

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан физико-математического
факультета



Е.Г. Пьяных, к.п.н, доцент

«26» мая 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория твердого тела

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Теоретическая физика

Форма обучения: очная

1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория твердого тела» относится к вариативной части обязательной программы учебного плана ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть материалом курсов: «Теоретическая физика», «Математический анализ», «Классическая электродинамика», «Квантовая механика».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Дисциплина «Теория твердого тела» направлена на следующие компетенции:

- ОК-1: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- ОПК-5: способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности.

В результате изучения курса «Теория твердого тела» обучающийся должен:

знать теоретические методы исследования электронных состояний в кристаллах и колебаний кристаллической решетки, понимать законы неразрывной связи между физическими свойствами кристаллических решеток и их симметрией (трансляционной и точечной), понимать роль рентгеновских волн в исследованиях структуры кристаллических твердых

уметь формулировать основные определения предмета; применять законы и уравнения теории твердого тела для конкретных физических ситуаций; проводить необходимые математические преобразования при решении задач; объяснять содержание фундаментальных принципов и законов, а также способы решения задач;

обладать навыками применения общих методов расчета процессов к решению конкретных физических задач; публичного выступления перед аудиторией с изложением учебного и научного материала.

3. Содержание учебной дисциплины (модуля)

1) Симметрия кристаллических твердых тел

Трансляционная симметрия кристаллических твердых тел. Векторы трансляции. Основные векторы решетки. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Простые и сложные решетки. Решетка Бравэ. Точечная симметрия кристаллов. Кубические, гексагональные и алмазоподобные решетки. Прямая и обратная решетки кристалла. Связь между основными векторами прямой и обратной решеток. Ячейка Вигнера-Зейтца обратной решетки.

2) Рассеяние рентгеновских лучей на кристаллах.

Рассеяние рентгеновских лучей на кристаллах. Условие Вульфа-Брэгга. Условие Вульфа-Брэгга в терминах векторов обратной решетки.

3) Электронные состояния в кристалле

Общая постановка квантового описания кристаллических твердых тел. Адиабатическое приближение. Метод Хартри-Фока. Функция Блоха. Квазиимпульс блоховского электрона. Граничные условия Борна-Кармана. Зоны Бриллюэна. Энергетический спектр электрона в кристалле (качественный анализ а приближении почти свободных электронов). Зонный спектр.

4) Классификация кристаллических твердых тел. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках.

Металлы, диэлектрики, полупроводники и полуметаллы. Валентная зона. Зона проводимости. Приближение эффективной массы. Электронная и дырочная проводимость полупроводников. Распределение Ферми-Дирака.

Металлы, диэлектрики, полупроводники и полуметаллы. Валентная зона. Зона проводимости. Приближение эффективной массы. Электронная и дырочная проводимость полупроводников. Распределение Ферми-Дирака.

5) Колебания кристаллической решетки.

Классическая теория колебаний простой и сложной решеток решетки. Акустические и оптические колебания. Элементы квантовой теории колебаний решетки. Акустические и оптические фононы.

6) Магнитное упорядочение.

Диамагнетики и парамагнетики. Закон Кюри. Явление спонтанной намагниченности. Точка Кюри. Единица магнитная ячейка. Ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики. Явление гистерезиса. Намагниченность насыщения. Коэрцитивное поле. Магнитные домены. Магнитострикция.

7) Электронная упорядоченность.

Явление сверхпроводимости. Электронные куперовские пары. О несовместимости электронной и магнитной упорядоченностей.

4. Трудоемкость дисциплины (модуля) по видам учебных занятий, самостоятельной работы обучающихся и формам контроля

4.1. Очная форма обучения Объем в зачетных единицах 2

4.1.1. Виды учебных занятий, самостоятельная работа обучающихся, формы контроля (в академических часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам (в академических часах)
		3 семестр
Лекции	14	14
Лабораторные работы		
Практические занятия/ Семинары	14	14
Самостоятельная работа	44	44
Курсовая работа		
Другие виды занятий		
Формы текущего контроля		собеседование
Формы промежуточной аттестации		зачет
Итого часов	72	

4.1.2. Содержание учебной дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Всего часов	Аудиторные занятия (в часах)			Самостоятельная работа (в часах)
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	
1	Симметрия кристаллических твердых тел.	10	2	2		6
2	Рассеяние рентгеновских	11	2	2		7

	лучей на кристаллах.					
3	Электронные состояния в кристалле.	10	2	2		6
4	Классификация кристаллических твердых тел. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках.	10	2	2		6
5	Колебания кристаллической решетки.	10	2	2		6
6	Магнитная упорядоченность.	11	2	2		7
7	Электронная упорядоченность.	10	2	2		6
	Итого:	72	14	14		44

5. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

5.1. Основная учебная литература

1. Парфенова, Елена Леонидовна. Физические основы микро- и нанoeлектроники [Текст]: учебное пособие для вузов/Е. Л. Парфенова, Л. А. Терентьева, М. Г. Хусаинов.-Ростов-на-Дону: Феникс, 2012.-234, [1] с.: ил., табл.-(Высшее образование) .-ISBN 9785222196175:300.00
2. Елифанов, Г. И. Физика твердого тела [Текст]: учебное пособие для вузов/Г. И. Елифанов.-Изд. 4-е, стереотип.-СПб. [и др.]: Лань, 2011.-287, [1] с.: ил.-(Учебники для вузов. Специальная литература) .-ISBN 97858114100019:445.00

5.2. Дополнительная литература

1. Неволин, В. К. Квантовая физика и нанотехнологии.. Неволин ;. - М. : Техносфера, 2011. - 126, с.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10 т. Т.9: Теория конденсированного состояния . М., 2004.
3. Гинзбург, И. Ф. Введение в физику твердого тела [Текст]: основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела: учебное пособие/И. Ф. Гинзбург.-СПб.: Лань, 2007.-537 с.: ил.-(Учебники для вузов. Специальная литература) .-ISBN 9785811407217:438.71
4. Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст]=Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: в 5 кн./И. В. Савельев.-М.: Астрель [и др.]. Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц.- 2007.-368 с.: ил. .-ISBN 5170045875:290.00.-ISBN 5170089627:420.00.-ISBN 5271013073.-ISBN 5271010333
5. Ковалевский, Михаил Юрьевич. Статистическая механика квантовых жидкостей и кристаллов [Текст]: [монография]/М. Ю. Ковалевский, С. В. Пелетминский.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.-ил. .-ISBN 5922106988:100.00
6. Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния [Текст]: решение задач : учебное пособие/А. Б. Гордиенко, А. В. Кособудский ; МОиН РФ, ГОУ ВПО Кемеровский государственный университет.-Томск:издательство ТГПУ, 2008.-72 с.: ил. .-21.22

7. Ковалевский, Михаил Юрьевич. Статистическая механика квантовых жидкостей и кристаллов [Текст]: [монография] / М. Ю. Ковалевский, С. В. Пелетминский. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - ил. - ISBN 5922106988: 100.00
8. Булярский, Сергей Викторович. Инновационные методы диагностики нанoeлектронных элементов [Текст]: учебно-методический комплекс / С. В. Булярский; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Ульяновский государственный университет. - Ульяновск: издательство УлГУ, 2006. - 93 с.: ил. - 10.00

5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-источники:

1. <http://www.college.ru/>
2. <http://elementy.ru/>

5.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Компьютерные контролирующие программы (тесты).

6. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория, в которой имеется интерактивная доска или экран с мультимедийным проектором для демонстрации графиков и рисунков.

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств используемых с целью демонстрации материала
1	Симметрия кристаллических твердых тел.		Лекционная аудитория
2	Рассеяние рентгеновских лучей на кристаллах.		Набор слайдов
3	Электронные состояния в кристалле		Лекционная аудитория
4	Классификация кристаллических твердых тел. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках.		Набор слайдов Мультимедийный проектор
5	Колебания кристаллической решетки		Мультимедийный проектор
6	Магнитная упорядоченность.		Лекционная аудитория
7	Электронная упорядоченность		Лекционная аудитория

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для успешного усвоения материала важным является решение задач в аудитории и самостоятельно в качестве домашних заданий; проведение семинарских занятий, на которых обучающиеся могли бы сами излагать теоретический материал, изученный ими самостоятельно.

Первый раздел «Симметрия кристаллических решеток» знакомит с понятиями прямой и обратной кристаллических решеток и способами их описания. Следует обратить внимание на тот факт, что, несмотря на огромное разнообразие кристаллических твердых тел, набор кристаллических решеток, имеющих разную геометрию, весьма ограничен. При этом разные кристаллы, имеющие один и тот же тип кристаллической решетки, имеют общий набор физических свойств. Во втором разделе «Рассеяние рентгеновских волн на кристаллах» следует изучить роль рентгеновских волн для экспериментального изучения структуры кристаллов. В третьем разделе «Элементы квантовой теории одноэлектронных состояний в кристаллах и теории колебаний кристаллических решеток» важно понять, что характерные размеры элементарной ячейки кристалла делают неприемлемым описание кристаллических твердых тел в рамках классической теории. Следует обратить внимание на адиабатическое приближение, которое позволяет свести исходную задачу описания движения всех частиц в кристалле к раздельному описанию его ионной и электронной подсистем, а так же на приближение Хартри-Фока, которое позволяет свести многоэлектронную задачу к одноэлектронной. При изучении свойств электрона в кристалле обратить внимание на зонный характер его энергетического спектра теории, что лежит в основе классификации кристаллических твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики. Четвертый раздел «Магнитная и электронная упорядоченности в кристаллах» знакомит с явлениями магнитной и электронной упорядоченностями в кристаллах. Обратить внимание на то, что эти два вида упорядоченности не совместимы между собой. То есть, нет таких веществ, в которых наблюдалась бы одновременно и магнитная, и электронная упорядоченности.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в виде отдельного документа (приложение к рабочей программе учебной дисциплины (модуля)).

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 03.04.02 Физика

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена профессором кафедры теоретической физики, доктором физ.-мат. наук Н.Л. Чуприковым.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол № 5 от « 25 » мая 2016г.

Заведующий кафедрой теоретической физики



И.Л. Бухбиндер
профессор, д.ф.-м.н.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Протокол № 9 от « 26 » мая 2016г.

Председатель учебно-методической комиссии
физико-математического факультета



З.А. Скрипко
профессор, д.п.н.