристаллах.
25. Генетическая связь энергетических зон с атомными состояниями кристаллообразующих частиц. Классификация твердых тел на основе зонной схемы.
26. Электроны и дырки. Эффективная масса. Проводимость. Другие носители заряда. Диффузия и дрейф носителей. Подвижность носителей. Экситоны.
27. Электрические и оптические явления в неметаллических кристаллах. Люминесценция. Вынужденное излучение. Твердотельные лазеры.
28. Дефекты в кристаллах. Радиационно-физические процессы в твердых телах.
29. Центры окраски в кристаллах.
30. Собственные и примесные полупроводники. Закон действующих масс. Уровень Ферми в полупроводниках.
31. Вырожденные полупроводники. P - n -переход, вольт-амперная характеристика. Полупроводниковый выпрямительный диод.
32. Фотогенерация и рекомбинация носителей в полупроводниках. Прямые и непрямые переходы. Тепловая ионизация примесных атомов и дефектов.
33. Оптическая накачка полупроводников. Квазиравновесие в зонах. Квазиуровни Ферми. Спонтанная и вынужденная рекомбинация. Условие инверсии в полупроводниках.
34. Лазер на p - n – переходе. Светодиод.

35. Диа- и парамагнетизм. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Электронный и ядерный магнитный резонанс.
36. Низкотемпературные сверхпроводники. Сверхпроводники I и II рода. Эффект Мейснера.
37. Теории Гинзбурга, Ландау, Бардина, Купера, Шриффера.
38. Туннельный эффект. Эффект Джозефсона.
39. Высокотемпературные сверхпроводники.

Разработчик:



д.ф.-м.н. профессор Е.Ф.Мартынович

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

«_13_» _июня_ 2017 г.

Протокол № 12

Зав. кафедрой



д.ф.-м.н, А.А.Гаврилюк

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.