

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра физики

*Любая С.И., Стародубцева Г.П., Боголюбова И.А.,
Афанасьев М.А., Рубцова Е.И.*

ПРАКТИКУМ ПО ОПТИКЕ
*23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов*

Ставрополь
2021

УДК 53 (076.5)

ББК 22.3 Я7

Л93

Рецензенты:

Доктор физико-математических наук, профессор Симоновский А.Я.
Кандидат физико-математических наук, доцент Хашченко А.А.

С.И. Любая

Л 93 С.И. Любая, Г.П. Стародубцева, И.А. Боголюбова, М.А. Афанасьев, Е.И. Рубцова /
Практикум по оптике.– Ставрополь, 2021. - 39с.

В данном пособии представлены вопросы для физических диктантов, указания по выполнению лабораторных работ по следующим разделам физики: геометрическая оптика, волновая оптика, фотометрия, а также рейтинговая оценка знаний студентов.

Предназначено для студентов сельскохозяйственных вузов, обучающихся по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Рекомендовано к печати методической комиссии факультета механизации СтГАУ (протокол №1 от 1 сентября 2021г.).

УДК 535 (076.5)

ББК 22.3 Я7

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра физики

*Любая С.И., Стародубцева Г.П., Боголюбова И.А.,
Афанасьев М.А., Рубцова Е.И.*

ПРАКТИКУМ ПО ОПТИКЕ
*23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов*

Студента ____ группы 2 курса
факультета

Ф.И.О. _____

Ставрополь
2021

Содержание

Введение	5
Работа 1. Определение оптической силы линзы.....	8
Работа 2.. Определение показателя преломления жидкости с помощью рефрактометра.....	11
Работа 3. Интерференция света	15
Работа 4. Дифракция света.....	18
Работа 5. Проверка закона Малюса.....	23
Работа 6. Измерение освещенности в аудитории.....	26
Работа 7. Моделирование радиоактивного распада.....	32
Литература	39

Введение

Целями освоения дисциплины «Физика» являются:

1. Освоение знаний о механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях; величинах, характеризующих эти явления; законах, которым они подчиняются; методах научного познания природы.

2. Овладение умениями проводить наблюдения природных явлений, описывать и обобщать результаты наблюдений, использовать простые измерительные приборы; применять полученные знания для объяснения принципов действия технических устройств; для решения физических задач.

3. Развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в ходе решения физических задач и выполнения лабораторных работ; способности к самостоятельному приобретению новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами.

4. Воспитание убежденности в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества.

5. Применение полученных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, для обеспечения безопасности своей жизни.

Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Учебная дисциплина Б2.Б.2 «Физика» относится к циклу Б2 – Математический и естественнонаучный цикл (ЕНЦ)

Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

а) общекультурных (ОК):

- Владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- Умением логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);
- Особенностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-10)
- Стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владение навыками самостоятельной работы (ОК-11);
- владение основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации (ОК-12).

б) профессиональных (ПК):

- Способность к использованию основных законов физики в профессиональной деятельности; применение методов математического анализа и моделирования;
- Способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, термодинамики и электродинамики.
- Способность проводить и оценивать результаты измерений;
- Способность разрабатывать и использовать графическую техническую документацию;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Фундаментальные разделы физики, в том числе физические основы механики, молекулярную физику и термодинамику, электричество и магнетизм, оптику, атомную и ядерную физику.

Уметь:

Использовать физические законы:

- для овладения основами теории и практики инженерного обеспечения АПК;
- использовать знания в областях химии для освоения теоретических основ и практики при решении инженерных задач в сфере АПК.

Владеть:

- методами построения математических моделей типовых профессиональных задач;

- методами проведения физических измерений.

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ 3 СЕМЕСТР

Таблица 1 – Распределение баллов по видам мероприятий

Контрольные мероприятия	Максимальное значение в баллах на семестр
Посещаемость лекций с написанием	$9 \times 1 = 9$
Лабораторные занятия	$7 \times 5 = 35$
Выполнение письменных работ (контрольные работы, физический диктант)	$8 \times 5 = 40$
Расчетно-графические работы	$1 \times 5 = 5$
Реферат	$1 \times 5 = 5$
Поощрительные баллы	6
ИТОГО	100

Таблица 2 - Начисление баллов по результатам посещения занятий

№	Максимальный балл за 1 лекцию	Количество лекций	Начисляемые баллы
1	Посещение – 0,5	9	9
2	Конспект лекции – 0,5		

В случае посещения студентом менее чем 85% лекций, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан представить своему преподавателю или лектору конспект пропущенных лекций.

Таблица 3 - Нормы пересчета оценок в баллы

Полученная оценка	Начисляемые баллы				
	диктант	лаб. раб	РГ раб.	реферат	коллоквиум
выполнение	-	-	-	-	-
оценка 2	0	0	0	0	0
оценка 2+, 3-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
оценка 3	3	3	3	3	3
оценка 3+, 4-	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
оценка 4	4	4	4	4	4
оценка 4+, 5-	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
оценка 5	5	5	5	5	5

Таблица 4 - Коэффициент, изменяющий рейтинг студента

Невыполнение форм контроля в срок	0,8
-----------------------------------	-----

После сдачи (передачи) полученный балл умножается на коэффициент, изменяющий рейтинг.

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ №1

1. Основные законы оптики (дать определения, сделать рисунки, записать формулы)
2. Абсолютный и относительный показатели преломления (определения, формулы)
3. Полное отражение (определение, формула)
4. Линза (определение)
5. Тонкая линза (определение, формула)
6. Фокус линзы (определение)
7. Оптическая сила линзы (определение, формула, ед. измерения)
8. Линейное увеличение (формула)
9. Аберрации (перечислить)

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ЛИНЗЫ

Цель работы: определить оптическую силу собирающей и рассеивающей линз.

Оборудование: оптическая скамья, осветитель, собирающая и рассеивающая линзы.

Ход работы

1. На оптической скамье установите собирающую линзу. Перемещая линзу, на экране добейтесь четкого увеличенного изображения предмета (предмет располагается на расстоянии, большем фокусного расстояния) и измерьте расстояния

$$d_1 = \quad \text{м}$$

$$f_1 = \quad \text{м}$$

2. Рассчитайте значение фокусного расстояния линзы

$$3. F_1 = \frac{d_1 \cdot f_1}{d_1 + f_1} =$$

4. Перемещая линзу, получите на экране четкое уменьшенное изображение предмета, измерьте расстояния

$$d = \quad \text{м}$$

$$f = \text{м}$$

5. Рассчитайте фокусное расстояние линзы

$$F_2 = \frac{d_2 \cdot f_2}{d_2 + f_2} =$$

6. Определите среднее значение фокусного расстояния

$$\langle F_c \rangle =$$

7. Рассчитайте оптическую силу собирающей линзы.

$$D_c = \frac{1}{\langle F_c \rangle} =$$

8. Вместе с собирающей установите рассеивающую линзу, получив систему линз, и повторите те же измерения и расчеты, что и с собирающей линзой.

Увеличенное изображение:

$$d_3 =$$

$$f_3 =$$

$$F_3 =$$

Уменьшенное изображение:

$$d_4 =$$

$$f_4 =$$

$$F_4 =$$

$$\langle F \rangle_{\text{сист}} =$$

$$D_{\text{сист}} = \frac{1}{\langle F_{\text{сист}} \rangle} =$$

9. Рассчитайте оптическую силу и фокусное расстояние рассеивающей линзы

$$D_p = D_{\text{сист}} - D_c =$$

$$F_p = \frac{1}{D_p}$$

10. Результаты измерений и расчеты занесите в таблицу:

Изображение предмета	d , м	f , м	F , м	$\langle F \rangle$, м	D , дптр
1. Собирающая линза: а) увеличенное б) уменьшенное					
2. Система линз: а) увеличенное б) уменьшенное					
3. Рассеивающая линза	-	-	-		

11. Сделайте вывод о проделанной работе: _____

Вопросы для защиты работы:

- 1) Что называется линзой?
- 2) Какие бывают виды линз?
- 3) Что называется главной оптической осью линзы?
- 4) Что называется фокусом линзы? Где он находится?
- 5) Как записывается формула линзы?
- 6) Что называется оптической силой линзы? Единица измерения.
- 7) Написать формулу тонкой линзы?
- 8) Чему равно линейное увеличение тонкой линзы?
- 9) Зависит ли фокусное расстояние линзы от среды, в которой она находится?

10) Какое практическое применение находят линзы?

11) По заданию преподавателя построить изображение

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ №2

1. Монохроматические волны (опр)
2. Когерентные волны (опр)
3. Интерференция света (опр)
4. Максимум интерференции (форм)
5. Минимум интерференции (форм)
6. Методы наблюдения интерференции (перечислить)
7. Ширина интерференционной полосы (опр, форм)
8. Интерференция света в тонкой пленке (опр, пример)
9. Полосы равного наклона (опр, пример)
10. Полосы равной толщины (опр, пример)
11. Применение интерференции (примеры)

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ РЕФРАКТОМЕТРА

Цель работы: определить показатель преломления жидкости рефрактометрическим методом.

Оборудование: рефрактометр, дистиллированная вода, растворы сахара.

Ход работы

Задание 1. Определение показателя преломления жидкости с помощью рефрактометра .

1. Снимите пробку с окна верхней камеры, окно нижней камеры должно

быть закрыто.

- Откройте верхнюю камеру и промойте дистиллированной водой поверхности измерительной и осветительной призм и насухо вытрите чистой льняной салфеткой.
- Оплавленным концом стеклянной палочки нанесите на плоскость измерительной призмы одну-две капли дистиллированной воды и закройте верхнюю камеру.
- Смещая осветитель, луч света направьте в окно верхней камеры.
- Перемещением рукоятки с окуляром (внутри прибора вместе с рукояткой перемещается механизм наведения) вдоль шкалы вверх или вниз введите в поле зрения границу светотени.
- Резкость границы светотени, штрихов шкалы и перекрестия сетки установите вращением гайки окуляра по глазу наблюдателя.
- Вращением рукоятки дисперсионного компенсатора устранили окрашенность границы светотени.
- Поворотом рычага осветителя и вращением осветителя на оси добейтесь максимально контрастной границы светотени.
- Перемещая рукоятку с окуляром, границу светотени подведите к центру перекрестия сетки и по границе светотени произвести отсчет по шкале показателей преломления. Измерения произвести не менее трех раз.

$$n_1 =$$

$$n_2 =$$

$$n_3 =$$

- Найдите среднее арифметическое значение результатов трех измерений показателя преломления дистиллированной воды

$$\langle n \rangle =$$

- Сравните полученный результат с табличным $n_T = 1,33299$

$$\varepsilon = \frac{|n_T - \langle n \rangle|}{n_T} \cdot 100\% =$$

- Если расхождение не превышает 5%, приступайте к выполнению следующего задания. Если расхождение превышает 5%, необходимо произвести установку нуля-пункта рефрактометра (установку производит лаборант (преподаватель)).

Задание 2. Исследование зависимости показателя преломления раствора от его концентрации.

- С помощью рефрактометра определите показатели преломления растворов различных концентраций.
- Результаты измерений занесите в таблицу:

$C, \%$					
n					

- Изобразите графически зависимость $n = f(C)$.

4. По наклону полученного графика определите удельный показатель преломления исследованного раствора жидкости.

5. Сделайте вывод о проделанной работе: _____

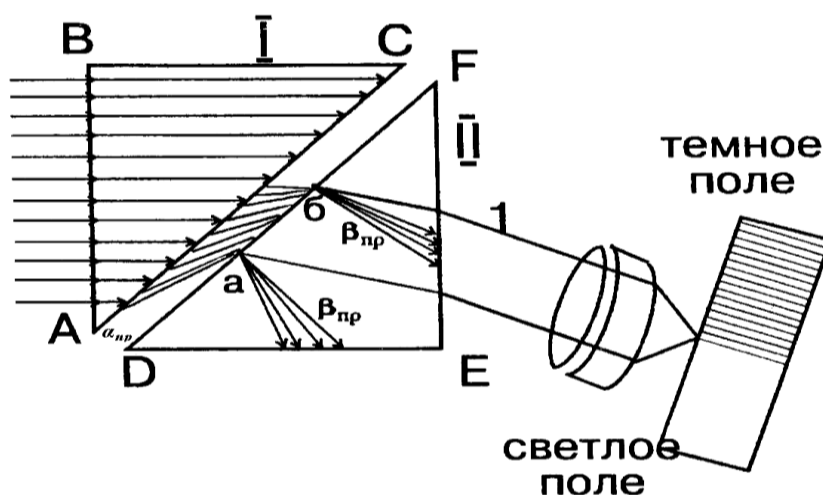
Вопросы для защиты работы:

- 1) Что называется абсолютным и относительным показателем преломления?

- 2) Что понимается под преломлением (рефракцией) света? Какова причина данного явления?

- 3) Как формулируется закон преломления лучей света на границе двух сред.

- 4) При каком условии луч света проходит две оптически разнородные среды без преломления?
- 5) Сравните скорости света в двух средах, если угол падения больше угла преломления.
- 6) При каких условиях наблюдается явление полного внутреннего отражения?
- 7) В чем заключается явление полного внутреннего отражения?
- 8) Что называется предельным углом полного внутреннего отражения?
- 9) Объясните принцип действия рефрактометра.



- 10) Где используется рефрактометр?

Дата защиты _____
 Количество баллов _____
 Подпись преподавателя _____

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ №3

1. Принцип Гюйгенса (формулировка)
2. Принцип Гюйгенса-Френеля (формулировка)
3. Записать формулу для радиуса зоны Френеля

4. Записать формулу для дифракционного минимума (дифракция в параллельных лучах)
5. Записать формулу для дифракционного максимума (дифракция в параллельных лучах)
6. Дифракционная картина для двух щелей:
 - условие максимума (формула)
 - условие минимума (формула)
 - условие дополнительного минимума (формула)

Дата защиты _____
Количество баллов _____
Подпись преподавателя _____

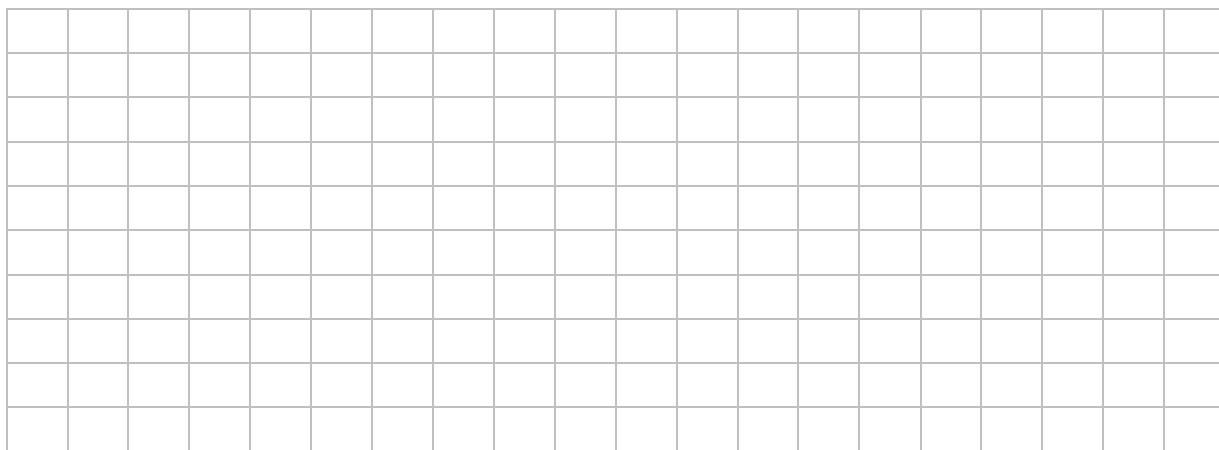
Лабораторная работа №3
ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

Цель работы:изучить явление интерференции (опыт Юнга), моделируя явление на ПЭВМ.

Оборудование:компьютер, программа.

Ход работы

1. Включите компьютерную программу.
2. Зарисуйте схему опыта.

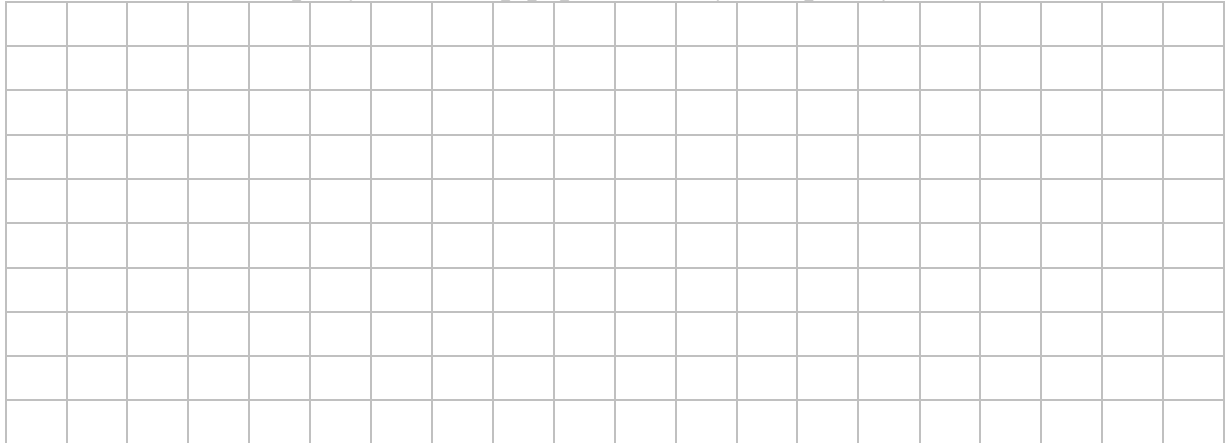


3. Задания выполняются по значениям из таблицы (задает преподаватель).

λ , нм	d , мм	L , см
360	1,0	300

400	1,5	330
450	2,0	360
500	3,0	390
560	4,0	420
630	4,5	450
700	5,0	480

4. Схематично зарисуйте интерференционную картину.



5. Для любого максимума рассчитайте условие координаты

$$(x_m)_{\text{теор}} = \frac{m \cdot L \cdot \lambda}{d} =$$

6. Определите координату соответствующего максимума на интерференционной картине:

$$(x_m)_{\text{эксп}} =$$

7. Определите погрешность эксперимента

$$\varepsilon_{x_m} = \frac{|(x_m)_{\text{теор}} - (x_m)_{\text{эксп}}|}{(x_m)_{\text{теор}}} \cdot 100\% =$$

8. Рассчитайте ширину интерференционной полосы

$$\Delta x_{\text{теор}} = \frac{L \cdot \lambda}{d} =$$

9. Измерьте ширину интерференционной полосы

$$\Delta x_{\text{эксп}} =$$

10. Определите погрешность эксперимента

$$\varepsilon_{\Delta x} = \frac{|\Delta x_{\text{теор}} - \Delta x_{\text{эксп}}|}{\Delta x_{\text{теор}}} \cdot 100\% =$$

11. Сделайте вывод о проделанной работе: _____

Вопросы для защиты работы:

- 1) Что называют волной?
- 2) Что называют электромагнитной волной?
- 3) Какие волны называют когерентными?
- 4) Какие волны называют монохроматическими?
- 5) Дать определение интерференции света.
- 6) Записать выражение для интенсивности результирующего колебания.
- 7) Записать условие интерференционного максимума.
- 8) Записать условие интерференционного минимума.
- 9) Перечислить методы наблюдения интерференции света.
- 10) В чем заключается метод Юнга?

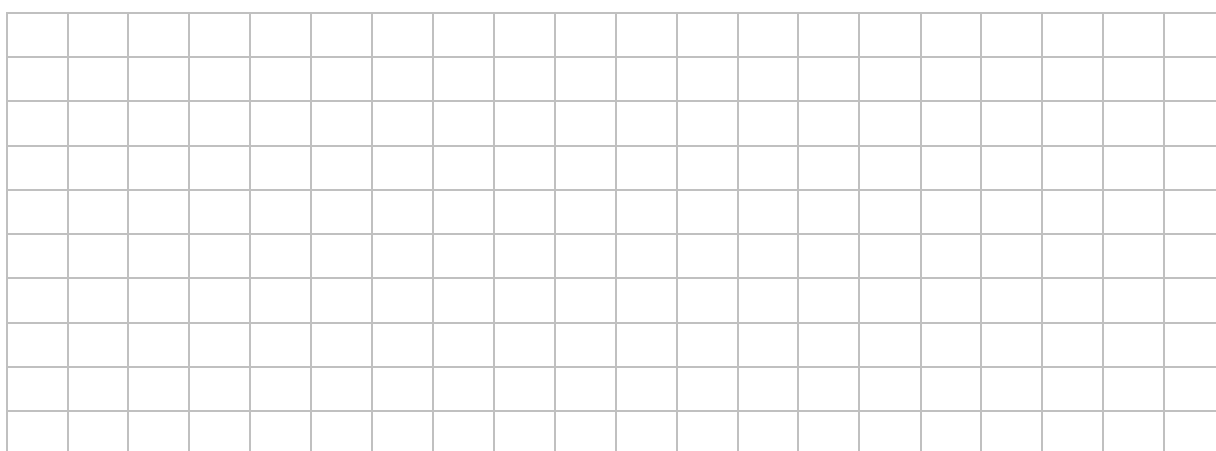
Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Вариант	λ , нм	D, мм	z, см
1	360	0,8	40
2	400	1,0	80
3	450	1,2	120
4	500	1,4	160
5	560	1,6	40
6	630	1,8	80
7	700	2,0	120

4. Зарисуйте зоны Френеля.

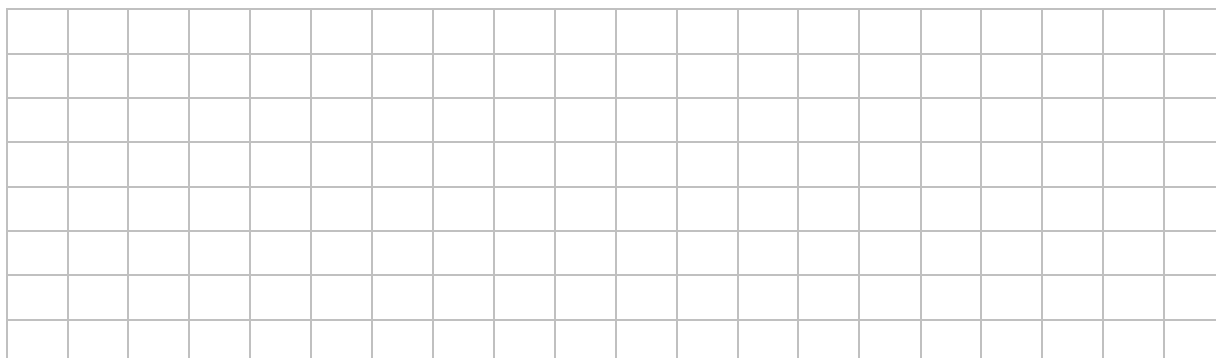


4. Сделайте расчеты по предположению того, что будет в центре дифракционной картины

$$r_m = \frac{D}{2} =$$

$$m = \frac{r_m^2}{z \cdot \lambda} =$$

5. Схематично зарисуйте дифракционную картину.



6. Сделайте вывод о проделанной работе: _____

Задание 2. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Цель работы: изучение явления дифракции и определение длины световой волны.

Оборудование: Дифракционная решетка, лазер, оптическая скамья.

Ход работы

1. Измерьте расстояние от дифракционной решетки до экрана
 $L = m$
2. Закрепите на экране лист чистой бумаги.
3. Включите лазер.
4. На листе бумаги зарисуйте пятна дифракционных максимумов.
5. Измерьте расстояния между центральным максимумом и максимумами 1-4 порядков
6. Рассчитайте длину световой волны, где $d = 0,02$ мм

$$\lambda = \frac{x_m \cdot d}{m \cdot L} =$$

$$\lambda = \frac{x_m \cdot d}{m \cdot L} =$$

$$\lambda = \frac{x_m \cdot d}{m \cdot L} =$$

$$\lambda = \frac{x_m \cdot d}{m \cdot L} =$$

$$\lambda = \frac{x_m \cdot d}{m \cdot L} =$$

$$\lambda = \frac{x_m \cdot d}{m \cdot L} =$$

7. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу:

m	Вправо		Влево	
	$X_m, \text{ м}$	$\lambda, \text{ м}$	$X_m, \text{ м}$	$\lambda, \text{ м}$
1				
2				
3				
4				

8. Рассчитайте среднее арифметическое значение длины волны света

$$\langle \lambda \rangle = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8}{8} =$$

9. Рассчитайте погрешность опыта

$$\varepsilon = \frac{|\lambda_{\text{теор}} - \langle \lambda \rangle|}{\lambda_{\text{теор}}} \cdot 100\% =$$

10. Измерьте ширину центрального максимума $X_0 =$

11. Определите число щелей дифракционной решетки

$$N = \frac{2\lambda \cdot L}{X_0 \cdot d} =$$

12. Сделайте вывод о проделанной работе:

Вопросы для защиты работы:

1) Что называется дифракцией света?

2) Сформулировать принцип Гюйгенса.

3) Сформулировать принцип Гюйгенса-Френеля.

- 4) В чем заключается метод зон Френеля?
- 5) Записать формулу для определения радиуса зоны Френеля.
- 6) Зонная пластинка.
- 7) Описать дифракцию Френеля на круглом отверстии.
- 8) Описать дифракцию Френеля на диске.
- 9) Что такое дифракционная решетка?
- 10) Что такое период дифракционной решетки?
- 11) Условие приближения дифракции Фраунгофера при дифракции света на одном отверстии и на дифракционной решетке.
- 12) Запишите формулу для распределения интенсивности света в дифракционной картине на “одномерной” решетки.
- 13) Условие минимума для дифракционной решетки.
- 14) Условие максимума для дифракционной решетки.

15) Дайте объяснение распределению интенсивности в картине дифракции света для “двумерной” решетке – сетке.

Дата защиты _____
Количество баллов _____
Подпись преподавателя _____

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ №5

1. Дисперсия света (опр, формула)
2. Различия в дифракционном и призматическом спектрах
3. Нормальная и аномальная дисперсия (опр)
4. Поглощение (абсорбция) света (опр)
5. Закон Бугера (форм)
6. Эффект Доплера для электромагнитных волн в вакууме (форм)
7. Продольный эффект Доплера (опр., форм)
8. Поперечный эффект Доплера (опр., форм)
9. Излучение (эффект) Вавилова-Черенкова (опр., форм)

Дата защиты _____
Количество баллов _____
Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 5

ПРОВЕРКА ЗАКОНА МАЛЮСА

Цель работы: проверить справедливость выполнения закона Малюса поляризации света с помощью поляроидов.

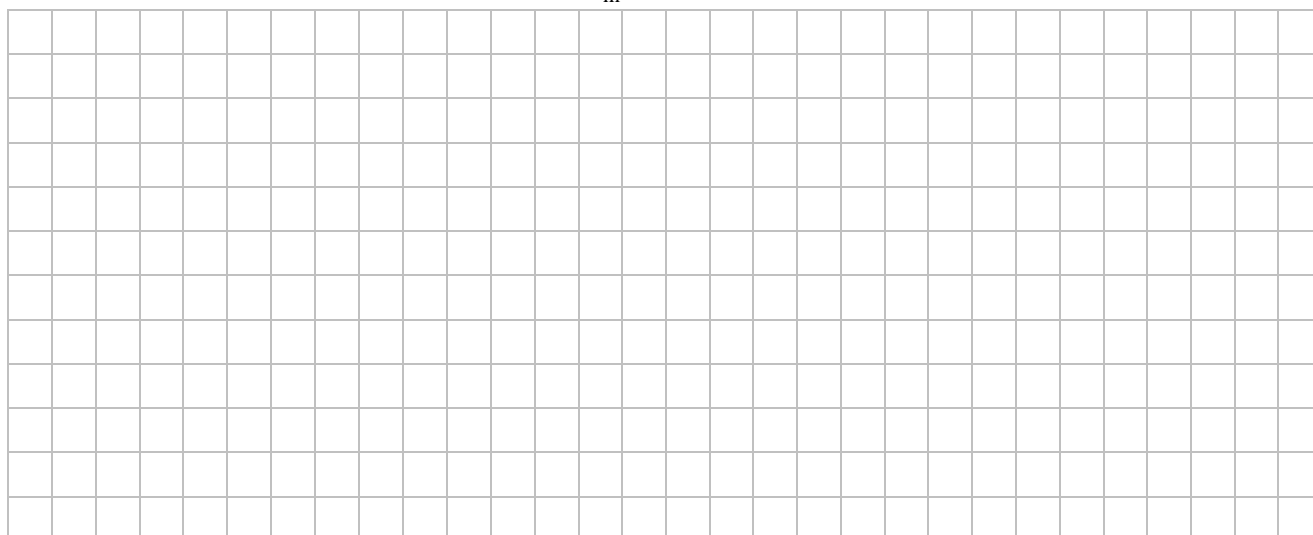
Оборудование: полупроводниковый лазер, излучающий свет с длиной волны $\lambda = 0,67$ мкм, оптическая направляющая скамья, набор рейтеров, поляризатор и анализатор (закрепленные в оправках), фотоприемное устройство, подключенное к измерителю мощности лазерного излучения с цифровым отсчетом.

Ход работы

1. Включите установку.
2. Вращая анализатор, снимите зависимость показаний измерителя мощности излучения от угла поворота φ анализатора.
3. Результаты измерений занесите в таблицу:

φ	0	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
I_1										
I_2										
I_3										
I_4										
$\langle I \rangle$										
$\langle I \rangle / I_m$										
$\cos^2 \varphi$										

4. Постройте график зависимости $\frac{\langle I \rangle}{I_m} = f(\cos^2 \varphi)$.



5. Сделайте вывод о проделанной работе: _____

Вопросы для защиты работы:

- 1) Какой свет называется естественным?

- 2) Какой свет называется поляризованным?
- 3) Что такое поляризация света?
- 4) Какими способами можно получить поляризованный свет?
- 5) Поляризация света при отражении. Закон Брюстера.
- 6) Двойное лучепреломление. Дихроизм. Николь.
- 7) Что такое поляризатор и анализатор?
- 8) Сформулируйте закон Малюса.

Дата защиты _____
Количество баллов _____
Подпись преподавателя _____

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ №6

1. Естественный, поляризованный, плоско поляризованный свет (опр)
2. Степень поляризации (опр., формула)
3. Закон Малюса (формула)
4. Закон Брюстера (форма)
5. Двойное лучепреломление (обыкновенный и необыкновенный лучи) (опр)
6. Эффект Керра (опр, формула)
7. Формула угла поворота плоскости поляризации для твердых тел (опр).
8. Формула угла поворота плоскости поляризации для растворов (опр).

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 6 **ИЗМЕРЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ В АУДИТОРИИ**

Цель работы: изучить устройство люксметра и определить освещенность в аудитории при естественном и искусственном освещении, рассчитать силу света источника.

Оборудование: люксметр, рулетка, настольная лампа.

Краткая теория

Люксметры представляют собой электрические высокочувствительные приборы, предназначенные для контроля уровня освещённости, которая создаётся искусственными или естественными источниками света в различных производственных и жилых помещениях.

Принцип действия таких устройств основан на преобразовании светового потока, попадающего в приемную часть фотоэлемента, в электрический ток. При этом в замкнутой цепи прибора возникает движение электронов, энергия которого прямо пропорциональна степени освещённости фотоэлемента. В более ранних моделях сила тока, соответственно и интенсивность излучения, измерялась по углу отклонения стрелки гальванометра.

Сфера применения люксметров довольно обширна и включает в себя такие области, как охрана труда, сельское хозяйство, метрология, приборостроение и т.д. С помощью подобных устройств проводятся измерения уровня освещённости в учебных заведениях, библиотеках, музеях, архивах, медицинских учреждениях.

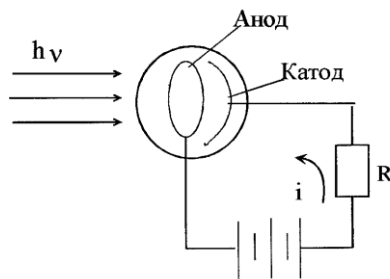


Рисунок 6.1. Схема включения фотоэлемента в электрическую цепь.

Фотоэлемент - электронный прибор, в котором в результате поглощения энергии падающего на него оптического излучения генерируется ЭДС (фотоэдс) или электрический ток (фототок). Действие фотоэлемента основывается на фотоэлектронной эмиссии или фотоэффекте внутреннем.

Фотоэлемент, действие которого основано на внутреннем фотоэффекте, – полупроводниковый прибор с гомогенным электронно-дырочным переходом (р–n-переходом) или контактом металл-полупроводник. Поглощение оптического излучения в таких фотоэлементах приводит к увеличению числа свободных носителей внутри полупроводника. Под действием электрического поля перехода (контакта) носители заряда пространственно разделяются (например, в фотоэлементе с р–n-переходом электроны накапливаются в n-области, а дырки – в р-области), в результате между слоями возникает фотоэдс; при замыкании внешней цепи фотоэлемента через нагрузку начинает протекать электрический ток.

Световой поток – физическая величина, численно равная количеству энергии, излучаемой источником света за единицу времени:

$$\Phi = \frac{W}{t}. \quad (6.1)$$

Основной единицей измерения светового потока в СИ является лм (люмен).

Сила света - физическая величина, численно равная количеству излучаемой источником света энергии за единицу времени внутри единичного телесного угла:

$$I_{\Omega} = \frac{W}{\Omega \cdot t} = \frac{\Phi}{\Omega}. \quad (6.2)$$

Основной единицей измерения силы света в СИ является Кд (кандела).

Интенсивность света – величина, численно равная количеству энергии, протекающей в единицу времени через единицу площади поверхности перпендикулярно к этой поверхности.

$$I = \frac{W}{S \cdot t}. \quad (6.3)$$

Основной единицей измерения интенсивности волны в СИ является $\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$.

Закон Бугера: интенсивность света при поглощении в веществе убывает экспоненциально в зависимости от пройденного пути

$$I = I_0 \cdot e^{-k_\lambda l} \quad (6.4)$$

где k_λ – натуральный показатель поглощения - физическая величина, обратная толщине такого слоя, который ослабляет интенсивность света в «e» раз.

Зависимость интенсивности света от толщины поглощающего слоя показана на графике.

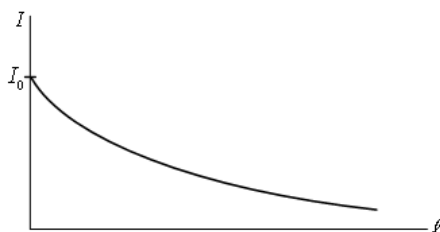


Рисунок 6.2. Зависимость интенсивности света, прошедшего через вещество от толщины слоя вещества.

Освещенность - физическая величина, численно равная количеству световой энергии, падающей на единицу поверхности тела за единицу времени:

$$E = \frac{W}{S \cdot t} = \frac{\Phi}{S} \quad (6.5)$$

Основной единицей измерения освещенности в СИ является лк (люкс).

Основной закон освещенности: освещенность, создаваемая точечным источником света, прямо пропорциональна силе света источника, косинусу угла падения и обратно пропорциональна квадрату расстояния между источником света и освещаемой поверхностью.

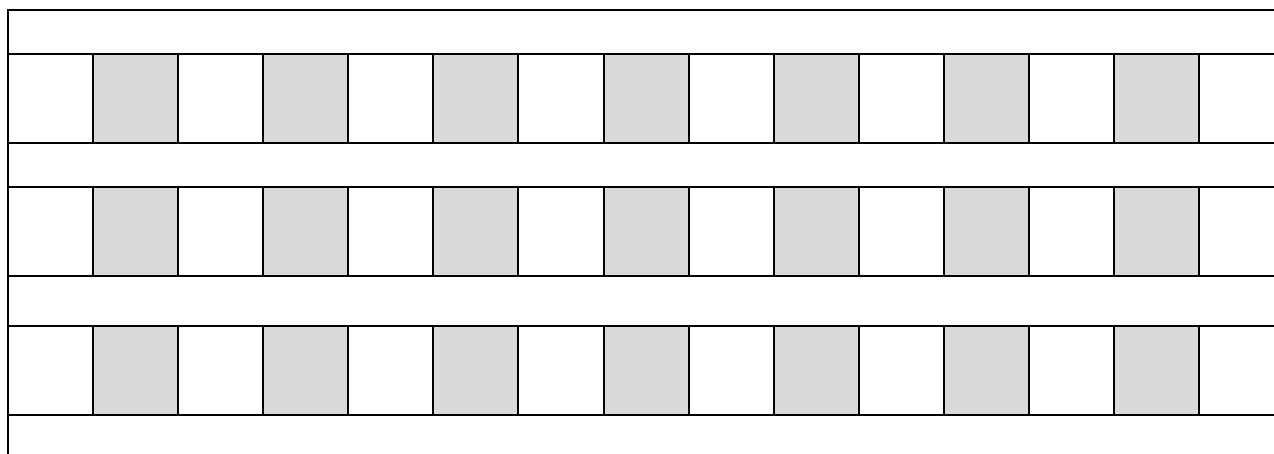
$$E = \frac{I_\Omega \cdot \cos \alpha}{R^2} \quad (6.6)$$

Для сохранения зрения и создания нормальных условий труда необходимо поддерживать наиболее благоприятную освещенность. Слишком слабая освещенность рабочего места утомляет глаза, но и при очень сильном свете работать невозможно: сильный свет не менее утомляет, чем слабый. Поэтому для различных видов работ и помещений разного назначения выработаны оптимальные нормы освещенности. Для чтения оптимальная освещенность – 100 лк.

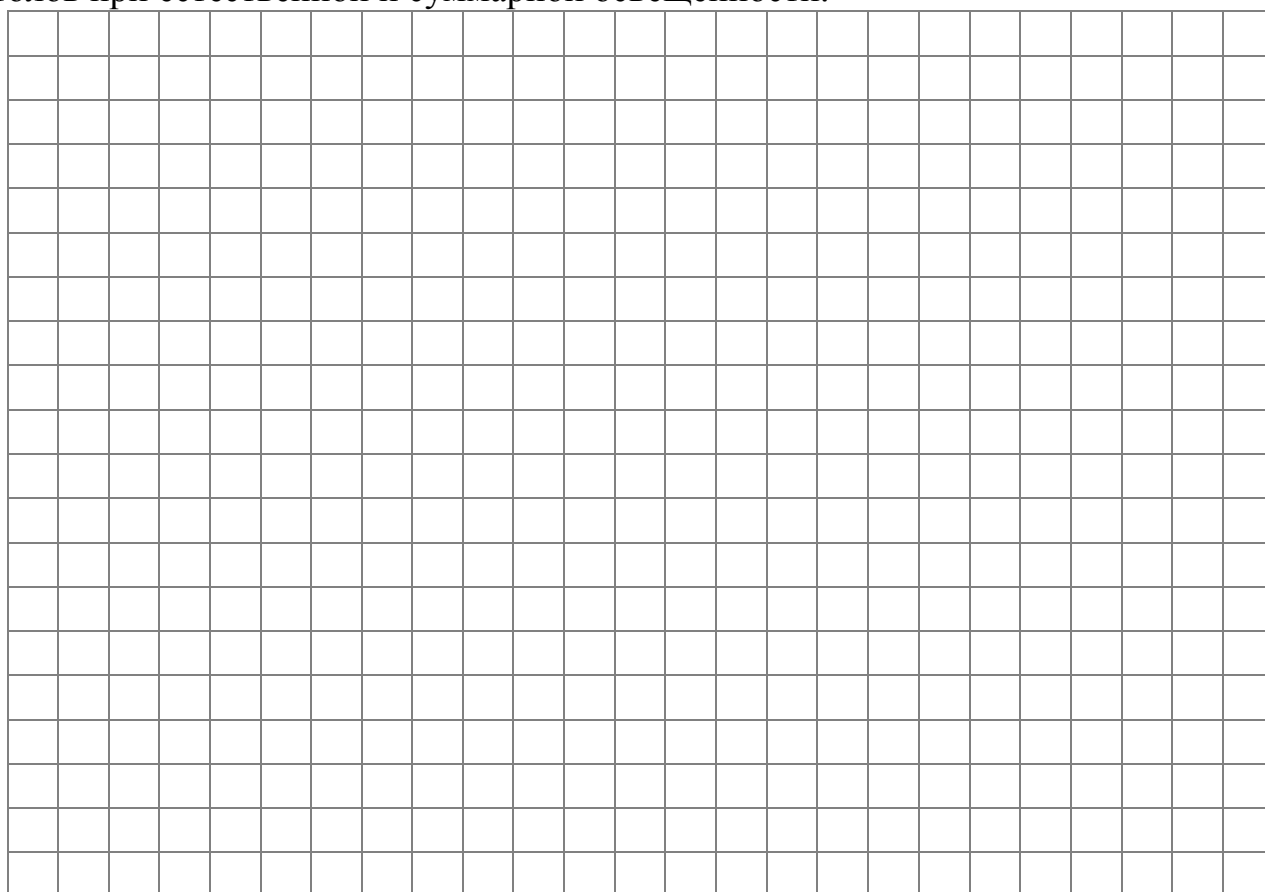
Задание 1. Измерение освещенности аудитории

1. Измерить естественную освещенность аудитории и записать на схеме

2. Включить все лампы, измерить освещенность и записать на схеме.



3. Построить графики зависимости освещенности ряда парт от расположения столов при естественной и суммарной освещенности.



Задание 2. Определение коэффициента поглощения материала

1. Поместите фотоэлемент под источником света и измерьте освещенность поверхности.
2. Положите на фотоэлемент один, затем два и три листа бумаги, измерьте значение освещенности.

3. Определите микрометром толщину материала.

4. Вычислите коэффициент поглощения данного материала по формуле

$$k_{\lambda} = \frac{1}{d} \cdot \ln \frac{E_0}{E}$$

5. Заполните таблицу

№	Начальная освещенность $E_0, \text{лк}$	Количество листов бумаги	Толщина слоя $d, \text{м}$	Освещенность через слой $E, \text{лк}$	k_{λ}	$\langle k_{\lambda} \rangle$
1		1				
2		2				
3		3				

$$k_{\lambda 1} = \frac{1}{d} \cdot \ln \frac{E_0}{E_1} =$$

$$k_{\lambda 2} = \frac{1}{d} \cdot \ln \frac{E_0}{E_2} =$$

$$k_{\lambda 3} = \frac{1}{d} \cdot \ln \frac{E_0}{E_3} =$$

$$\langle k_{\lambda} \rangle = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3} =$$

6. Сравните найденный коэффициент поглощения с коэффициентами поглощения воздуха ($k_{\lambda} = 10^{-3} \text{ м}^{-1}$), воды ($k_{\lambda} = 1 \text{ м}^{-1}$) и металла ($k_{\lambda} = 10^6 \text{ м}^{-1}$).

7. Сделайте вывод о проделанной работе.

Вопросы для защиты работы:

1. Что измеряют люксметрами?

2. Принцип действия люксметра.

3. Где применяются люксметры?

4. Какие физические процессы происходят в фотоэлементе?

5. На чем основывается действие фотоэлемента?
6. Определение, формула и единицы измерения светового потока.
7. Определение, формула и единицы измерения силы света.
8. Определение, формула и единицы измерения освещенности.
9. Формулировка основного закона освещенности.
10. Норма освещенности для чтения.

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ №7

1. Поток излучения (опр, ф-ла)
2. Излучательность (энергетическая светимость) (опр, ф-ла)
3. Спектральная плотность излучательности (опр, ф-ла)
4. Поглощательная способность (опр, ф-ла)
5. Абсолютно черное тело (опр)
6. Закон Кирхгофа (опр, ф-ла)
7. Универсальная функция Кирхгофа (опр, ф-ла)
8. Закон Стефана – Больцмана (опр, ф-ла)

9. Закон смещения Вина (опр, ф-ла)
10. Формула Релея – Джинса (опр, ф-ла)
11. Формула Вина (опр, ф-ла)
12. Формула Планка (опр, ф-ла)
13. Радиационная температура (опр)
14. Цветовая температура (опр)
15. Яркостная температура (опр)

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 7

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА

Цель: на модели экспериментально проверить закон радиоактивного распада.

Оборудование: 128 монет, банка, разнос.

Краткая теория

Ядра всех атомов можно разделить на два больших класса: стабильные и радиоактивные. Последние самопроизвольно распадаются, превращаясь в ядра других элементов. Ядерные преобразования могут происходить и со стабильными ядрами при их взаимодействии друг с другом и с различными микрочастицами.

Любое ядро заряжено положительно, и величина заряда определяется количеством протонов в ядре Z (зарядовое число). Количество протонов и нейтронов в ядре определяет массовое число ядра A . Символически ядро записывается так:



где X – символ химического элемента.

Спонтанный распад изотопов ядер в условиях природной среды называют естественной, а в условиях лабораторий в результате деятельности человека – искусственной радиоактивностью.

Естественную радиоактивность открыл французский физик Анри Беккерель в 1896 г. Это открытие вызвало революцию в естествознании вообще и в физике в частности. Классическая физика XIX в. с ее убежденностью в неделимости атома ушла в прошлое, уступив место новым теориям.

Открытие и исследование явления радиоактивности связано также с именами Марии и Пьера Кюри. Этим исследователям в 1903 г. была присуждена Нобелевская премия по физике.

Искусственная радиоактивность открыта и исследована супругами Ирен и Фредериком Жолио-Кюри, которые в 1935 г. также получили Нобелевскую премию.

Необходимо отметить, что принципиального различия между этими двумя типами радиоактивности нет.

Для каждого радиоактивного элемента установлены количественные оценки. Так, вероятность распада одного атома в одну секунду характеризуется постоянной распада данного элемента λ , а время, за которое распадается половина радиоактивного образца, называется периодом полураспада $T_{1/2}$.

Этот закон называется элементарным законом радиоактивного распада.

В результате радиоактивного распада число радиоактивных ядер данного изотопа уменьшается со временем, превращаясь в другие ядра.

Теория радиоактивного распада строится на предположении о том, что распад является спонтанным процессом, подчиняющимся законам статистики. Так как отдельные радиоактивные ядра распадаются независимо друг от друга, то можно считать, что число ядер dN , распавшихся в среднем за интервал времени от t до $t+dt$, пропорционально промежутку времени dt и числу N нераспавшихся ядер к моменту времени t :

$$dN = -\lambda \cdot N \cdot dt,$$

где λ – постоянная для данного радиоактивного вещества величина, называемая постоянной радиоактивного распада; знак минус указывает, что общее число радиоактивных ядер в процессе распада уменьшается.

Методика эксперимента

Обозначим число атомов в начальный момент времени $t_0 = 0$ как N_0 .

Через время $t = T$, равное периоду полураспада, число атомов будет вдвое меньше начального, поэтому $N(t) = \frac{N_0}{2}$. По истечении каждого следующего промежутка времени T число атомов уменьшается вдвое, поэтому $N(2 \cdot T) = \frac{N_0}{2^2}$, $N(3 \cdot T) = \frac{N_0}{2^3}$ и так далее. Через время $t = n \cdot T$ останется $N(n \cdot T) = \frac{N_0}{2^n} = N_0 \cdot 2^{-n}$ атомов. Поскольку $n = \frac{t}{T}$, получаем закон радиоактивного распада:

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Закон распада атомов не является законом, который управляет распадом одного атома, так как нельзя предугадать, когда произойдет этот распад. Распад атома не зависит от его возраста, то есть атомы «не стареют».

За время T каждое из радиоактивных ядер распадается с вероятностью $\frac{1}{2}$. Процесс радиоактивного распада можно промоделировать подбрасыванием монет, при котором с той же вероятностью $\frac{1}{2}$ выпадают или «орел» или

«решка». Примем, что если выпадет «орел», ядро уцелело, если же «решка» - распалось. Каждое бросание монет соответствует для ядра протеканию промежутка времени, равного периоду полураспада.

Количество распадов, n	Количество распавшихся атомов, $N(n) = \frac{N_0}{2^n}$
0	128
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Ход работы

1. Отсчитайте начальное количество монет $N_0 = 128$, перемешайте их в банке и высыпьте на разнос.
2. Подсчитайте число «нераспавшихся» монет (то есть число монет, лежащих «орлом» вверх), соберите их обратно в банку, снова перемешайте и высыпьте на разнос.
3. Опыт повторите 10 раз.
4. Заполните таблицу

Серия 1

Количество бросаний, $n = \frac{t}{T}$	Количество «нераспавшихся» монет, N	Количество «распавшихся» монет, $N' = N_0 - N$
0	128	0
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

5. Повторите серию бросаний монет еще дважды, начиная каждый раз

$$N_0 = 128.$$

Серия 2

Количество бросаний, $n = \frac{t}{T}$	Количество «нераспавшихся» монет, N	Количество «распавшихся» монет, $N' = N_0 - N$
0	128	0
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Серия 3

Количество бросаний, $n = \frac{t}{T}$	Количество «нераспавшихся» монет, N	Количество «распавшихся» монет, $N' = N_0 - N$
0	128	0
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

7. Подобрать удобный масштаб, построить график зависимости соответствующей формуле $N(n) = \frac{N_0}{2^n}$. На той же координатной плоскости начертить графики каждой серии эксперимента. Удобнее чертить графики

3) α – излучение; 4) β^- – излучение.

5. α – излучение представляет собой поток...

1) квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами при переходе из возбужденного состояния в основное;

2) электронов;

3) ядер атомов гелия;

4) протонов.

6. При α распаде...

1) заряд ядра не изменяется, масса ядра уменьшается на 4 а.е.м.;

2) заряд ядра уменьшается на 2 а.е.з. масса ядра не изменяется;

3) заряд ядра уменьшается на 2 а.е.з., масса ядра уменьшается на 4 а.е.м.;

4) заряд ядра уменьшается на 4 а.е.з, масса ядра уменьшается на 2 а.е.м..

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

1) 94 протона и 144 нейтрона;

2) 94 протона и 142 нейтрона;

3) 92 протона и 144 нейтрона;

4) 92 протона и 142 нейтрона.

8. Неизвестный радиоактивный химический элемент самопроизвольно распадается по схеме: $X \rightarrow {}_6^{13}C + {}_0^1n + {}_{-1}^0e^+ + \nu_e$. Ядро этого элемента содержит...

1) 7 протонов и 7 нейтронов;

2) 7 протонов и 8 нейтронов;

3) 6 протонов и 7 нейтронов;

4) 6 протонов и 8 нейтронов.

9. Неизвестный радиоактивный химический элемент самопроизвольно распадается по схеме: $X \rightarrow {}_{14}^{30}Si + {}_0^1n + {}_{-1}^0e^+ + \nu_e$. Ядро этого элемента содержит...

1) 15 протонов и 17 нейтронов;

2) 16 протонов и 15 нейтронов;

3) 15 протонов и 16 нейтронов;

4) 14 протонов и 17 нейтронов.

10. Неизвестный радиоактивный химический элемент самопроизвольно распадается по схеме: $X \rightarrow {}_{13}^{27}Al + {}_0^1n + {}_{-1}^0e^+ + \nu_e$. Ядро этого элемента содержит...

1) 14 протонов и 14 нейтронов;

2) 14 протонов и 15 нейтронов;

3) 15 протонов и 13 нейтронов;

4) 15 протонов и 14 нейтронов.

11. Сколько α - и β распадов должно произойти, чтобы актиний ${}_{89}^{227}\text{Ac}$ превратился в стабильный изотоп свинца ${}_{82}^{207}\text{Pb}$.

- 1) 4α – распадов и $4\beta^-$ – распада;
- 2) 5α – распадов и $5\beta^-$ – распада;
- 3) 6α – распадов и $3\beta^-$ – распада;
- 4) 5α – распадов и $3\beta^-$ – распада.

Дата защиты _____
Количество баллов _____
Подпись преподавателя _____

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ №8

1. Явление фотоэффекта (опр).
2. Законы фотоэффекта (формулировки).
3. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта (ф-ла, знать все буквы).
4. Фотон (опр).
5. Эффект Комптона (опр, ф-ла).
6. Масса и импульс фотона (ф-лы, знать все буквы).
7. Давление света (ф-лы, знать все буквы).

Дата защиты _____
Количество баллов _____
Подпись преподавателя _____

ЛИТЕРАТУРА

1. Грабовский Р. И. Курс лекций. - М.: Высшая школа, 2009, 2012.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2008, 2010, 2012.
3. Любая С.И. Курс лекций по физике (направление 35.03.04 – Агрономия). Ставрополь: Агрус, 2015.
4. Любая С. И., Хайновский В. И., Афанасьев М. А., Копылова О. С. Практикум по механике и молекулярной физике. Учебное пособие, Ставрополь: АГРУС, 2010.
5. Копылова О. С., Любая С. И., Афанасьев М. А., Хайновский В. И. Практикум по электричеству и магнетизму. Учебное пособие, Ставрополь: СНИИЖК, 2011.
6. Хайновский В. И., Стародубцева Г. П., Любая С. И., Афанасьев М. А. Практикум по оптике. Учебное пособие, Ставрополь: СНИИЖК, 2011.
7. Любая С.И., Стародубцева Г.П., Афанасьев М.А., Копылова О.С., Рубцова Е.И., Здоренко В.А. Учебно-методическое пособие по физике. Ставрополь: ООО «Борцов», 2012.
8. Копылова О.С., Боголюбова И.А., Стародубцева Г.П., Любая С.И. Методические указания к выполнению лабораторных и расчетно-графических работ. Ставрополь: ООО «Курсив», 2013.