МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ТГПУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
декан ФМФ
_____ А.Н. Макаренко
«30» августа 2013 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.В.07 «Электродинамика твердых тел»

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Направление подготовки: 011200.68 Физика

Магистерская программа: Теоретическая физика

Степень (квалификация) выпускника: магистр

1. Цели изучения дисциплины

Цель курса заключается в приобретении студентами современных знаний в области квантовой электродинамики в кристаллических твердых телах.. Курс "Электродинамика твердых тел" представляет собой раздел курса теоретической физики и ставит своей целью ознакомить магистрантов-физиков с основными идеями, понятиями и методами квантовой электродинамики в кристаллических твердых телах. Предполагается рассмотреть процессы квантовой электродинамики при взаимодействии фотонов и заряженных частиц, возникающие, когда начальная частица движется под малым углом к кристаллографической оси или плоскости. Курс является важнейшим элементом, как современного профессионального физического образования, так и современного научного понимания квантово - электродинамических явлений в кристаллических телах. Курс направлен на формирование у магистрантов представлений о методах описания процессов квантовой электродинамики происходящих в веществе и их современными приложениями. Курс ставит своей задачей познакомить магистрантов с базовыми принципами квантовой электродинамики в твердых кристаллических телах, основными уравнениями и основными моделями, а также научить самостоятельно, проводить вычисления, необходимые при решении задач.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина "Электродинамика твердых тел" является курсом по выбору, который входит вариативную часть цикла М.2 профессионального цикла учебного плана.
Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть материалом следующих курсов:

- Математический анализ;
- Линейная алгебра;
- Классическая электродинамика;
- Квантовая механика.

3. Требования к уровню освоения дисциплины

Дисциплина "Электродинамика твердых тел" вносит вклад в формирование следующих компетенций, требуемых ФГОС ВПО по направлению 011200.68 Физика:

ОК-1, ОК-5, ОК-7, ОК-10;

ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

В результате изучения курса "Электродинамика твердых тел" магистрант должен:

знать основные законы квантовой электродинамики в твердых телах, понимать содержание этих законов, знать пределы применимости моделей;

уметь формулировать основные определения предмета; применять законы и уравнения 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 излучения и образования е+е- пар в ориентированных кристаллах к решению конкретных физических задач; публичного выступления перед аудиторией с изложением учебного и научного материала.

4. Общая трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины : 3 зачетных единицы

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (час)
	Всего 108	3
Аудиторные занятия	20	20
Лекции	10	10
Практические занятия	10	10
Семинары		
Лабораторные работы		
В том числе аудиторные занятия в активной и интерактивной форме – не менее 30% от ауд. часов	10	10
Другие виды работ		
Самостоятельная работа	88	88
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Расчетно-графические работы		
Формы текущего контроля		
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	зачет	зачет

5. Содержание учебной дисциплины

5.1. Разделы учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Аудиторные часы				Самостоятельная работа
		Всего	Интерактивная форма (не менее 30%)	Лекции	Практические занятия	
1	Особенности квантовой электродинамики в кристаллических твердых телах.	3	2	1	2	14
2	Метод эквивалентных фотонов.	3	2	1	2	14
3	Когерентных тормозное излучение.	4	2	2	2	14
4	Когерентное рождение электрон позитронных пар в кристаллах.	2		2		14
5	Явление каналирования заряженных частиц в кристаллах.	4	2	2	2	16
6	Излучение при каналировании.	4	2	2	2	16

	Итого	20ч,/ 0,6 зач.ед.	10ч,/ 50 %	10ч	10ч	88ч

5.2. Содержание разделов дисциплины

1. *Особенности квантовой электродинамики в кристаллических твердых телах.* Кристаллическая решетка, электростатический потенциал решетки. Применение метод эквивалентных фотонов для вычисления сечений процессов в кристаллах. Условия возникновения когерентных эффектов в кристаллах. Возникновение некогерентной части в сечении процесса, как следствие тепловых колебаний атомов кристалла. Понятие о непрерывном потенциале кристаллографических осей и плоскостей.
2. *Метод эквивалентных фотонов.* Применение метод эквивалентных фотонов для вычисления сечения тормозного излучения электронов в поле атома. Рождение электрон – позитронных пар фотонами и заряженными частицами в поле атома.
3. *Когерентных тормозное излучение.* Физические причины возникновения когерентных эффектов в ориентированных кристаллах. Возникновение ярких когерентных пиков в спектре излучения при определенных энергиях и углах вылета фотона. Влияние тепловых колебаний атомов кристалла на когерентные процессы.
4. *Когерентное рождение электрон позитронных пар в кристаллах.* Рождение e+e- пар -- кросс -- симметричный процесс квантовой электродинамики по отношению к излучению. Когерентное образование e+e- пар фотоном и заряженной частицей в кристалле.
5. *Явление каналирования заряженных частиц в кристаллах.* Различие между каналированием положительно и отрицательно заряженных частиц. Квантовое описание движения релятивистских заряженных частиц в режиме каналированния в кристаллах. Излучение при каналировании релятивистских электронов и позитронов в кристаллах. Особенности движения и излучения при плоскостном и осевом каналировании. Образование электрон – позитронных пар фотонами высокой энергии и релятивистскими заряженными частицами в непрерывном потенциале кристаллографических осей и плоскостей. Различие между когерентными процессами и каналированием. Учет периодичности кристалла в направлении движения каналированной частицы. Комбинационные эффекты в тормозном излучении и образовании электрон – позитронных пар в кристаллах.
6. *Излучение при каналировании.* Классическая и квантовая теория излучения при каналировании. Сравнение с когерентно - тормозным излучением.

5.3. Лабораторный практикум: не предусмотрен

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины: рабочая программа дисциплины, основная и дополнительная литература.

6.1 Основная литература

1. Ф. Дайсон. Релятивистская квантовая механика. М.: Издательство Института компьютерных исследований, НИЦ, 2009. (В свободном доступе на сайте РФФИ http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_18125)
2. И.Л. Бухбиндер. Модели теории поля. Томск: Изд-во ТГПУ, 2012.

6.2 Дополнительная литература:

1. Тер-Микаэлян М.Л. Влияние среды на электромагнитные процессы при высоких энергиях. - Ереван, Изд-во АН Арм.ССР , 1969. -458с.
2. Кумахов М.А., Ширмер Г. Атомные столкновения в кристаллах -М.: Атомиздат.-1980.-192с.
3. Оцуки Е.-Х. Взаимодействие заряженных частиц с твердыми телами.- М.: Мир, 1985.

4. Калашников Н.П. Когерентные взаимодействия быстрых заряженных частиц в монокристаллах. - М.: Атомиздат.-1981.-224с.
5. Барышевский В.Г. Каналирование, реакции и излучение при высоких энергиях в кристаллах. - Минск: Изд-во Белорусского университета.-1982.-256с.
6. Воробьев С.А. Каналирование электронных пучков. М.: Атомиздат.-1984.-96с.
7. Кумахов М.А. Излучение каналированных частиц в кристаллах. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
8. Базылев В.А., Жеваго Н.К. Излучение быстрых частиц в веществе и во внешних полях. - М.: Наука, 1987.
1. Байер В.Н., Катков В.М., Страховенко В.М. Электромагнитные процессы при высокщй энергии в ориентированных кристаллах.- Новосибирск: Наука. 1989.
2. Ахиезер А.И., Шульга Н.Ф. Электродинамика высоких энергий в веществе.- М.: Наука. 1993.
3. Линдхард Й. // УФН, 1969, т. 99, вып. 2, с. 249.

6.3 Средства обеспечения дисциплины

1. Рекомендуемая литература и учебно-методические пособия по предмету.
2. Мультимедиа материалы, иллюстрирующие физические эффекты и законы, открытие которых отмечено Нобелевскими премиями. Официальный сайт Нобелевской премии. Образовательные ресурсы. URL: http://nobelprize.org/educational/physics/ (дата обращения: 31.03.2012)
3. Анимации физических явлений и учебные пособия. Университет Нового Южного Уэллса, Австралия. URL: http://www.animations.physics.unsw.edu.au/(дата обращения: 31.03.2011)

6.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины (модуля)	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств используемых с целью демонстрации материала
1	Особенности квантовой электродинамики в кристаллических твердых телах.		Лекционная аудитория
2	Метод эквивалентных фотонов.		Набор слайдов
3	Когерентных тормозное излучение.		Лекционная аудитория
4	Когерентное рождение электрон позитронных пар в кристаллах.		Набор слайдов
5	Явление каналирования заряженных частиц в кристаллах.		Лекционная аудитория
6	Излучение при каналировании.		Мультимедийный проектор

7 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

7.1. Методические рекомендации преподавателю

Выполнение заданий, вынесенных на самостоятельную работу, в том числе решение задач, проверяются преподавателем в течение семестра, по ним выставляются оценки, которые учитываются при выставлении зачета. Студенты должны систематически приглашаться к доске для развития навыков устной речи в данной предметной области.

7.2. Студентам предлагается использовать рекомендованную литературу и Интернет ресурсы для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, а также для изучения материала, запланированного для самостоятельной работы.

7.3. Все практические занятия по данному курсу проводятся в интерактивной форме в виде семинаров или дискуссий. После короткого вводного доклада преподавателя или студента проводится обсуждение заданной темы с участием всех студентов группы.

8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

8.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:

- Метод эквивалентных фотонов.
- Тормозное излучение.
- Образование электрон позитронных пар.
- Кристаллическая решетка и её электростатический потенциал.
- Спектр эквивалентных фотонов от кристаллографической оси.
- Понятие о спектре эквивалентных фотонов от кристалла.
- Условия возникновения когерентных эффектов в кристаллах.
- Учет влияние тепловых колебаний атомов кристалла.
- Понятие о некогерентной части в сечении процесса.
- Метод эквивалентных фотонов в кристаллах.
- Способы решение задач квантовой электродинамики в кристаллах.
- Явление когерентности.
- Общая формула для сечения когерентных процессов.
- Когерентное тормозное излучение.
- Когерентное рождение электрон – позитронных пар в кристалле.
- Явление каналирования заряженных частиц в кристаллах.
- Понятие о непрерывном потенциале.
- Осевое каналированние заряженных частиц.
- Плоскостное каналированние заряженных частиц.
- Квантование поперечной энергии.
- Продольная волновая функция.
- Поперечная волновая функция.
- Уравнение поперечного движения.
- Понятие о над барьерном движение.
- Различие между каналированием положительно и отрицательно заряженных частиц.
- Критический угол каналирования.
- Излучение при каналировании релятивистских частиц.

8.2. Примерная тематика курсовых работ имеется на кафедре теоретической физики: уч. корп №1, каб. 261.

8.3. Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации (зачет):

Билет № 1
1. Физические основы метода эквивалентных фотонов.
2. Непрерывный потенциал кристаллографических осей и плоскостей.
Билет № 2
1. Метод эквивалентных фотонов: вычисления сечения тормозного излучения электронов в поле атома.
2. Когерентное фоторождение электрон – позитронных пар в кристалле.
Билет № 3
1. Применение метод эквивалентных фотонов для вычисления рождение электрон – позитронных пар заряженными частицами в поле атома.
2. Электростатический потенциал кристаллографической решетки.
Билет № 4
1. Сечение рождение электрон – позитронных пар фотонами в поле атома.
2. Физические причины возникновения когерентных эффектов в кристаллах.
Билет № 5
1. Возникновение некогерентной части в сечении процесса, как следствие тепловых колебаний атомов кристалла
2. Каналирование заряженных частиц в кристаллах.
Билет № 6
1. . Когерентное фоторождение электрон – позитронных пар в кристалле.
2. Плоскостное каналирование позитронов.
Билет № 7
1. Нахождение спектра эквивалентных фотонов оси кристалла.
2. Осевое каналированние заряженных частиц.
Билет № 8
1. Когерентное электророждение электрон – позитронных пар в кристалле.
2. Приближенное уравнение движения каналированных частиц в кристаллах.
Билет № 9
1 Физические причины возникновения когерентных эффектов в кристаллах
2. Излучение при плоскостном каналировании релятивистских частиц, классическая теория
Билет № 10
1. Когерентное тормозное излучение релятивистских электронов в кристалле.
2. Излучение при плоскостном каналировании релятивистских частиц, квантовая теория

8.4. Формы контроля самостоятельной работы
Студент должен сдать решения задач для самостоятельной работы.
Раз в 3 недели проводится коллоквиум, на котором студенты должны отвечать на вопросы, сформулированные в п. 8.1.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки: 011200.68 Физика.
Рабочую программу дисциплины составил
доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики

Ю.П. Кунашенко

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 9 от « 30 » августа 2013 г.

Заведующий кафедрой теоретической физики

И.Л. Бухбиндер

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМК физико-математического факультета ТГПУ, протокол № 1 от 30 августа 2013 г.

Председатель УМК физико-математического факультета

З.А. Скрипко