

Министерство науки и высшего образования 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

« 30 » 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»**

Направление подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование

Профиль/программа подготовки Физика. Математика

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной атте- стации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
6	6/216	18	36	36	90	ЭКЗАМЕН (36)
Итого	6/216	18	36	36	90	ЭКЗАМЕН (36)

Владимир, 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели дисциплины:

- сформировать у студентов представления о физической картине окружающего мира, обеспечить усвоение материала данного курса и создать базу для изучения последующих разделов курса теоретической физики;
- развивать самостоятельность при изучении законов природы;
- закрепить навыки работы с физическими приборами и оборудованием;
- развивать навыки самостоятельного изучения актуальных вопросов современной физики, работу с интернет-источниками.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Общая и экспериментальная физика» относится к вариативной части

Пререквизиты дисциплины: Введение в общую и экспериментальную физику, Общая и экспериментальная, Методы математической физики, Практикум по решению школьных физических задач, Методика обучения физике, Основы теоретической физики, Современные средства оценивания результатов обучения.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
ОК-3 - Способность использовать естественнонаучные и математические знания в современном информационном пространстве	частично	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- предмет и объект физики как науки;</li><li>- теоретические основы и природу основных физических явлений;</li><li>- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;</li><li>- основные достижения физической науки в практической жизни.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах и использовать основные законы физики в профессиональной деятельности;</li><li>- применять физические законы для решения практических задач.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками работы с научной литературой разного уровня (научно-популярные издания, пе-</li></ul>

		риодические журналы, монографии, учебники, справочники); -навыками оценки результатов научного эксперимента или исследования.
ПК-1 - Готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	частично	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуального образовательного стандарта; структуру курса физики в основной и средней школе;</li> <li>- предмет, задачи и структуру курса физики; основные компоненты педагогической системы и пути их совершенствования; аспекты формирования мотивации учащихся на формирование познавательного интереса к изучению физики;</li> <li>- базовый и углубленный материалы учебной дисциплины «Физика»: основные понятия и определения, включая физические величины, физические законы;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- реализовывать образовательные программы по физике в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>- отбирать адекватные содержанию и дидактическим задачам методы, приемы, средства обучения; самостоятельно разрабатывать образовательные программы и составлять технологические карты занятий по дисциплине «Физика».</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления образовательной программы по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>- навыками разработки всех элементов учебно-методического комплекса по физике в соответствии с возрастными особенностями учащихся и спецификой учебного заведения.</li> </ul>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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 (по неделям семестра) промежуточной аттестации по семестрам
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Квантовые свойства излучения. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Виды фотоэффекта. Фотоэлементы, ФЭУ.	6	1-4	2	6	4	10	3/25	
2	Давление света Тепловое излучение. Законы излучения АЧТ. Формула Планка.	6	5-6	2	6	4	10	3/25	РК-1
3	Рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение. Эффект Комптона	6	7-8	2	4	4	10	3/30	
4	Элементы квантовой механики. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Практическое применение волн де Бройля.	6	9-10	2	4	4	15	3/30	
5	<u>Атомная физика.</u> Опыты Резерфорда. Боровская теория строения атома. Излучение(поглощение) атомов. Спектры. Спектральный анализ.	6	11-12	2	8	8	12	5/28	РК-2
6	Многоэлектронный атом в квантовой механике. Квантовые числа. Периодическая система элементов.	6	13	2	2		12	1/25	
7	Природа характеристического рентгеновского излучения. Спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.	6	14-15	2	2	8	10	3/25	
8	Состав и строение атомного ядра. Энергия связи. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Элементарные частицы. Взаимодействия в природе.	6	16-18	4	4	4	11	3/25	РК-3
Всего за 6 семестр:				18	36	36	90	24/27	ЭКЗАМЕН (36)
Наличие в дисциплине КП/КР			1						

Итого по дисциплине			18	36	36	90	24/27	ЭКЗАМЕН (36)
---------------------	--	--	----	----	----	----	-------	-----------------

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### **Тема 1. Квантовые свойства излучения. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Виды фотоэффекта. Фотоэлементы, ФЭУ.**

Современные представления о природе излучения. Рассмотреть структуру раздела изучаемой дисциплины. Корпускулярно-волновой дуализм.

Квантовые свойства излучения. Фотоэффект. Экспериментальные законы фотоэффекта. Работы А.Г.Столетова.

Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Основные экспериментальные закономерности фотоэффекта. Их объяснения на основе уравнения Эйнштейна.

Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Основные экспериментальные закономерности фотоэффекта. Их объяснения на основе уравнения Эйнштейна.

### **Тема 2. Давление света тепловое излучение. Законы излучения АЧТ. Формула Планка.**

Опыты Лебедева. Величина давления света. Применение светового давления. Рассмотреть законы излучения абсолютно черного тела.

### **Тема 3. Рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение. Эффект Комптона**

Рассмотреть историю открытия рентгеновского излучения, его свойства; получение тормозного рентгеновского излучения. Рассмотреть открытие эффекта Комптоном. Дать анализ физических процессов и произвести расчет.

### **Тема 4. Элементы квантовой механики. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Практическое применение волн де Бройля.**

Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция.

Стационарное уравнение Шредингера. Рассмотреть задачи квантовой механики: частица в «потенциальном ящике», туннельный эффект.

### **Тема 5. Атомная физика. Опыты Резерфорда. Боровская теория строения атома. Излучение(поглощение) атомов. Спектры. Спектральный анализ.**

Первые модели строения атома. Опыт Резерфорда. Теория Бора. Спектральные серии атома водорода. Виды спектров. Спектральный анализ и его применения.

### **Тема 6. Многоэлектронный атом в квантовой механике. Квантовые числа. Периодическая система элементов.**

Квантовые числа. Принцип Паули. Строение многоэлектронных атомов. Периодическая система элементов Менделеева.

### **Тема 7. Природа характеристического рентгеновского излучения. Спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.**

Получение характеристического излучения. Практическое применение для изучения структуры вещества. Рассмотреть природу спонтанного и индуцированного излучения. Устройство и принцип действия лазеров. Применение лазеров.

### **Тема 8. Состав и строение атомного ядра. Энергия связи. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Элементарные частицы. Взаимодействия в природе.**

Экспериментальные факты, подтверждающие сложное строение атома ядра. Состав и строение атомного ядра. Радиоактивность и туннельный эффект. Ядерные силы

Энергия связи ядра. Ядерные реакции. Цепные реакции деления и синтеза. Ядерная энергетика.

Общие сведения об элементарных частицах. Фундаментальные взаимодействия. Понятие о теории великого объединения взаимодействий.

## Содержание практических занятий по дисциплине

**Тема 1. Квантовые свойства излучения. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Виды фотоэффекта. Фотоэлементы, ФЭУ.**

**Решение задач**

[1]: 19.1 – 19.21;

[2]: 7.2; 7.3; 7.4; 7.12 – 7.16; [3]

**Тема 2. Давление света тепловое излучение. Законы излучения АЧТ. Формула Планка.**

**Решение задач**

[1]: 19.26 – 19.28; [2]: 18.1 – 18.3; 18.6 – 18.8; 18.10; [2]: 7.19 – 7.21; [3]

**Тема 3. Рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение. Эффект Комптона**

**Решение задач**

[1]: 19.34 – 19.41

**Тема 4. Элементы квантовой механики. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Практическое применение волн де Бройля.**

**Решение задач**

[1]: 20.28 – 20.31

**Тема 5. Атомная физика. опыты Резерфорда. Боровская теория строения атома. Излучение (поглощение) атомов. Спектры. Спектральный анализ.**

**Решение задач**

[1]: 20.1 – 20.24;

[2]: 9.1 – 9.10;

**Тема 6. Многоэлектронный атом в квантовой механике. Квантовые числа. Периодическая система элементов.**

**Решение задач**

[3]: 20.28 – 20.35;

**Тема 7. Природа характеристического рентгеновского излучения. Спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.**

**Решение задач**

[2]: 9.19 – 9.21

**Тема 8. Состав и строение атомного ядра. Энергия связи. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Элементарные частицы. Взаимодействия в природе.**

**Решение задач**

[1]: 21.1 – 21.20; 21.31 – 21.35; 22.1 – 22.20

Литература.

[1.] Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики/ В.С. Волькенштейн. – М.: Наука, 1984.

[2.] Горбунова, О.И. Задачник – практикум по общей физике. Оптика. Атомная физика/ О.И. Горбунова, А.М. Зайцева, С.Н. Красиков. – М.: Просвещение, 1977.

[3.] Рау, Т.Ф. «Квантовая физика» в курсе общей физики/ Т.Ф. Рау. – Владимир, ВГПУ, 2006.

### **Содержание лабораторных работ по дисциплине**

**Тема 1. Квантовые свойства излучения. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Виды фотоэффекта. Фотоэлементы, ФЭУ.**

1. Изучение фотоэффекта и исследование вакуумных фотоэлементов.

**Тема 2. Давление света тепловое излучение. Законы излучения АЧТ. Формула Планка.**

2. Проверка законов теплового излучения.

### **Тема 3. Рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение. Эффект Комптона**

3. Дифракция рентгеновских лучей на монокристалле.
4. Соотношение неопределенностей для фотонов.

### **Тема 4. Элементы квантовой механики. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Практическое применение волн де Бройля.**

5. Исследование работы полупроводникового триода.

### **Тема 5. Атомная физика. опыты Резерфорда. Боровская теория строения атома. Излучение(поглощение) атомов. Спектры. Спектральный анализ.**

6. Изучение спектров излучения атомов.

### **Тема 6. Многоэлектронный атом в квантовой механике. Квантовые числа. Периодическая система элементов.**

7. Визуальная фотометрия. Полуколичественный спектральный анализ.

### **Тема 7. Природа характеристического рентгеновского излучения. Спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.**

8. Изучение лазера . Явление дифракции и интерференции.

### **Тема 8. Состав и строение атомного ядра. Энергия связи. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Элементарные частицы. Взаимодействия в природе.**

9. Определение периода полураспада долгоживущего изотопа.
10. Определение размеров атомного ядра с помощью быстрых электронов.
11. Исследование искусственной радиации. Виртуальная работа №1.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «*Общая и экспериментальная физика*» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №1, тема №4);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема №2, тема №3, тема №6);*
- *Проблемная лекция (тема №5);*
- *Анализ ситуаций (тема №8)*
- *Применение имитационных моделей (тема №7).*

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

*Текущий контроль успеваемости*

### **Вопросы к рейтинг-контролю № 1**

1. Какие явления, экспериментальные факты подтверждают квантовую природу излучения?
2. Какой закон природы положен в основу уравнения Эйнштейна?
3. Как вы себе представляете процесс «выбивания» фотоном электрона из металла?
4. Объяснить физическую суть процессов при фотоэффекте. При каких условиях происходит фотоэффект?

5. Что такое работа выхода электрона из металла? Объяснить суть её происхождения.
6. При облучении поверхностей железной и цинковой пластин светом одинаковой частоты максимальная скорость вылетающих электронов наблюдается у цинка. Сравните значения работы выхода и частоты, соответствующей красной границе фотоэффекта для железа и цинка.
7. Какие условия необходимо создать для получения тормозного рентгеновского излучения? Где можно использовать тормозное рентгеновское излучение?
8. На какую поверхность свет оказывает большее давление: на зеркальную или на чёрную?
9. Объясните изменение частоты излучения при его рассеянии в эффекте Комптона.
10. Почему для наблюдения эффекта Комптона необходимо использовать достаточно жёсткое рентгеновское излучение?
11. Привести примеры источников теплового излучения. Можно ли считать тепловым излучением: лампы накаливания, лампы дневного света, светлячка, Солнца, лазера, человеческого тела, радиостанции, молнии, экрана телевизора, рентгеновской трубки?
12. Предложите реальную систему в качестве модели А.Ч.Т.
13. Соотношение  $R = \sigma T^4$  выполняется в точности для всех температур А.Ч.Т. Почему же мы не можем принять это соотношение для определения температуры, скажем, в  $100^{\circ}\text{C}$ ?
14. В правильности каких законов можно убедиться (качественно), наблюдая изменение свечения нити лампы накаливания при изменении силы тока?
15. Нарисуйте график функции  $\epsilon(\nu)$ , характеризующей распределение энергии в спектре излучения А.Ч.Т. для разных температур. Почему они не пересекаются?
16. Каков физический смысл величины, определяющей площадь под кривой  $\epsilon(\nu)$ ?
17. Что такое «ультрафиолетовая катастрофа»?
18. В чём заключается гипотеза Планка?
19. Предложите способы измерения температуры Солнца, звёзд, основанные на законах теплового излучения.
20. Опишите процессы, происходящие при получении характеристического рентгеновского излучения.
21. Чем определяется длина волны характеристического излучения? Дать объяснение.
22. Опишите физические процессы, происходящие при падении рентгеновских лучей на кристалл. Где эти явления находят практическое применение?
23. Объясните, в чём отличие спонтанного от вынужденного (индуцированного) излучения.
24. Каковы условия работы квантового генератора? Опишите работу гелий-неонового лазера.
25. Какими свойствами обладает излучение лазера?
26. Какие экспериментальные факты, закономерности должна описать правильная модель атома?
27. Какие результаты опыта позволили Резерфорду предложить планетарную модель атома?
28. Дать сравнительный анализ моделей Томсона и Резерфорда.
29. Какие физические явления, эффекты объяснила теория Бора? Какие явления не объясняет эта теория? В чём состоит ограниченность боровской теории атома?
30. Нарисуйте в масштабе систему энергетических уровней атома водорода. Покажите, какие переходы будут происходить с поглощением (с испусканием) фотонов. Какие переходы соответствуют одной и той же спектральной серии?
31. Подсчитайте длинноволновую границу серии Лаймана, исходя из схемы уровней и установите, к какому участку шкалы электромагнитных волн принадлежит эта «граничная» волна.
32. Сформулируйте принцип соответствия. Где вы встречались с проявлением этого принципа при изучении других разделов физики? Как проверить, выполняется ли принцип соответствия применительно к атому Бора?



33. Опишите развитие взглядов на волновые свойства микрочастиц. Каков смысл волн де Бройля?
34. Почему волновая природа материи не проявляется в повседневном опыте?
35. Объясните физический смысл соотношения неопределённостей Гейзенберга.
36. В чём состоит физический смысл волновой функции?
37. Какие физические процессы описывает уравнение Шредингера? Какие квантовомеханические задачи можно решить, применяя это уравнение? Рассмотрите конкретный пример.
38. Какими квантовыми числами характеризуется состояние электрона в атоме? Квантованием каких величин обусловлено появление этих квантовых чисел?
39. Какие законы лежат в основе «застройки» оболочек атомов элементов?
40. Проанализируйте изменение свойств элементов периодической системы и дайте этому объяснение.

### Вопросы к рейтинг-контролю № 2

1. Укажите формулу, выражающую закон Столетова по фотоэффекту.
  - а)  $\hbar\omega = A + \frac{mv_{max}^2}{2}$ .
  - б)  $h\nu = c\varphi$ .
  - в)  $I_{\Phi} = \gamma\Phi$ .
  - г)  $h\nu = c\varphi + cU_3$ .
  - д)  $h\nu = \frac{mv^2}{2}$ .
2. От чего зависит скорость вылетевших электронов при фотоэффекте?
  - а) От величины светового потока.
  - б) От освещения поверхности.
  - в) От задерживающего потенциала.
  - г) От частоты падающего света.
  - д) От температуры и природы вещества.
3. Что такое красная граница фотоэффекта?
  - а) Это та длина волны, при которой работа выхода минимальна.
  - б) Это максимальная длина волны, при которой еще происходит фотоэффект.  $\lambda_{max} = \frac{hc}{A}$ .
  - в) Это наименьшая частота света, при которой еще происходит фотоэффект.  $\lambda_{max} = \frac{hc}{A}$ .
  - г) Это длина волны, при которой происходит фотоэффект.
  - д) Это частота световой волны, при которой происходит фотоэффект.
4. Когда может наблюдаться внешний фотоэффект?
  - а) При нагревании металла.
  - б) При облучении металла светом.
  - в) При облучении светом металлов, когда  $h\nu > A$ .
  - г) При бомбардировке металлов быстрыми электронами.
  - д) При условии  $eU_3 \geq \frac{mv^2}{2}$ .
5. На рис. 13 представлена вольтамперная характеристика вакуумных фотоэлементов. Чем отличается режим их работы?
  - а) Фотокатод 1-го фотоэлемента облучается светом большей длины волны.
  - б) Фотокатод 1-го фотоэлемента облучается светом большей интенсивности.
  - в) Фотокатод 1-го фотоэлемента облучается светом меньшей длины волны.
  - г) Фотокатод 1-го фотоэлемента облучается све-

том меньшей интенсивности.

- д) Фотокатоды 1-го и 2-го фотоэлементов освещаются одним и тем же светом, но в течение разных промежутков времени.

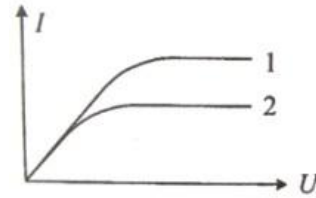


Рис.13

6. От чего зависит кинетическая энергия вырванных электронов?
- От интенсивности падающего света.
  - От частоты падающего света.
  - От приложенного к электродам напряжения.
  - От задерживающего потенциала.
  - От работы выхода.
7. Зависит ли величина фототока в цепи с вакуумным фотоэлементом от расстояния между фотоэлементом и точечным источником света?
- Не зависит.
  - Прямо пропорциональна расстоянию.
  - Обратно пропорциональна квадрату расстояния.
  - Зависимость выражается экспоненциальным законом.
  - Зависимость определяется типом фотоэлемента.
8. Какой из нижеприведенных графиков (рис. 14) возможно соответствует результатам физического эксперимента? Обозначения на графиках приняты следующие:  $E$  - максимальная кинетическая энергия электронов, выбитых при фотоэффекте,  $\nu$  - частота света, 1 и 2 - графики для разных металлов.
- 2.
  - 1.
  - 5.
  - 4.
  - 3.
9. Если бы экспериментатор использовал свет в два раза большей интенсивности, то как бы выглядели кривые новых графиков в сравнении с представленными в вопросе 25?
- Они имели бы тот же наклон, но смещены влево.
  - Они имели бы тот же наклон, но смещены вправо.
  - Они будут исходить из тех же точек на оси, но с большим наклоном.
  - Они будут исходить из тех же точек на оси, но с меньшим наклоном.
  - Они будут теми же самыми.

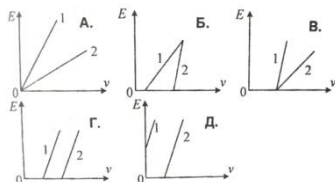


Рис. 14

10. На рис. 15 изображены графики тока  $I$ , регистрируемого фотоэлементом, как функция разности потенциалов  $U$  между электродами в фотоэлементе, когда световой поток ( $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ ) обладает различной длиной волны. Какой их световых потоков обладает наибольшей частотой?

- $\Phi_1$ .
- $\Phi_2$ .
- $\Phi_3$ .
- $\Phi_4$ .

д) Все одинаковой частоты.

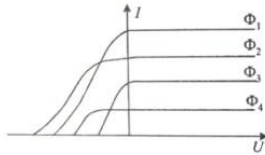


Рис. 15

11. Какой из световых потоков (рис. 15) обладает максимальной длиной волны?
  - а)  $\Phi_1$ .
  - б)  $\Phi_2$ .
  - в)  $\Phi_3$ .
  - г)  $\Phi_4$ .
  - д) Все обладают одинаковой длиной волны.
12. В какой области спектра сильнее проявляются корпускулярные свойства света? Волновые свойства света?
  - а) В области ультрафиолетовых лучей.
  - б) В области рентгеновских лучей.
  - в) В области видимых лучей.
  - г) В области инфракрасных лучей.
  - д) В области  $\gamma$  –лучей.
13. Как изменяется длина волны при эффекте Комптона?
  - а) Уменьшается на  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}$ , где  $m_0$  – масса покоя электрона,  $c$  – скорость света,  $h$  – постоянная Планка.
  - б) Уменьшается на  $\Delta\lambda = 2 \frac{h}{m_0c} \sin^2 \frac{\varphi}{2}$ .
  - в) Увеличивается на  $\Delta\lambda = 2 \frac{h}{m_0c} \sin^2 \frac{\varphi}{2}$ .
  - г) Уменьшается на  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c} \sin^2 \frac{\varphi}{2}$ .
  - д) Увеличивается на  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c} \sin^2 \frac{\varphi}{2}$ .
14. Укажите правильные записи формул для выражения массы и импульса фотона.
  - а)  $m_\Phi = \frac{h\nu}{c^2}$ ,  $p_\Phi = \frac{h\nu}{c}$ .
  - б)  $m_\Phi = \frac{h\omega}{c^2}$ ,  $p_\Phi = \frac{h\nu}{c}$ .
  - в)  $m_\Phi = \frac{h\nu}{c^2}$ ,  $p_\Phi = \frac{h\nu}{c^2}$ .
  - г)  $m_\Phi = \frac{h\omega}{c}$ ,  $p_\Phi = \frac{h}{\lambda}$ .
  - д)  $m_\Phi = \frac{h\nu}{c}$ ,  $p_\Phi = m_\Phi c$ .

### Вопросы к рейтинг-контролю № 3

1. Каковы основные недостатки ядерной модели Резерфорда при ее классической трактовке?
  - а) Атом – «солнечная система» Резерфорда не может существовать больше  $10^{-6}$  с.
  - б) Модель механически устойчива, не неустойчива с точки зрения классической термодинамики.
  - в) Невозможность объяснить устойчивость атома.
  - г) Невозможность правильно объяснить характер атомного спектра.
  - д) Невозможность объяснить линейчатый спектр атома, а также стабильность, устойчивость атомной системы.
2. Укажите из приведенных ниже формул:
  - А. Правило частот Бора (II постулат Бора).
  - Б. Правило квантования разрешенных орбит (III постулат Бора).

**В. Формулу Ридберга (спектральная закономерность).**

- а)  $\nu = \frac{E_n}{h} - \frac{E_m}{h}$ .
- б)  $\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ , где  $m = 3, 4 \dots$
- в)  $m_e v_r = n \frac{h}{2\pi}$ , где  $n = 1, 2, 3 \dots$
- г)  $\nu = R c \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ , где  $m \geq n + 1$  – целое.
- д)  $R = \frac{2\pi^2 m e^4}{ch^3}$ .

3. Поставьте в правильное соотношение название серии с номером серии и номером линий в серии (в приведенной таблице такого соответствия нет).

Название серии	Номер серии	Номера линий в серии
а) Лаймана	1. $n = 3$	$m = 4, 5, 6, \dots$
б) Бальмера	2. $n = 4$	$m = 5, 6, 7, \dots$
в) Пашена	3. $n = 1$	$m = 2, 3, 4, \dots$
г) Брэкета	4. $n = 5$	$m = 6, 7, 8, \dots$
д) Пфунда	5. $n = 2$	$m = 3, 4, 5, \dots$

4. Какие опыты являются экспериментальным доказательством наличия стационарных состояний атома, дискретности энергетических уровней?

- а) Опыты А. Комптона (1922 – 23г.).
- б) Опыты А. Иоффе (1922г.).
- в) Опыты Д. Франка и Г. Герца (1913г.).
- г) Опыты В. Фабриканта, Л. Бибермана, Н. Сушкина (1948г.).
- д) Опыты Дэвисона и Джермера (1927г.).

5. Какова причина дискретности значений энергии электрона в атоме?

- а) Корпускулярная сторона природы электрона.
- б) Корпускулярно-волновой дуализм свойств микрочастиц.
- в) Волновая природа электрона.
- г) Дифракция электронов.
- д) Сложная структура электрона, как материального образования.

6. Какие упрощающие положения были учтены при объяснении атома водорода по Бору?

- а) Ядро неподвижно.
- б) Траектория движения электрона – окружность.
- в) Независимость массы от скорости.
- г) Траектория движения электрона – эллипс.
- д) Положения, указанные в а, б, в.

7. Что объяснила теория Бора в применении к атому водорода?

- а) Спектр атома водорода и спектральные закономерности (Формула Ридберга).
- б) Устойчивость атома и дискретность значений энергии электрона в атоме.
- в) Физический смысл термов.
- г) Универсальность постоянной Ридберга.
- д) Выводы теории Бора совпали с опытными данными, указанными в пунктах а, б, в, г.

8. Из чего складывается внутренняя энергия атома водорода?

- а) Из кинетической энергии ядра и энергии взаимодействия электрона с ядром (потенциальной энергии).
- б) Из кинетической энергии электрона, ядра и потенциальной энергии их взаимодействия.
- в) Из кинетической энергии электрона и энергии взаимодействия электрона с ядром (потенциальной энергии).
- г) Из кинетической и потенциальной энергии атома.
- д) Из энергии, которой обладает атом в данном стационарном состоянии.

9. Укажите формулу энергии электрона в атоме водорода в СИ:

а)  $E = \frac{m_e v^2}{2} - \frac{e^2}{r}$ .

- б)  $\frac{m_e v^2}{2} = \frac{e^2}{2r}$ .
- в)  $E = -\frac{e^2}{2r}$ .
- г)  $E = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon\epsilon_0 r}$ .
- д)  $\frac{m v^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$ .

10. Какова наиболее слабая сторона теории атома Бора?

- а) Невозможность объяснения популяризации излучения.
- б) Невозможность объяснения тонкой структуры спектральных линий.
- в) Невозможность объяснения различной интенсивности спектральных линий.
- г) Неоднозначность квантования энергии.
- д) Внутренняя логическая противоречивость: ни последовательная классическая, ни последовательная квантовая теория.

11. Когда происходит излучение энергии атомов?

- а) При переходе электрона с более низкого энергетического уровня на более высокий.
- б) При переходе электрона с более высокого энергетического уровня на более низкий.
- в) При переходе электрона с уровня  $n = 2$  на уровень  $n = 1$ .
- г) При переходе с одной разрешенной орбиты на другую.
- д) При переходе атома из одного стационарного состояния в другое.

12. Определите самую короткую и самую длинную волну электромагнитного излучения атомов водорода в серии Лаймана (ультрафиолетовое излучение).

- а) 973 Å, 1216 Å.
- б) 973 Å, 1026 Å.
- в) 912 Å, 1026 Å.
- г) 912 Å, 1216 Å.
- д) 3771 Å, 6563 Å.

Примечание:  $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ м}$ .

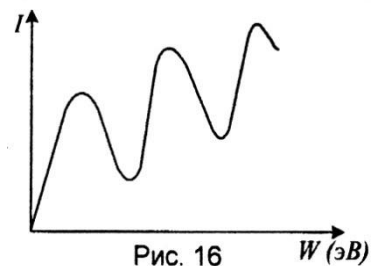
13. Укажите формулу для определения скорости электрона на боровских орбитах в атоме водорода.

- а)  $v = \frac{h}{m r_n} n$ .
- б)  $v = \frac{h}{2\pi m r_n} n^2$ .
- в)  $v = \frac{h}{m r_n} n$ .
- г)  $v = \frac{h^2}{2\pi m r_n} n$ .
- д)  $v = \frac{Z e^2}{\hbar n}$ .

(В формулах  $m$  – масса электрона,  $r$  – радиус орбиты электрона,  $h$  – постоянная Планка,  $e$  – заряд электрона.)

14. На рис. 16. дан график зависимости тока в опыте Франка и Герца от энергии электронов. Чем объяснить резкие спады кривой?

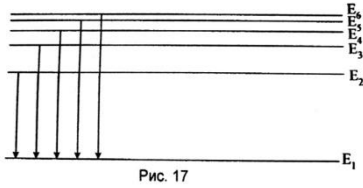
- а) Ток уменьшается при уменьшении напряжения между электродами прибора.
- б) Резкий спад кривой происходит вследствие того, что электроны не доходят до анода.
- в) Ток спадает, так как электроны теряют энергию.
- г) Резкий спад кривой происходит вследствие того, что электроны, обладая энергией кратной 4,9 эВ, сталкиваясь с атомами ртути, отдают им эту энергию.



15. Какому переходу (рис. 17) соответствует наибольшая длина волны электромагнитного излучения атома?

- а)  $5 \rightarrow 1$ .
- б)  $4 \rightarrow 1$ .

- в)  $3 \rightarrow 1$ .
- г)  $2 \rightarrow 1$ .
- д)  $5 \rightarrow 4$ .



16. Укажите формулу для определения  $n$ -й боровской орбиты электрона в атоме водорода.

- а)  $r_n = \frac{\hbar^2}{mZe^2}$ .
- б)  $r_n = \frac{\hbar r}{4\pi^2 e^2 m}$ .
- в)  $r_n = \frac{\hbar^2}{mZe^2} n^2$ .
- г)  $r_n = \frac{\hbar^2}{me^2} n$ .
- д)  $r_n = \frac{\hbar^2}{me^2} n$ , где  $m$  – масса электрона,  $e$  – заряд электрона.

17. Потенциал ионизации атома водорода равен 13,6 эВ. Указать, не производя расчетов, какую наименьшую энергию должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами этих электронов появились все линии всех серий спектра водорода.

- а)  $E_{min} = 13,6$  эВ.
- б)  $E_{min} > 13,6$  эВ.
- в)  $E_{min} < 13,6$  эВ.
- г)  $E_{min} < 13,6R$ .
- д)  $E_{min} = 13,6 \frac{h}{R}$ .

( $R$  – постоянная Ридберга,  $h$  – постоянная Планка.)

18. Указать область применения принципа неопределенности Гейзенберга:  $\begin{cases} \Delta p_x \Delta x \geq \hbar \\ \Delta p_y \Delta y \geq \hbar \\ \Delta p_z \Delta z \geq \hbar \end{cases}$

- а) Применим только для микропроцессоров.
  - б) Применим для любых частиц и тел.
  - в) Применим только для атомных явлений.
  - г) Применим для всех значений импульса, когда  $\Delta x \sim 10^{-8}$  см,  $\Delta y \sim 10^{-8}$  см,  $\Delta z \sim 10^{-8}$  см.
  - д) Применим только в квантовой механике и теории относительности.
19. Из анализа каких процессов можно вывести принцип неопределенности Гейзенберга?
- а) Из волновых свойств микрочастиц.
  - б) Только из явления дифракции электронов.
  - в) Из уравнений квантовой механики.
  - г) Из статистической теории Борна и волновой функции.
  - д) Из анализа любого квантовомеханического свойства микрочастиц.
20. Найти связь между длиной волны де Бройля и длиной круговой электронной орбиты ( $n \in Z$ ).
- а)  $2\pi r = \lambda n$ .
  - б)  $\frac{\lambda}{2\pi n} = r$ .
  - в)  $\lambda > 2\pi r$ .
  - г)  $2\pi r > \lambda n$ .
  - д)  $\lambda = 2\pi r$ .

## Контрольные работы

1. На уединенный медный шарик падает монохроматический свет с длиной волны  $0,165 \text{ мкм}$ . До какого потенциала зарядится шарик, если работа выхода электрона для меди  $4,5 \text{ эВ}$ .
2. На металлическую пластину падает монохроматический свет с  $\lambda=0,413 \text{ мкм}$ . Поток фотоэлектронов, вырывааемых с поверхности металла, полностью задерживается, когда разность потенциалов тормозящего электрического поля достигает  $1 \text{ В}$ . Определить работу выхода в электронвольтах и красную границу фотозффекта.
3. Поверхность металла освещается светом с длиной волны  $350 \text{ нм}$ . При некотором задерживающем потенциале фототок становится равным нулю. При изменении длины волны на  $50 \text{ нм}$  задерживающую разность потенциалов пришлось увеличить на  $0,59 \text{ В}$ . Считая постоянную Планка и скорость света известными, определите заряд электрона.
4. Найти работу выхода электронов из металла, пороговая частота которого  $6 \times 10^{14} \text{ Гц}$ . Определить частоту света, вырывающего с поверхности этого металла электроны, полностью задерживающиеся обратным потенциалом в  $3 \text{ В}$ .
5. Поверхность площадью  $100 \text{ см}^2$  каждую минуту получает  $63 \text{ Дж}$  световой энергии. Найдите световое давление в случаях, когда поверхность:  
а) отражает все лучи; б) полностью поглощает все падающие на нее лучи.
6. При напряжении  $31 \text{ кВ}$ , приложенном к рентгеновской трубке, длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра оказалась равной  $4 \times 10^{-2} \text{ нм}$ . Определить постоянную Планка.
7. Диаметр вольфрамовой спирали в электрической лампочке равен  $0,3 \text{ мм}$ , длина спирали  $5 \text{ см}$ . При включении лампочки в цепь напряжением в  $127 \text{ В}$  через лампочку течет ток силой  $0,31 \text{ А}$ . Найти температуру лампочки. Считать, что по установлении все выделяющееся тепло теряется в результате лучеиспускания. Отношение энергетических светимостей вольфрама и а.ч.т. считать для этой температуры равным  $0,31$ .
8. Энергия излучения Солнца, падающая за пределами атмосферы Земли на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, за  $1 \text{ с}$  (солнечная постоянная), равна  $1,33 \times 10^3 \text{ Дж}$ . Принимая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, определите:  
а) температуру поверхности Солнца;  
б) длину волны, соответствующую максимуму излучения Солнца. Расстояние от Земли до Солнца  $15 \times 10^{10} \text{ м}$ . Радиус Солнца  $6,96 \times 10^8 \text{ м}$ .

9. На сколько изменилась длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости при излучении а.ч.т., если температура его изменилась от  $1000\text{ }^{\circ}\text{K}$  до  $3000\text{ }^{\circ}\text{K}$ .
10. Определите длину волны, соответствующую максимуму энергии излучения лампы накаливания. Нить накала лампы имеет длину  $15\text{ см}$  и диаметр  $0,03\text{ мм}$ . Мощность, потребляемая лампой  $10\text{ Вт}$ . Нить лампы излучает как серое тело с коэффициентом поглощения  $0,3$ ;  $20\%$  потребляемой энергии передается другим телам вследствие теплопроводности и конвекции.
11. Средняя длина волны излучения лампочки накаливания равна  $12 \times 10^2\text{ \AA}$ . Найдите число фотонов, испускаемых  $200\text{-ваттной}$  лампочкой в единицу времени (считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение).
12. Раскаленная металлическая поверхность площадью  $10\text{ см}^2$  излучает в  $1\text{ мин}$   $4 \times 10^4\text{ Дж}$ . Температура поверхности равна  $2500\text{ }^{\circ}\text{K}$ . Найти:
  - а) каково было бы излучение этой поверхности, если бы она была а.ч.
  - б) каково отношение энергетических светимостей этой поверхности и а.ч.т. при данной температуре.
13. Мощность излучения а.ч.т. равна  $10\text{ кВт}$ . Найти величину излучающей поверхности тела, если известно, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности его энергетической светимости, равна  $7 \times 10^{-7}\text{ м}$ .
14. Найти волну де Бройля для электрона, движущегося по первой боровской орбите в атоме водорода.
15. Найти длину волны де Бройля для электрона, обладающего кинетической энергией  $5,0\text{ МэВ}$ .
16. Определить изменение орбитального момента импульса электрона при переходе его из возбужденного состояния в основное с испусканием одного кванта света длиной волны  $972,5\text{ \AA}$ .
17. Наибольшая длина волны спектральной водородной линии серии Бальмера равна  $656,3\text{ нм}$ . Определите по этой длине волны наибольшую длину волны в серии Лаймана.
18. Вычислить для атома водорода радиус второй боровской орбиты, энергию, скорость электрона в ней.



19. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны  $4,86 \times 10^{-7}$  м?
20. Определить потенциал ионизации атома водорода, двукратно ионизованного лития.
21. Определите длину волны K<sub>α</sub>-линии характеристического спектра, полученного в рентгеновской трубке с молибденовым ( $_{42}\text{Mo}$ ) анодом. Можно ли получить эту линию спектра, подав на рентгеновскую трубку напряжение  $4 \times 10^3$  В?
22. Радиоактивный натрий  $_{11}^{24}\text{Na}$  распадается, выбрасывая α-частицу. Период полураспада 14,8 ч. Вычислить количество атомов, распавшихся в 1 мг данного радиоактивного препарата за 10ч.
23. Найдите энергию, выделяющуюся при делении урана  $_{92}^{235}\text{U}$  (масса урана 1 кг, при каждом акте деления выделяется энергия равная 200 МэВ).
24. Найти энергию связи ядра изотопа  $_{3}^7\text{Li}$ .
25. Вычислить дефект массы ядра изотопа  $_{10}^{20}\text{Ne}$ .

*Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)*

### ВОПРОСЫ

к экзамену по разделу «Квантовая физика»  
(первый вопрос в билете)

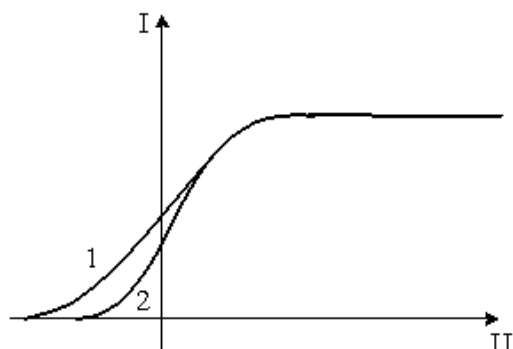
1. Современные представления о природе излучения. Физические явления и опытные факты, подтверждающие квантовые свойства излучения.
2. Фотоэлектрический эффект. Закономерности фотоэффекта.
3. Уравнение Эйнштейна, закон сохранения и превращения энергии для фотоэффекта. Практическое применение фотоэффекта.
4. Давление света. опыты Лебедева. опыты Вавилова.
5. Эффект Комптона.
6. Открытие рентгеновских лучей. Тормозное рентгеновское излучение.
7. Особенности теплового излучения тел Закон Кирхгофа. Пирометры, их применение.
8. Законы излучения абсолютно черного тела.
9. Распределение энергии в спектре излучения черного тела. Квантование энергии. Формула Планка. Значение работ Планка для развития физики.
10. Волновые свойства микрочастиц вещества. Корпускулярно-волновой дуализм и единство материального мира.
11. Экспериментальное подтверждение волновых свойств электронов. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
12. Волновая функция и ее физический смысл. Уравнение Шредингера.
13. Опытные факты, подтверждающие сложное строение атома. Первые модели атома.

14. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома.
15. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
16. Теория атома по Бору. Теория Бора как промежуточный этап в развитии представлений о строении атома.
17. Спектральные серии атома водорода. Общие характеристики спектров излучения и поглощения. Спектральный анализ, его применение.
18. Современные представления о строении атома. Квантование энергии и момента импульса электрона в атоме. Квантовые числа, их физический смысл. Спин электронов.
19. Принцип Паули. Электронные оболочки и строение сложных атомов. Периодическая система д. И. Менделеева.
20. Природа характеристических рентгеновских спектров. Закон Мозли. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле, практическое применение.
21. Люминесценция. Правило Стокса.
22. Спонтанное и индуцированное излучение. Квантовые генераторы и их применение.
23. Квантовые явления в твердых телах. Образование энергетических зон в кристалле. Основные положения зонной теории электропроводности полупроводников.
24. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы и их применение.
25. Строение атомного ядра. Ядерные силы. Стабильность ядра. Энергия связи. Изотопы и их применение.
26. Естественная радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Альфа- и бета-распады, гамма-излучение.
27. Ядерные реакции. Реакции деления ядер. Цепные ядерные реакции.
28. Реакции синтеза. Термоядерные реакции и перспективы их использования.
29. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.
30. Общие сведения об элементарных частицах. Элементарные частицы в космических лучах. Античастицы.
31. Основные типы взаимодействий. Понятие о кварках.

Вопросы к экзамену (второй вопрос в билете)

#### Задание N 17

На рисунке представлены две вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Если  $E$  – освещенность фотокатода, а  $\lambda$  – длина волны падающего на него света, то справедливо следующее утверждение...



#### Варианты ответов

- $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 = E_2$
- $\lambda_1 = \lambda_2, E_1 < E_2$
- $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 = E_2$
- $\lambda_1 = \lambda_2, E_1 > E_2$

## Задание N 18

Неизвестный радиоактивный химический элемент самопроизвольно распадается по схеме:  
 $X \rightarrow {}_{36}^{91}\text{Kr} + {}_{56}^{142}\text{Ba} + 3n$ . Ядро этого элемента содержит...

## Варианты ответов

- 94 протона и 144 нейтрона
- 92 протона и 142 нейтрона
- 94 протона и 142 нейтрона
- 92 протона и 144 нейтрона

## Задание N 9

$\beta^-$ -излучение представляет собой поток ...

## Варианты ответов

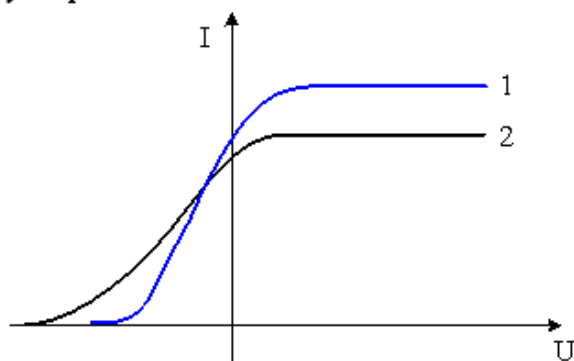
- квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами при переходе из возбужденного состояния в основное
- ядер атомов гелия
- протонов
- электронов

## Задание N 4

На рисунке представлены две вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Если  $E$  – освещенность фотокатода, а  $\lambda$  – длина волны падающего на него света, то справедливо следующее утверждение...

## Варианты ответов

- $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 < E_2$
- $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 > E_2$
- $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 < E_2$
- $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 > E_2$

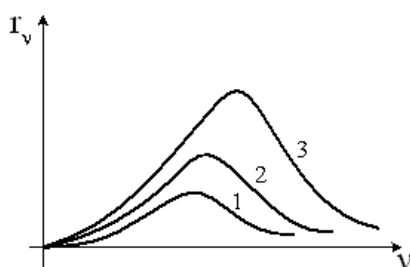


## Задание N

На рисунке представлены графики зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от частоты при различных температурах. Наименьшей температуре соответствует график...

## Варианты ответов

- 2
- 3
- 1



Задание N 24

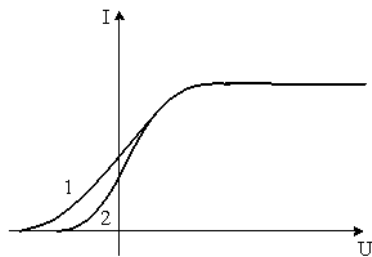
Де Бройль обобщил соотношение  $p = \frac{h}{\lambda}$  для фотона на любые волновые процессы, связанные с частицами, импульс которых равен  $p$ . Тогда, если длина волны де Бройля частиц одинакова, то наименьшей скоростью обладают...

Варианты ответов

- нейтроны
- $\alpha$ -частицы
- протоны
- электроны

Задание N 17

На рисунке представлены две вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Если  $E$  – освещенность фотокатода, а  $\lambda$  – длина волны падающего на него света, то справедливо следующее утверждение...



Варианты ответов

- $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 = E_2$
- $\lambda_1 = \lambda_2, E_1 < E_2$
- $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 = E_2$
- $\lambda_1 = \lambda_2, E_1 > E_2$

Задание N 9

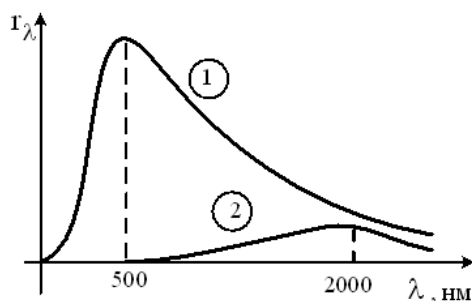
$\beta$ -излучение представляет собой поток ...

Варианты ответов

- квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами при переходе из возбужденного состояния в основное
- ядер атомов гелия
- протонов
- электронов

Задание N 2

На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Если длина волны, соответствующая максимуму излучения, увеличилась в 4 раза, то температура абсолютно черного тела ...

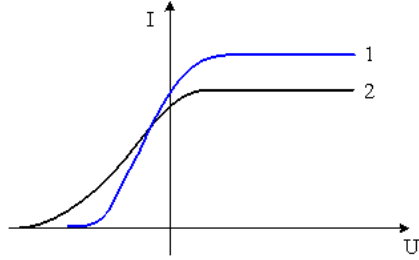


Варианты ответов

- уменьшилась в 4 раза
- увеличилась в 4 раза
- увеличилась в 2 раза
- уменьшилась в 2 раза

Задание N 4

На рисунке представлены две вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Если  $E$  – освещенность фотокатода, а  $\lambda$  – длина волны падающего на него света, то справедливо следующее утверждение...

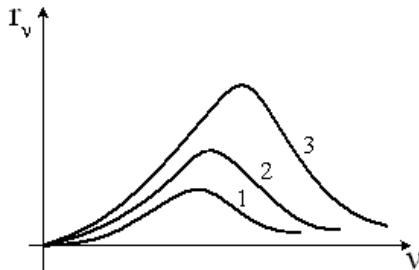


Варианты ответов

- $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 < E_2$
- $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 > E_2$
- $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 < E_2$
- $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 > E_2$

Задание N

На рисунке представлены графики зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от частоты при различных температурах. Наименьшей температуре соответствует график...



Варианты ответов

- 2
- 3
- 1

Задание N 8

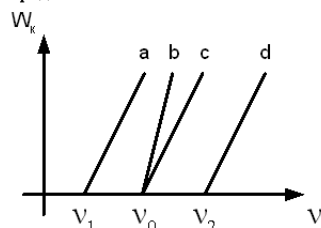
Одним из видов радиоактивных излучений является поток быстро движущихся электронов. Это –...

Варианты ответов

- $\beta^+$ -излучение
- $\gamma$ -излучение
- $\beta^-$ -излучение
- $\alpha$ -излучение

Задание N 6

В опытах по внешнему фотоэффекту изучалась зависимость энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для некоторого материала фотокатода исследованная зависимость на рисунке представлена линией с.



При замене материала фотокатода на материал с большей работой выхода зависимость будет соответствовать прямой...

Варианты ответов

- a, параллельной линии с
- b, имеющей больший угол наклона, чем линия с
- c, т.е. останется той же самой
- d, параллельной линии с

## Вопросы для самостоятельной работы студентов (СРС)

### Квантовые свойства излучения.

Тепловое излучение.

Особенности теплового излучения. Законы излучения абсолютно черного тела. Распределение энергии в спектре абсолютно чёрного тела. Формула Планка.

Фотоэффект и его закономерности. Уравнение Эйнштейна и его экспериментальное обоснование. Фотоэлементы и их применение.

Давление света в квантовой физике. Эффект Комптона. Экспериментальное подтверждение квантовых свойств излучения (опыты Вавилова, опыты Боте).

### Волновые свойства вещества.

Дифракция электронов. Волны де-Бройля. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Волновая функция и её физический смысл. Уравнение Шрёдингера.

### Атомная физика.

Опыты Резерфорда и ядерная модель атома. Постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. Атом водорода по Бору и объяснение спектральных закономерностей. Трудности теории Бора. Квантовые числа. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Спонтанное и индуцированное излучение атомов. Лазеры.

Рентгеновские лучи. Получение рентгеновских лучей и их свойства. Сплошной и характеристический спектры. Дифракция рентгеновских лучей. Применение рентгеновских лучей.

### Ядерная физика.

Атомное ядро. Состав и характеристики атомного ядра. Изотопы. Понятие о ядерных силах. Дефект масс и энергия связи атомных ядер. Оболочечная и капельная модель ядра.

Естественная радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Альфа-распад, бета-распад, гамма-излучение.

Ядерные реакции. Реакции деления тяжёлых ядер. Ядерный реактор. Реакции синтеза. Условия их осуществления. Управляемый термоядерный синтез. Ядерная энергетика.

### Элементарные частицы.

Общие сведения об элементарных частицах. Античастицы. Типы взаимодействий. Кварковая модель сильного взаимодействия. Промежуточные бозоны слабого взаимодействия. Классификации элементарных частиц.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Физика. Ч. 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества [Электронный ресурс] : В 2 ч.: учебник / И.И. Ташлыкова-Бушкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. –	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539095">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539095</a>
2. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ	2014		<a href="http://www.iprbookshop.ru/13863">http://www.iprbookshop.ru/13863</a> .

ИНФРА-М, 2014.			
3. Сборник вопросов и задач по общей физике. Раздел 3. Оптика. Раздел 4. Квантовая физика [Электронный ресурс]/ Н.В. Соина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2013.	2013		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323494.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323494.html</a>
Дополнительная литература			
1. Бройль, Луи Луи де Бройль. Избранные научные труды. Т. 1. Становление квантовой физики: работы 1921 – 1934 годов [Электронный ресурс] / Луи де Бройль. - М.: Логос, 2010.	2010		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468215">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468215</a>
2. Общая физика. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Бондарь [и др.]; под общ. ред. В.А. Яковенко. - Минск: Выш. шк., 2008.	2008		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505106">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505106</a>
3. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: Учеб. пос. / С.И.Кузнецов, А.М.Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с.- ISBN 978-5-9558-0350-0,	2015		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=438135">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=438135</a>

## 7.2. Периодические издания

«Земля и вселенная». М.: Наука;  
«Природа» М.: Изд. РАН;  
«Физика в школе» М.: Школьная пресса;  
«Успехи физических наук» М.: Изд. РАН;  
«Физика» М.: Первое сентября.

## 7.3. Интернет-ресурсы

CourseLab 2.7;  
Открытая физика (часть I)  
<http://physics.ru/courses/op25part1/content/content.html#.V80iwVuLTcs>  
Открытая физика (часть II)  
<http://physics.ru/courses/op25part2/content/content.html#.V80jOVuLTcs>  
Физика, химия, математика студентам и школьникам  
<http://www.ph4s.ru/>  
Физика в анимациях  
<http://physics.nad.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.*

Практические работы проводятся в Аудит. 121-7, 227-7, 235-7, 236-7. Лабораторные работы проводятся в «Лаборатории квантовой физики» Аудит. 119-7.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Лицензии на Microsoft Windows/Office: Microsoft Open License 49487346

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_  зав. кафедрой А.В. Малеев

Рецензент \_\_\_\_\_  директор МАО СОШ №2 А.В. Белянина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и теоретической физики  
Протокол № 1 от 30.08.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  А.В. Малеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направ-  
ления 44.03.05 – Педагогическое образование

Протокол № 1 от 30.08.19 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  М.В. Артамонова



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года

Заведующий кафедрой  А.В. Малеев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



А.В. Машев