

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
(университет «Дубна»)
Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра биофизики

У Т В Е Р Ж Д А Ю
Проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

«_____» _____ 2010 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА
(наименование дисциплины)

по направлению (специальности)

140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»
(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: *очная*

Уровень подготовки: *специалист*

Курс (семестр): *3 курс, 6 семестр*

г. Дубна, 2010г.

Программа дисциплины «Физика твердого тела» по направлению (специальности) 140307.65 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»: Учебная программа. Университет «Дубна», 2010 г.

Автор программы:

Красавин С.Е., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Биофизика»

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки (специальности)

140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»

(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Биофизика»

(название кафедры)

Протокол заседания № _____ от « ____ » _____ 201__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Красавин Е.А. / профессор .
(подпись) (фамилия, имя, отчество) (ученое звание)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой¹ _____ / _____ /
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

_____ « ____ » _____ 201__ г.
(ученое звание)

Рецензент: _____
(ученая степень, ученое звание, ФИО)

(место работы, должность)

ОДОБРЕНО

Декан факультета _____ / А.С. Деникин /
(подпись) (ФИО)

_____ « ____ » _____ 201__ г.
(ученое звание)

Руководитель библиотечной системы _____ / В.Г. Черепанова /
(подпись) (ФИО)

¹ Если программа разработана обучающей кафедрой

1. Выписка из «ТРЕБОВАНИЯ К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»»

| Индекс | Наименование дисциплин и их основные разделы | Всего часов |
|--------|--|-------------|
| СП.07 | “Радиационная безопасность человека и окружающей среды” | |
| СД.03 | Физика твердого тела | 70 |
| | Кристаллическая структура твердых тел; классификация твердых тел по типам связи; динамика кристаллической решетки; электронные состояния в кристаллах; оптические свойства твердых тел; уравнение непрерывности; соотношение Эйнштейна; влияние сильных полей; поверхностные свойства твердых тел; обзор по магнитным свойствам твердых тел. | |

2. Аннотация

Физика твёрдого тела является важной дисциплиной для студентов специализирующихся в области естественных наук, так как содержит материал необходимый для любой дальнейшей научной деятельности. Данная дисциплина состоит из следующих основных разделов – структура и симметрия кристаллов, типы связей в кристаллах, электроны в кристаллах, энергетические зоны, упругие свойства твёрдых тел, проводящие свойства твёрдых тел, магнитные свойства твёрдых тел. Все указанные разделы необходимы для работы в области физики радиационной безопасности и биофизики. Приступая к освоению данной дисциплины студент должен обладать знаниями в области математического анализа (пределы, анализ бесконечно малых, дифференцирование и дифференцирование, криволинейные интегралы, двойные интегралы, числовые ряды, многомерные интегралы, функциональные ряды, признаки сходимости рядов, ряды Фурье);. Необходимы знания студента в области общей физики, который включает в себя следующие дисциплины: Механика (кинематика, динамика материальной точки, законы сохранения, колебательное движение, движение твёрдого тела, системы отсчёта); молекулярная физика (первые понятия о законах термодинамики, кинетическая теория газов, типы состояний вещества); электричество и магнетизм (электрическое и магнитное поле, энергия электрического и магнитного поля, электромагнитная индукция); волны (упругие волны, электромагнитные волны); оптика (дифракция и интерференция света, взаимодействие волн с веществом)

Кроме того, для овладения предметом «Физика твёрдого тела» студенту необходима активная самостоятельная работа, которая заключается в дополнительной проработке лекционного материала и решению задач по данному курсу. Контроль за овладением материала осуществляется посредством проведения опросов и контрольных работ в достаточном количестве.

3. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Физика твёрдого тела» является важной частью общей профессиональной подготовки специалистов в области физики радиационной безопасности и биофизики. Цель ее изучения состоит в обучении слушателей основам физики кристаллов, их свойств с точки зрения упругих, проводящих, магнитных, а также оптических явлений в контексте их приложения к практической деятельности в области радиационной безопас-

ности и биофизики. Знание данного предмета позволит будущему специалисту успешно работать в области физики защиты, где необходимо использование новых материалов. Для специалистов в области биофизики предмет «Физика твёрдого тела» важен с точки зрения применения симметричных свойств кристаллов к сложным биологическим структурам. Важное значение имеет данная дисциплина и в области генной инженерии.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Для освоения дисциплины студенты должны знать следующие предметы: математический анализ: пределы, анализ бесконечно малых, дифференцирование и дифференцирование, криволинейные интегралы, двойные интегралы, числовые ряды, многомерные интегралы, функциональные ряды, признаки сходимости рядов, ряды Фурье. Молекулярная физика: идеальный и реальный газы, распределения Максвелла и Больцмана, основы термодинамики, циклические процессы, явления переноса, молекулярные явления в жидкостях и твердых телах; Колебания и волны: гармонический осциллятор, затухающие и вынужденные колебания, гармоники, гармонический анализ, волновые явления, принцип Гюйгенса, интерференция, дифракция, акустика; Атомная и ядерная физика: строение атомов, боровские орбиты, термы, оптические переходы, правила отбора, спектроскопия, лазеры, лазерная спектроскопия, характеристическое (рентгеновское) излучение, альфа-, бета-, гамма-процессы, детекторы ядерных излучений, ядерные методы исследования материалов («меченые атомы», рентгено-флуоресцентный анализ, нейтроно-активационный анализ, ядерный магнитный резонанс).

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- основные типы кристаллических решёток, методы определения структуры кристаллов
- классификацию твёрдых тел по типу связей
- механические свойства твёрдых тел, пластические свойства твёрдых тел
- колебательные и тепловые свойства твёрдых тел
- классификацию твёрдых тел по электропроводности
- оптические свойства твёрдых тел
- магнитные свойства твёрдых тел
- физические свойства диэлектриков

5. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид занятий | Всего часов | семестр |
|---|--------------|--------------|
| | | 6 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 70 | 70 |
| Аудиторные занятия | 34 | 34 |
| Лекции (Лк) | 34 | 34 |
| Практические занятия (ПЗ) | | |
| Семинары (С) | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | | |
| Самостоятельная работа | 36 | 36 |
| Курсовой проект (работа) | | |
| Расчетно-графические работы | | |
| Реферат (эссе) | | |
| Контрольная работа | | |
| Вид итогового контроля (зачет/экзамен) | Зачет | Зачет |

6. Разделы (темы) дисциплины

| № п/п | Наименование и содержание тем | Лекции | ПЗ (или С) | ЛР | СР |
|-------|--|--------|------------|----|----|
| 1 | | | | | |
| 2 | Типы связей, энергия связи. Классификация твердых тел по типам связи. Молекулярные кристаллы, ионные кристаллы, ковалентные кристаллы, металлы. | 2 | | | 2 |
| 3 | Динамика кристаллической решетки. Напряженное и деформированное состояния, Закон Гука для изотропных твёрдых тел, пластические свойства твёрдых тел, упругие волны в монокристаллах | 4 | | | 4 |
| 4 | Электронные состояния в кристаллах. Колебания одноатомной линейной цепочки, колебания одноатомной решётки с базисом, колебания атомов трёхмерной решётки. | 2 | | | 2 |
| 5 | Теплоёмкость твёрдых тел, тепловое расширение твёрдых тел, теплопроводность твёрдых тел | 2 | | | 2 |
| 6 | Классификация твёрдых тел по электропроводности, одноэлектронное приближение, функции Блоха, свойства волнового вектора в кристалле, эффективная масса электронов | 4 | | | 4 |
| 7 | Локализованные состояния, собственная проводимость полупроводников, эффект Холла, сверхпроводимость. | 2 | | | 2 |
| 8 | Оптические свойства твердых тел. Виды взаимодействия света с твёрдым телом, поглощение света кристаллами. | 2 | | | 2 |
| 9 | Рекомбинационное излучение, спонтанное и индуцированное излучения | 2 | | | 2 |
| 10 | Обзор по магнитным свойствам твердых тел. Классификация магнетиков, диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм, молекулярное поле Вейсса. | 2 | | | 2 |
| 11 | Спиновые волны, антиферромагнетизм и ферромагнетизм, магнитный резонанс | 2 | | | 2 |
| 12 | Влияние сильных полей. Электропроводность, поляризация диэлектриков, электронная упругая поляризация | 2 | | | 2 |
| 13 | Дипольная упругая поляризация, особенности тепловой поляризации | 2 | | | 2 |
| 14 | Диэлектрическая проницаемость и поляризуемость | 2 | | | 2 |
| 15 | Сегнетоэлектрики | 2 | | | 2 |

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов: в 3 т. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 9-е изд., стер. –СПб.: Лань, 2008.
2. Ягодкин Ю.Д., Свиридова Т.А. Атомное строение фаз. Кристаллохимия твердых растворов и промежуточных фаз. Структура аморфных. Квазикристаллических и нанокристаллических материалов: Курс лекций. – М.: МИСиС, 2007. – 107 с. // ЭБС «КнигаФонд». – URL: <http://www.knigafund.ru/books/42955> (дата обращения: 30.08.2011).-Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».

Дополнительная литература

1. Давыдов А.С. Физика твердого тела: Учебное пособие для вузов / Давыдов Александр Сергеевич. - М.: Наука, 1976. - 640с. - Лит.:с.618.
2. Киттель Ч. Элементарная физика твёрдого тела. М.: Наука 1965.

Технические и электронные средства обучения, иллюстрированные материалы

Ознакомительная экскурсия в Лабораторию теоретической физики им. Боголюбова Н.Н. ОИЯИ.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория, оборудованная экраном и прибором для демонстрации лекционного материала.

9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Занятия по курсу «Физика твёрдого тела» проводятся в виде лекций. В ходе изучения дисциплины используются различные виды контроля студента: опросы, контрольные работы, решение задач. Итоговая аттестация осуществляется в виде экзамена.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на лекции;
- выполнение самостоятельных работ;
- выполнение контрольных работ;
- выполнение домашних работ.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются текущий контроль знаний, промежуточная и итоговая аттестации.

Текущий контроль знаний организуется путем краткого опроса по пройденному на предыдущем семинаре материалу.

Промежуточная аттестация студентов проходит на 13-ой неделе семестра в виде контрольной работы. Также при выборе критериев оценки освоения студентом программы дисциплины в обязательном порядке учитывается: выполнение программы в части лекционных, практических и лабораторных занятий; выполнение предусмотренных программой аудиторных и/или внеаудиторных контрольных и домашних работ.

Контрольная работа состоит из 3-х задач разной степени сложности. В случае пропуска по уважительной причине контрольная работа в течение двух недель может быть написана на консультации.

Итоговая аттестация проводится в виде зачета, который проводится согласно расписанию зачетной сессии, в виде опроса по выбранным темам (вопросам).

Вопросы к зачету по «Физике твердого тела»

1. Типы кристаллов. Монокристаллы и поликристаллы. Понятие пространственной решётки.
2. Упругие свойства кристаллов. Закон Гука. Связь напряжений с деформациями.
3. Свободный электронный газ в трёхмерном случае.
4. Ковалентные кристаллы.
5. Дифракция в кристаллах. Дифракция в кристаллах от нейтронов.
6. Колебания одномерной решётки с базисом.
7. Колебания одноатомной линейной цепочки.
8. Закон Брэгга. Индексы Миллера. Условие дифракции.
9. Понятие обратной решётки, вектора обратной.
10. Эффект Холла.
11. Электропроводность и закон Ома.
12. Исследование кристаллов с помощью рентгеновских источников.
13. Металлическая связь.
14. Понятие элементарной и примитивной ячейки. Объём примитивной ячейки.
15. Плотность состояний вблизи уровня Ферми.
16. Ионные кристаллы
17. Понятие обратной решётки. Построение Эвальда.
18. 2. Функция распределения Ферми-Дирака.
19. Понятие времени релаксации и проводимости твёрдых тел.
20. Понятие зоны Бриллюэна в обратной решётке построенной на волновых векторах.
21. Понятие щели в спектре электронов.
22. Упругие волны в кубических кристаллах.
23. Уравнение Шрёдингера и энергетические уровни в одномерном случае.
24. Реакция свободного электронного газа на воздействие внешнего электрического поля.
25. Кристаллы инертных газов. Энергия Ван дер Вальса.
26. Экспериментальные данные об электросопротивлении металлов. Упругие волны в кубических кристаллах.
27. Свободный электронный газ в трёхмерном случае.
28. Свободный электронный газ в одномерном случае. Энергетические уровни.
29. Исследование кристаллов с помощью электронных источников. Понятие электропроводности.
30. Температурная зависимость функции распределения Ферми-Дирака.

31. Структурный фактор базиса.

32. Понятия условных и истинных деформаций. Напряжения в теории упругости