

13 1

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

  
\_\_\_\_\_ А.А.Панфилов

« 01 » 09 \_\_\_\_\_ 2016г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«КВАНТОВАЯ ФИЗИКА»**

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 05.03.06 "Экология и природопользование "

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
(очная, очно-заочная, заочная, сокращенная)

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	2/72	18		18	36	Зачет
Итого	2/72	18		18	36	Зачет

Владимир, 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины Физика являются:

- получение студентами фундаментального образования, способствующего дальнейшему развитию личности.

– формирование научного мировоззрения и современного физического мышления.

– изучение основных физических явлений и идей; овладение фундаментальными понятиями, принципами, законами и теориями современной физики, а также методами физического исследования, что позволит ориентироваться в потоке научной и технической информации.

Основные задачи курса физики:

- изучение основных физических явлений и идей; овладение фундаментальными понятиями, принципами, законами и теориями современной физики, а также методами физического исследования.

- формирование научного мировоззрения и современного физического мышления.

- овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики, помогающих в дальнейшем решать практические задачи.

- ознакомление с современной научной аппаратурой, выработка навыков проведения физического эксперимента и автоматизированной компьютерной обработки результатов измерений.

- формирование умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.

### Задачи дисциплины:

- теоретическая подготовка в области физики, позволяющая будущим инженерам ориентироваться в потоке научной и технической информации, обеспечивая им возможность использования физических принципов в областях специализаций;

- формирование научного мышления, в частности правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;

- выработка приемов и навыков решений конкретных задач из разных областей физики, помогающих студентам в дальнейшем решать инженерные задачи.

- ознакомление студентов с научной аппаратурой и выработка у них начальных навыков проведения экспериментальных научных исследований различных физических явлений и оценки погрешностей измерений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Важная цель высшего образования – получить научное представление о природе и методах ее познания. Физика как ведущая наука о природе играет главную роль в достижении этой цели.

По своему содержанию и научным методам исследования физика является средством образовательного и воспитательного воздействия, помогая развитию умственных способностей, формированию научного мировоззрения, воспитанию воли и характера при достижении поставленной цели.

Физика относится к базовой части программы. В современном естествознании широко применяются математические методы. Для успешного освоения курса физики студентам необходимо знать следующие разделы высшей математики: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, аналитическую геометрию и линейную алгебру, ряды, элементы векторного анализа, функции комплексного переменного, элементы теории вероятностей и математической статистики.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Последовательное изучение физики вырабатывает специфический метод мышления, физическую интуицию, которые оказываются весьма плодотворными и в других науках. Специалисты, получившие широкое физико-математическое образование, могут самостоятельно осваивать новые технические направления, успешно работать в них, легко переходить от решения одних задач к решению других, искать нестандартные и нетрадиционные пути, что особенно важно для профессиональной мобильности специалистов в условиях ускоренного развития техники, когда амортизация достижений конкретных узкоспециальных знаний происходит чрезвычайно быстро.

В процессе освоения данной дисциплины студент должен обладать следующими *общефессиональными компетенциями*:

- владеть базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владеть знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; иметь навыки оценки современными методами количественной обработки информации (ОПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: физические основы, основные законы и понятия физики, корректные постановки классических задач.

Уметь: измерять физические величины, определять общие формы, закономерности, использовать инструментальные средства физики, понять поставленную задачу, обрабатывать результаты измерений, строить графики, формировать результат, воспринимать информацию к анализу, самостоятельно увидеть следствия сформулированного результата, делать выводы, грамотно пользоваться языком предметной области.

Владеть: культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения, основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа)

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах /%)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	практические занятия	лабораторные работы	СРС		
1	Основные понятия квантовой оптики и атомной физики	3	1-4	4		4	8	2/25	
2	Элементы квантовой механики		5-12	8		8	16	4/25	Рейтинг-контроль №1
3	Основы физики атомного ядра		13-16	4		4	8	2/25	Рейтинг-контроль №2
4	Элементарные частицы		17-18	2		2	4	1/25	Рейтинг-контроль №3
	<b>Всего</b>	3		18		18	36	9/25	Зачет

## **Тематический план дисциплины** **Основные понятия атомной физики**

1. Элементы квантовой оптики Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон Вина. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Квантовая гипотеза и формула Планка. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны. Эффект Комптона и его теория. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.

2. Элементы квантовой механики Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл. Нестационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Частица в потенциальной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода. Правило отбора. Орбитальный и магнитный момент электрона. Собственный механический момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Поглощение, спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры. Принцип действия лазеров. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Фононы. Бозоны и фермионы. Понятие о квантовых статистиках Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

3. Основные понятия физики твердого тела. Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Электропроводность твердых тел. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников. Уровень Ферми. P-n переход. Полупроводниковые диоды.

4. Основы физики атомного ядра и элементарных частиц. Характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Законы радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций. Виды взаимодействий и классификация элементарных частиц. Методы регистрации элементарных частиц. Космические лучи. Частицы и античастицы. Нейтрино. Кварки.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

- лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные, практические и лабораторные занятия);
- обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
- применение мультимедиа технологий (проведение лекционных занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ);
- информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний);

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Лабораторные занятия

В ходе выполнения лабораторных работ студент должен

1. Выполнить обязательное число лабораторных работ в соответствии с графиком.
2. Оформить отчеты по всем выполненным лабораторным работам.
3. Защитить лабораторные работы. При защите каждой выполненной работы студент должен:
  - знать сущность физического явления, наблюдаемого в эксперименте, и теорию, на которой базируется работа;
  - иметь четкое представление об экспериментальной установке и аппаратуре, методике выполнения работы;
  - уметь оценить погрешности измерений.

Отчет по лабораторной работе должен быть таким, чтобы каждый студент, взяв его, мог разобраться в сути работы и воспроизвести полученный результат. Для лабораторных работ кафедры общей и прикладной физики (ОиПФ) выпускает методические пособия, которые регулярно обновляются.

### Перечень лабораторных работ

1. Определение постоянной Стефана-Больцмана (6-1).
2. Изучение внешнего фотоэффекта (6-2).
3. Определение резонансного потенциала возбуждения атома методом Франка-Герца (6-3)
4. Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников (6-6).

### Выполнение расчетно-графических работ №№ 1 – 4.

РГР №3. Атомная физика (10 задач)

РГР №4. Квантовая и ядерная физика (10 задач)

Методические указания к РГР, задачи и решения типовых задач, справочные материалы выдаются лектором в начале каждого семестра.

### Рейтинг-контроль

Для контроля работы студентов, а также для стимулирования систематического изучения курса физики в течение семестра предусмотрены рейтинг-контроли. Они проводятся в письменной форме

### Вопросы для проведения рейтинг-контроля

#### Рейтинг-контроль №1

1. Температура абсолютно черного тела  $T = 6000$  К. Если температуру тела уменьшить в 2 раза, то энергетическая светимость абсолютно черного тела
  - 1) уменьшится в 4 раза
  - 2) увеличится в 16 раз
  - 3) увеличится в 2 раза
  - 4) уменьшится в 16 раз
2. Если длина волны, соответствующая максимуму излучения уменьшилась в 4 раза, то температура абсолютно черного тела
  - 1) увеличилась в 2 раза
  - 2) уменьшилась в 4 раза
  - 3) увеличилась в 4 раза
  - 4) уменьшилась в 2 раза.
3. Если зачерненную пластинку, на которую падает свет, заменить на зеркальную той же площади, то световое давление
  - 1) останется неизменным;
  - 2) уменьшится в 2 раза;
  - 3) увеличится в 2 раза.
4. Электрон в атоме переходит из возбужденного состояния с энергией  $E_1$  в основное состояние с энергией  $E_0$ . При этом испускается фотон. Масса испущенного фотона равна

$$1) \frac{E_1 - E_0}{c^2} \quad 2) \frac{E_0 - E_1}{c^2} \quad 3) \frac{E_1 - E_0}{hc} \quad 4) \frac{E_0 - E_1}{hc} \quad 5) \frac{E_1 + E_0}{c}$$

5. Частота падающего на фотоэлемент излучения уменьшается вдвое. Во сколько раз нужно изменить задерживающее напряжение, если работой выхода электрона из материала фотоэлемента можно пренебречь?

- 1) увеличить в 2 раза;    3) увеличить в  $\sqrt{2}$  раз;    5) оставить без изменений.  
 2) уменьшить в 2 раза;    4) уменьшить в  $\sqrt{2}$  раз;

6. При замене одного металла другим длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, уменьшается. Работа выхода для второго металла по сравнению с работой выхода для первого

- 1) увеличилась;    2) уменьшилась;    3) не изменилась.

7. опыты Столетова по исследованию взаимодействия излучения с металлами:

- 1) позволили определить размеры ядра;  
 2) подтвердили квантовую природу излучения;  
 3) подтвердили наличие волновых свойств у электронов;  
 4) подтвердили гипотезу о дискретном спектре энергии электронов в атомах.

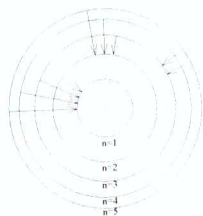
8. В эффекте Комптона фотон

- 1) выбивает электрон с поверхности вещества;  
 2) передает электрону часть энергии при упругом столкновении;  
 3) передает электрону часть энергии при неупругом столкновении.

9. опыты Франка и Герца по исследованию электрического разряда в парах ртути:

- 1) позволили определить размеры ядра;  
 2) подтвердили квантовую природу излучения;  
 3) подтвердили наличие волновых свойств у электронов;  
 4) подтвердили гипотезу о дискретном спектре энергии электронов в атомах.

10. На рисунке изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой – серию Бальмера, в инфракрасной – серию Пашена. Наибольшей частоте кванта в видимой области спектра соответствует переход



- 1)  $n = 4 \rightarrow n = 3$   
 2)  $n = 3 \rightarrow n = 2$   
 3)  $n = 5 \rightarrow n = 2$   
 4)  $n = 5 \rightarrow n = 1$

11. В теории Бора радиус n-ой круговой орбиты электрона в атоме водорода выражается через радиус первой орбиты формулой:  $r_n = r_1 \cdot n^2$ . Определите, как изменяется кинетическая энергия электрона при переходе с третьей орбиты на первую.

- 1) увеличивается в 9 раз    4) уменьшается в 3 раза  
 2) уменьшается в 9 раз    5) не меняется  
 3) увеличивается в 3 раза

12. опыты Девиссона и Джермера по дифракции на кристаллах:

- 1) позволили определить размеры ядра;  
 2) подтвердили квантовую природу излучения;  
 3) подтвердили наличие волновых свойств у электронов;  
 4) подтвердили гипотезу о дискретном спектре энергии электронов в атомах.

13. Сравните длину волны де Бройля  $\lambda/\lambda_p$  для шарика массой  $m = 0,2$  г и протона массой  $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг, имеющих одинаковые скорости.

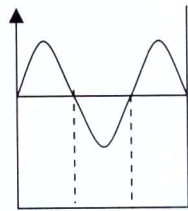
- 1)  $6,57 \cdot 10^{-27}$     2)  $8,35 \cdot 10^{-27}$     3)  $6,57 \cdot 10^{-24}$     4)  $8,35 \cdot 10^{-24}$ .

## Рейтинг-контроль №2

1. Стационарным уравнением Шредингера для электрона в водородоподобном атоме является уравнение

- 1)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$
- 2)  $\nabla^2\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{r} \right) \psi = 0$
- 3)  $\nabla^2\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$
- 4)  $\nabla^2\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$

2. Если  $\psi$  – функция имеет вид, указанный на рисунке, то вероятность обнаружить электрон на участке  $\frac{L}{6} < x < \frac{L}{2}$  равна



- 1)  $\frac{2}{3}$
- 2)  $\frac{1}{2}$
- 3)  $\frac{5}{6}$
- 4)  $\frac{1}{3}$

3. В каком случае энергетический спектр электрона сплошной?

- 1) электрон в потенциальной яме шириной  $10^{-10}$  м
  - 2) электрон в атоме
  - 3) электрон в молекуле водорода
  - 4) свободный электрон.
4. Максимальное значение проекции момента импульса электрона, находящегося в f-состоянии, на направление внешнего магнитного поля равно
- 1)  $\hbar$ ;    2)  $2\hbar$ ;    3)  $3\hbar$ ;    4)  $4\hbar$ .
5. Сколько различных состояний может иметь электрон с главным квантовым числом  $n = 4$ ?
- 1) 15;    2) 48;    3) 32;    4) 54.
6. Определить атом, у которого в основном состоянии заполнены K, L, M – слои и в N – слое расположены 7 электронов.
- 1) Cl;    2) Ge;    3) Br;    4) Ti.
7. Для нуклонов верными являются следующие утверждения
- 1) протон обладает зарядом, равным  $e^+$ ;
  - 2) спин нейтрона меньше спина протона;
  - 3) массы нуклонов практически одинаковы.
8. Чем меньше энергия связи ядра, тем
- 1) больше у него дефект масс;
  - 2) меньшую работу нужно совершить, чтобы разделить это ядро на отдельные нуклоны;
  - 3) больше энергии выделится при распаде этого ядра на отдельные нуклоны;
  - 4) меньше его энергия покоя;
  - 5) меньше энергии выделится в реакции термоядерного синтеза этого ядра с другими ядрами.
9. При  $\alpha$ -распаде
- 1) заряд ядра не изменится, масса ядра уменьшается на 4 а.е.м.;
  - 2) заряд ядра уменьшается на  $2e$ , масса ядра уменьшается на 4 а.е.м.;
  - 3) заряд ядра уменьшается на  $2e$ , масса ядра не меняется;
  - 4) заряд ядра уменьшается на  $4e$ , масса ядра уменьшается на 2 а.е.м.

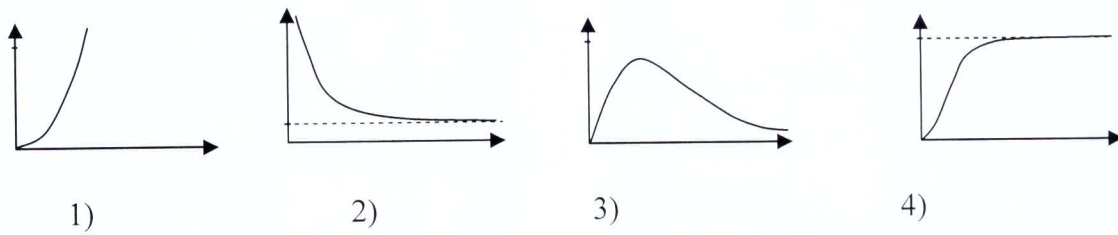
10. Какая доля радиоактивных атомов останется не распавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада  
50%      67%      33%      75%      25% ?
11. Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ - распадов должно произойти, чтобы нестабильный изотоп америция  ${}_{95}^{241}\text{Am}$  превратился в стабильный изотоп висмута  ${}_{83}^{209}\text{Bi}$  ?  
1) 8  $\alpha$  и 4  $\beta$       3) 6  $\alpha$  и 5  $\beta$   
2) 9  $\alpha$  и 3  $\beta$       4) 7  $\alpha$  и 3  $\beta$
12. Ядро азота  ${}_{7}^{14}\text{N}$  захватило  $\alpha$ -частицу ( ${}_{2}^4\text{He}$ ) и испустило протон. Ядро какого элемента образовалось?  
1)  ${}_{9}^{17}\text{F}$     2)  ${}_{8}^{17}\text{O}$     3)  ${}_{9}^{16}\text{F}$     4)  ${}_{8}^{16}\text{O}$     5)  ${}_{7}^{17}\text{N}$
13. Ядро бериллия  ${}_{4}^9\text{Be}$ , поглотив дейтрон  ${}_{1}^2\text{H}$ , превращается в ядро бора  ${}_{5}^{10}\text{B}$ . Какая частица при этом выбрасывается?  
1) p    2) n    3)  $\alpha$     4)  $e^{-}$     5) испускается  $\gamma$ -квант
14. В порядке возрастания интенсивности фундаментальные взаимодействия располагаются следующим образом  
1) электромагнитное, слабое, гравитационное, сильное;  
2) слабое, сильное, гравитационное, электромагнитное;  
3) электромагнитное, гравитационное, слабое, сильное;  
4) гравитационное, слабое, электромагнитное, сильное.

### Рейтинг-контроль №3

1. Среда называется активной, если она  
1) полностью поглощает падающее на нее излучение;  
2) полностью рассеивает падающее на нее излучение;  
3) усиливает падающее на нее излучение.
2. Система накачки лазера позволяет  
1) создать инверсную населенность в активной среде;  
2) вызвать вынужденное излучение фотонов;  
3) обеспечить высокую когерентность лазерного излучения.
3. Рассмотрим два квантовых состояния, в которых находится система атомов, с энергиями  $E_1$  и  $E_2$ , причем  $E_2 > E_1$ . Система будет находиться в состоянии с инверсной населенностью, если число атомов  $N_1$  с энергией  $E_1$  будет  
1) равно числу атомов  $N_2$  с энергией  $E_2$ ;  
2) меньше, чем  $N_2$ ;  
3) больше, чем  $N_2$ .
4. Принцип Паули справедлив  
1) для всех тождественных частиц квантовомеханической системы;  
2) для системы тождественных бозонов;  
3) для системы тождественных фермионов.
5. Деление частиц на бозоны и фермионы определяется  
1) только главным квантовым числом  $n$ ;  
2) только орбитальным квантовым числом  $l$ ;  
3) спиновым квантовым числом  $m_s$ ;  
4) орбитальным  $l$  и магнитным  $m$  квантовыми числами.



6. Зависимость молярной теплоемкости  $C_M$  химически простых твердых тел от температуры представлена на графике



7. Теплоемкость системы, состоящей из  $N = 10^{25}$  классических трехмерных независимых гармонических осцилляторов при температуре  $T = 300$  К, равна

- 1) 414 Дж/К; 2) 4,14 Дж/К; 3) 124,2 кДж/К; 4) 41,4 кДж/К.

8. Дебай получил теоретическую зависимость молярной теплоемкости  $C_M$  от температуры, рассматривая кристаллическую решетку как

- 1) систему невзаимодействующих частиц, совершающих тепловые колебания с различными частотами;
- 2) систему связанных частиц, совершающих тепловые колебания с одинаковыми частотами;
- 3) систему связанных частиц, совершающих тепловые колебания с различными частотами;
- 4) систему невзаимодействующих частиц, совершающих тепловые колебания с одинаковыми частотами.

9. Валентная зона собственных полупроводников

- 1) частично занята электронами;
- 2) полностью занята электронами;
- 3) перекрывается со свободной зоной возбужденных энергий.

10. С увеличением температуры электропроводность полупроводников

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не меняется.

11. В области низких температур у полупроводников преобладает

- 1) дырочная проводимость;
- 2) собственная проводимость;
- 3) электронная проводимость;
- 4) примесная проводимость.

12. Реакция  $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_\mu$  не может идти из-за нарушения закона сохранения

- 1) спинового момента импульса;
- 2) лептонного заряда;
- 3) электрического заряда.

13. Законом сохранения электрического заряда запрещена реакция

- 1)  $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_\mu$
- 2)  $n + \bar{p} \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$
- 3)  $n + \nu_e \rightarrow p + e^+$
- 4)  $\nu_\mu + n \rightarrow p + \mu^-$ .

14. Из приведенных схем взаимопревращений частиц аннигиляции соответствует

$$\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma \quad p \rightarrow n + e^- + \nu_e \quad K^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- \quad e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma.$$

#### Вопросы для зачета

1. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон Вина.
3. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Формула Рэля-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
4. Квантовая гипотеза и формула Планка
5. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Фотоны.
6. Эффект Комптона и его теория.
7. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода.

8. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц.
9. Соотношение неопределенностей.
10. Волновая функция, ее свойства и статистический смысл.
11. Нестационарное уравнение Шредингера.
12. Стационарное уравнение Шредингера.
13. Частица в потенциальной яме.
14. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
15. Квантовый гармонический осциллятор.
16. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
17. Квантование энергии электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода..
18. Орбитальный и магнитный момент электрона.
19. Собственный механический момент импульса электрона (спин). Спиновый магнитный момент электрона. Спиновое и магнитное квантовые числа. Опыт Штерна и Герлаха.
20. Принцип запрета Паули. Периодическая система элементов Менделеева.
21. Поглощение, спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.
22. Лазеры. Принцип действия лазеров.
23. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти.
24. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.
25. Теория теплоемкости Дебая. Фононы.
26. Бозоны и фермионы. Понятие о квантовых статистиках Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
27. Энергетические зоны в кристаллах.
28. Распределение электронов по энергетическим зонам. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики.
29. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
30. Электропроводность твердых тел. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников. Уровень Ферми.
31. P-n переход. Полупроводниковые диоды.
32. Характеристики атомного ядра. Модели атомного ядра. Масса и энергия связи ядра.
33. Законы радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучение.
34. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления.
35. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций.
36. Виды взаимодействий и классификация элементарных частиц.
37. Методы регистрации элементарных частиц. Космические лучи.
38. Частицы и античастицы. Нейтрино. Кварки.

#### **Вопросы и темы для самостоятельной работы (СРС)**

1. Какое излучение называется тепловым, и чем оно отличается от других (перечислите каких) видов излучения?
2. Дайте определения основных характеристик теплового излучения. Какое тело называется абсолютно черным?
3. Сформулируйте закон Кирхгофа. Какой вид имеет распределение энергии в спектре абсолютно черного тела? Нарисуйте кривые распределения в зависимости от длины (или частоты) волны для двух температур ( $T_2 > T_1$ ).
4. Сформулируйте законы Стефана – Больцмана и смещения Вина.
5. Запишите формулу Рэлея - Джинса и поясните суть "ультрафиолетовой катастрофы".
6. Запишите формулу Планка и поясните суть его квантовой гипотезы.
7. Какое из тел, черное или нечерное, имеет выше температуру, если их яркости одинаковы?
8. В чем состоит явление, называемое фотоэффектом.
9. Сформулируйте законы фотоэффекта. В чем эти законы противоречат представлениям классической физики?
10. Как качественно, следуя волновой картине излучения, объяснить фотоэффект?
11. Объясните законы фотоэффекта, исходя из формулы Эйнштейна.

12. Что такое красная граница фотоэффекта. Чем определяется числовое значение граничной частоты? Что влияет на положение красной границы фотоэффекта?
13. Что такое фотоэлемент и какова его вольтамперная характеристика?
14. Почему была отвергнута модель атома Томпсона?
15. В чём противоречия предложенной Резерфордом планетарной модели атома?
16. В чём сущность теории атома, предложенной Бором? Сформулируйте постулаты Бора. Каковы недостатки теории Бора?
17. Спектры атомов. Спектральные серии атома водорода.
18. Какие типы соударений возможны между электронами, ускоряемыми электрическим полем, и атомами?
19. В чём заключается опыт Франка и Герца, и какие основные выводы можно сделать на основании опыта?
20. Какие квантовые числа описывают состояние микрочастицы?
21. Чем определяется электронное состояние изолированного атома?
22. Объясните процесс образования энергетических зон в твердом теле.
23. От чего зависят ширина разрешенной зоны и число уровней в ней?
24. Какова зонная структура проводника, полупроводника и изолятора?
25. Объясните механизм собственной и примесной проводимости полупроводников.
26. Каков физический смысл понятия уровня Ферми?
27. Чем объясняется различие температурной зависимости электропроводности у металлов и полупроводников?
28. Объясните зависимость положения уровня Ферми и концентрации свободных носителей заряда в полупроводниках от температуры.
29. Объясните физические процессы, происходящие при образовании р-п перехода.
30. Нарисуйте энергетические зоны в области р-п перехода и объясните, в чём состоит действие внешнего электрического поля на р-п переход.
31. Что называется радиоактивностью? Какие процессы относятся к числу радиоактивных?
32. На чём основан принцип регистрации и измерения радиоактивного излучения? Какие приборы применяются для этих целей?
33. Объясните устройство и принцип действия счетчика Гейгера. Опишите процессы, происходящие в газоразрядных счетчиках.
34. Перечислите физические процессы, происходящие при взаимодействии  $\beta$ -излучения с веществом.
35. В чём заключаются процессы упругого рассеяния электронов ядрами, электронов на электронах?
36. Чем обусловлены потери энергии частицы при прохождении через поглощающую среду?

#### **Примерные темы реферативных работ**

1. Общая теория относительности и космология.
2. Понятие о фундаментальном гравитационном взаимодействии.
3. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры.
4. Расширение Вселенной и реликтовое электромагнитное излучение.
5. Концепция горячего Большого Взрыва.
6. Возникновение галактик и звезд. Синтез химических элементов в звездах.
7. Темная материя и темная энергия.
8. Великое объединение фундаментальных взаимодействий.
9. Суперобъединение и теория струн.
10. Стандартная модель элементарных частиц.
11. Современные взгляды на строение элементарных частиц.
12. Методы регистрации элементарных частиц.
13. Антимир. Антивещество и его свойства.
14. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.
15. Туннелирование в твердых телах и туннельный микроскоп.
16. Рентгеновская томография и применение магнитного резонанса.

17. Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез.
18. Достижения современной биофизики.
19. Динамический хаос. Фракталы.
20. Порядок и беспорядок в мире больших молекул.
21. Кинетика и термодинамика биологических процессов.
22. Экспериментальные исследования электромагнитного поля Земли.
23. Магнитное поле Земли.
24. Электричество в живых организмах.
25. Электричество в атмосфере. Молния и её природа.
26. Физические методы регистрации землетрясений.
27. Применение ультразвука в интроскопии.
28. Приборы нанотехнологий: сканирующий туннельный микроскоп, атомно-силовой микроскоп, ближнепольный оптический микроскоп.
29. Нанотехнология и ее применение. Наноматериалы. Наноустройства.
30. Лазерная термохимия и ее применение.

Список может быть значительно расширен. Тему реферата студенты согласуют с преподавателем.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

1. **Трофимова, Таисия Ивановна.** Физика : учебник для высшего профессионального образования по техническим направлениям / Т. И. Трофимова .— Москва: Академия, 2012 .— 316 с.: ил., табл. — (Высшее профессиональное образование) (Бакалавриат) .— Предм. указ.: с. 302-310 .— ISBN 978-5-7695-7967-7
2. **Кулиш А.А.** Физика : методические указания к теоретическому материалу, практическим занятиям и заданиям, тестам, комплексу лабораторных работ для студентов дистанционной формы обучения / А. А. Кулиш, Л. В. Грунская; под ред. А. А. Кулиша .— Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013.— 214 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 211-212.
3. **Физика** : методические указания для подготовки студентов к тестированию / А. Ф. Галкин [и др.]; Кафедра общей и прикладной физики.— Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013.— 243 с.:ил.—Имеется электронная версия.— Библиогр.: с. 242.
4. **Жаренова С.В.** Физика твёрдого тела : методические указания к лабораторным работам по физике / С. В. Жаренова, Н. С. Прокошева, Е. Л. Шаманская ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра физики и прикладной математики; под ред. С. В. Жареновой .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010
5. **Шаманская Е.Л.** Физика атомов и молекул. Ядерная физика : метод. указания к лабораторным работам по физике/ С. В. Жаренова, Н. С. Прокошева, Е. Л. Шаманская ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра физики и прикладной математики ; под ред. Е. Л. Шаманской .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010

б) дополнительная литература:

1. **Прокошева Н. С.** Сборник задач по физике / Н. С. Прокошева; Владимирский государственный университет (ВлГУ).—Изд.2-е, испр. и доп. — Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010 .— 65 с. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 64. ISBN 978-5-9984-0043-8.
2. **Савельев И.В.** Курс общей физики : учебное пособие для втузов: В 3 т. / И. В. Савельев. – 7-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2007 – (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-0629-6.

Методические указания по выполнению лабораторных работ размещены на сервере кафедры ОиПФ и находятся в свободном доступе для студентов.

Ресурсы для дистанционного освоения курса, размещенные на сайте [www.cs.vlsu.ru](http://www.cs.vlsu.ru).

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная поточная аудитория «В», оборудованная ауди-, видео-, мультимедийными средствами.
2. Музей лекционных демонстраций ауд. «В», с набором демонстрационных приборов. Набор слайдов и видеофильмов.
3. Физический практикум с набором установок и вспомогательного оборудования: ауд.428-3, 429-3, 426-3, 425-3, 424-3, 422-3, 430-3, 431-3.
4. Аудитория для лабораторных занятий, оснащенная персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением - ауд.421-3.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 "Экология и природопользование"

Рабочую программу составил доцент кафедры ОиПФ \_\_\_\_\_ Н.С. Прокошева

Рецензент(ы): доцент каф. ФитМ Зайкин А.А. \_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О.) (подпись)

Программа одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ ОиПФ  
протокол № 1 от « 31 » \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2016 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В.Дорожков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 05.03.06 "Экология и природопользование" протокол № 1 от « 01 » \_\_\_\_\_ сентября \_\_\_\_\_ 2016 года.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Программа переутверждена:

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В.Дорожков

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В.Дорожков

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В.Дорожков

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В.Дорожков