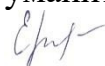


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный авиационный технический университет»
Уфимский авиационный техникум

УТВЕРЖДАЮ

Председатель ПЦК
Общегуманитарных дисциплин



С.В. Еремеева

«04» апреля 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

ОУП.11 ФИЗИКА

Наименование специальности

24.02.02 Производство авиационных двигателей

Квалификация выпускника

Техник

Базовая подготовка

Форма обучения: очная

Уфа, 2022

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 24.02.02 Производство авиационных двигателей, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.04.2014 № 363.

Организация-разработчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Институт среднего профессионального образования

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	49
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	51
5. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	57
6. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ (ОВЗ)	71

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

1.1. Область применения рабочей программы

Программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (далее - ППССЗ) в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 24.02.02 Производство авиационных двигателей.

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Дисциплина относится к базовым дисциплинам и входит в общеобразовательный цикл технического профиля ППССЗ по специальности 24.02.02 Производство авиационных двигателей.

1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика» обеспечивает достижение обучающимися следующих **результатов:**
личностных:

- чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;
- готовность к продолжению образования и повышения квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;
- умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;
- умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;
- умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;
- умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития;

метапредметных:

- использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения,
- описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон

окружающей действительности;

- использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- умение анализировать и представлять информацию в различных видах;
- умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации;

предметных:

- сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформированность умения решать физические задачи;
- сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины:

Учебная нагрузка обучающихся максимальная 116 часов;

всего 116 часов, в том числе

лекций, уроков 70 часов;

практических занятий 18 часов;

лабораторных занятий 28 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов	
	1 семестр	2 семестр
Учебная нагрузка обучающихся максимальная	52	64
обязательная, в том числе:	52	64
лекции	32	38
лабораторные занятия	14	14
практические занятия	6	12
Форма промежуточной аттестации	-	экзамен

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины Физика

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект) (если предусмотрены)		Объем часов	Уровень освоения
1	2		3	4
Введение			2	1
	Содержание учебного материала		2	
	Физика — фундаментальная наука о природе. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Погрешности измерений физических величин. Понятие о физической картине мира.			
Раздел 1. Механика с элементами теории относительности			16	
Тема 1.1 Основные понятия кинематики	Содержание учебного материала		2	
	1	Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Характеристики механического движения. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Свободное падение. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью.		2
Тема 1.2 Динамика	Содержание учебного материала		4	2
	1	Основная задача динамики. Сила. Масса. Законы Ньютона.		
	2	Закон Всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес и невесомость.		
	Лабораторные занятия		4	
	1	Изучение движения тела по окружности под действием силы упругости и силы тяжести		
	2	Изучение зависимости угла наклона плоскости, необходимого для начала скольжения тела, от материала трущихся поверхностей		
Тема 1.3 Законы сохранения в механике	Содержание учебного материала		6	2
	1	Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.		
	2	Работа и мощность. Механическая энергия и ее виды. Закон сохранения энергии. Применение законов сохранения.		
	3	Решение задач по разделу «Механика с элементами теории относительности»		
Раздел 2.Молекулярная физика и термодинамика			24	
Тема 2.1	Содержание учебного материала		4	

Основы МКТ	1	Основные положения МКТ и их опытное обоснование. Броуновское движение. Диффузия. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Скорости движения молекул. Опыт Штерна. Размеры и масса молекул и атомов. Количество вещества. Молярная постоянная Авогадро.		2
	2	Идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение МКТ идеального газа. Температура как мера средней кинетической энергии хаотического движения молекул. Уравнение Клапейрона – Менделеева. Изопроцессы, их графики. Термодинамическая шкала температур. Абсолютный нуль.		2
	Лабораторные занятия		2	
	1	Опытное подтверждение закона Бойля – Мариотта		
Тема 2.2 Основы термодинамики	Содержание учебного материала		2	
	1	Изменение внутренней энергии газа в процессе теплообмена и совершения работы. Теплоемкость. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса. Первое начало термодинамики и его применение к различным изопроцессам.		2
	2	Адиабатный процесс. Работа газа при изобарном изменении его объема. Принцип действия тепловой машины.	2	2
Тема 2.3 Агрегатное состояние вещества и фазовые переходы	Содержание учебного материала		4	
	1	Насыщенный пар и его свойства. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Зависимость температуры кипения от давления. Поверхностный слой жидкости. Энергия поверхностного слоя. Смачивание. Капиллярность. Капиллярные явления в быту и технике.		2
	2	Кристаллическое состояние вещества. Дальний порядок. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука. Механические свойства твердых тел. Аморфные вещества и жидкие кристаллы. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей. Плавление и кристаллизация.		2
	3	Решение задач по разделу «Молекулярная физика и термодинамика»	4	3
	Лабораторные занятия		6	
	1	Определение относительной влажности воздуха		
	2	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости		
	3	Определение коэффициента линейного расширения твердых тел		
Раздел 3. Основы электродинамики			32	
Тема 3.1 Электрическое поле	Содержание учебного материала		4	
	1	Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле		2

		и его напряженность. Работа сил электрического поля по перемещению заряда. Потенциал и разность потенциалов. Связь между напряженностью и разностью потенциалов. Эквипотенциальные поверхности.		
	2	Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость среды. Емкость. Конденсаторы и их соединения. Энергия заряженного конденсатора.		2
	Лабораторные занятия		2	
	1	Определение электрической емкости заряженного конденсатора		
Тема 3.2 Законы постоянного тока	Содержание учебного материала		6	
	1	Постоянный электрический ток, его характеристики. Условия, необходимые для возникновения электрического тока. ЭДС источника. Закон Ома для участка и полной цепи. Зависимость сопротивления резистора от температуры. Понятие о сверхпроводимости.		2
	2	Соединения проводников в электрической схеме.		3
	3	Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.		2
	Лабораторные занятия		6	
	1	Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника электрической энергии		
	2	Определение удельного сопротивления проводника		
	3	Исследование мощности лампы накаливания от напряжения на ее зажимах		
Тема 3.3 Электрический ток в различных средах	Содержание учебного материала		2	
	1	Электрический ток в различных средах. Электрический ток в электролитах. Электрический ток в газах и вакууме. Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы.		2
	Лабораторные занятия		2	
	1	Определение электрохимического эквивалента меди		
Тема 3.4 Магнитное поле	Содержание учебного материала		4	
	1	Постоянные магниты и магнитное поле Земли. Магнитная индукция. Взаимодействие токов. Действия магнитного поля. Сила Ампера. Принцип действия электродвигателя. Сила Лоренца.		1
	2	Магнитный поток. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Магнитные свойства вещества.		2
Тема 3.5 Электромагнитная индукция	Содержание учебного материала		4	
	1	Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Закон ЭМИ. Понятие об электромагнитной теории Максвелла. Вихревое электрическое поле.		2
	2	Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Индуктивность.		2

	3	Решение задач по разделу «Основы электродинамики»	4	3
	Раздел 4. Колебания и волны		10	
Тема 4.1 Механические колебания и волны	Содержание учебного материала		4	
	1	Гармонические колебания и их характеристики. Уравнение гармонического колебания. Превращение энергии при колебательном движении.		2
	2	Поперечные и продольные волны. Характеристики волны. Интерференция волн. Понятие о дифракции волн. Звуковые волны. Ультразвук и его применение.		2
Тема 4.2 Электромагнитные колебания	Содержание учебного материала		4	
	1	Свободные электромагнитные колебания. Превращения энергии в колебательном контуре. Формула Томсона. Затухающие электрические колебания. Переменный ток и его получение. Генератор переменного тока.		2
	2	Преобразование переменного тока. Трансформатор. Токи высокой частоты. Производство, передача и потребление электроэнергии. Электромагнитное поле и его распространение в виде электромагнитных волн. Изобретение радио А. С. Поповым. Физические основы радиосвязи.		2
	3	Решение задач по разделу «Колебания и волны»	2	2
	Раздел 5. Оптика		10	
Тема 5.1 Геометрическая и волновая оптика	Содержание учебного материала		4	
	1	Электромагнитная природа света. Зависимость между длиной волны и частотой электромагнитных колебаний. Законы отражения и преломления света. Полное отражение света.		1
	2	Когерентность и монохроматичность. Интерференция и дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света. Дисперсия света. Виды спектров. Спектральный анализ. Электромагнитные излучения в различных диапазонах длин волн.		2
	3	Решение задач по разделу «Оптика»	2	3
	Лабораторные занятия		4	
	1	Измерение показателя преломления вещества		
	2	Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки		
	Раздел 6. Строение атома и квантовая физика		16	
Тема 6.1 Квантовая оптика	Содержание учебного материала		6	
	1	Квантовая оптика. Квантовая гипотеза Планка. Фотоны.		2
	2	Внешний фотоэлектрический эффект. Опыты Столетова А.Г. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Применение фотоэффекта. Типы		3

		фотоэлементов.		
	3	Эффект Комптона. Давление света. Опыты Лебедева П.Н. Химическое действие света. Фотосинтез. Понятие о корпускулярно – волновой теории света.		2
Тема 6.2 Физика атома и атомного ядра	Содержание учебного материала		6	
	1	Модель атома Резерфорда и Бора. Излучение и поглощение энергии атомом. Естественная радиоактивность, ее виды. Закон радиоактивного распада. Способы наблюдения и регистрации заряженных частиц. Биологическое действие радиоактивных излучений.		3
	2	Состав атомных ядер. Искусственная радиоактивность. Ядерные силы. Дефект массы. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции.		3
	3	Деление тяжелых ядер. Цепная ядерная реакция. Управляемая цепная реакция. Ядерный реактор. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений.		3
	4	Решение задач по разделу «Строение атома и квантовая физика»	2	3
	Лабораторные занятия		2	
	1	Изучение треков заряженных частиц		
Раздел 7. Эволюция Вселенной			2	
Тема 7.1 Строение и эволюция Вселенной	Содержание учебного материала		2	
	1	Термоядерный синтез. Проблема термоядерной энергетики. Энергия Солнца и звезд. Происхождение и строение Солнечной системы. Эволюция звезд.		2
	Защита проектов		4	
	Всего:		116	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1 – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов)

2 – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)

3 – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

2.3. Методические указания к лабораторным занятиям

Лабораторное занятие №1

Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести

Цель работы: определить центростремительное ускорение шарика при его равномерном движении по окружности.

Учебные задачи:

1. Вычислить центростремительное ускорение разными методами: вращение конического маятника вокруг вертикальной оси; отклонение маятника на угол α ;
2. Сравнить полученные значения ускорений.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, линейка, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусок пробки с отверстием, лист бумаги.

Методические указания

При движении конического маятника по окружности, действует сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{F}_H$. Они создают центростремительное ускорение, направленное по радиусу к центру окружности (рис. 1).

Для определения ускорения a надо измерить радиус окружности R и период обращения шарика по окружности T .

$$a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

Согласно второму закону Ньютона:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_H.$$

Разложим силу $\vec{F}_H$ на составляющие $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, направленные по радиусу к центру окружности и по вертикали. Тогда второй закон Ньютона запишется в виде:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2.$$

Направление координатных осей выберем так, как показано на рисунке 2. В проекциях на ось Oy уравнение движения шарика примет вид:

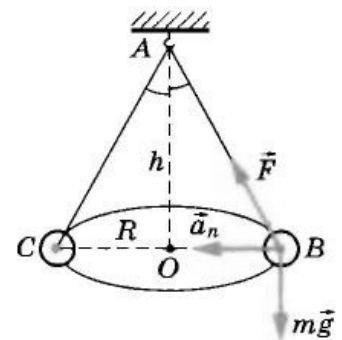


Рис. 1. Конический маятник

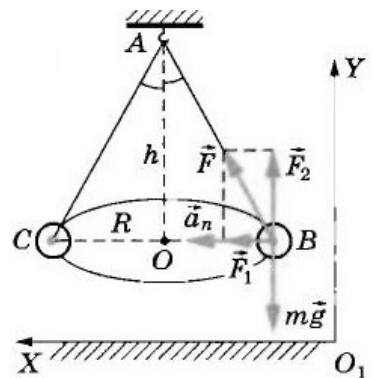


Рис. 2. Расположение сил

$$0 = F_2 - mg.$$

Следовательно,

$$F_2 = mg.$$

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Ox :

$$ma_n = F_1.$$

Отсюда,

$$a_n = \frac{F_1}{m}.$$

Из подобия треугольников OAB и FBF_1 :

$$\frac{F_1}{R} = \frac{mg}{h}.$$

Отсюда,

$$F_1 = \frac{mgR}{h} \rightarrow a_n = \frac{gR}{h}.$$

Также модуль составляющей $\vec{F}_1$ можно непосредственно измерить динамометром. Для этого нужно горизонтально расположенным динамометром оттянуть шарик на расстояние, равное радиусу R окружности, и определяем показание динамометра. При этом сила упругости пружины уравнивает составляющую $\vec{F}_1$ (рис. 3).

Сопоставим все три выражения:

$$a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, a_n = \frac{gR}{h}, a_n = \frac{F_1}{m}.$$

Данные выражения должны быть равны.

Порядок выполнения работы

1. Определите массу шарика на весах с точностью до 1 г.
2. Подвесьте шарик на нити к штативу.
3. Вычертите на листе бумаге окружность, радиус которой около 10 см.
4. Измерьте радиус окружности R с точностью до 1 мм.
5. Штатив с маятником расположите так, чтобы продолжение шнура проходило через центр окружности.
6. Взяв нить пальцами у точки подвеса, вращайте маятник так, чтобы шарик описывал окружность, равную начерченной на бумаге.
7. Измерьте время t , за которое маятник совершает 50 оборотов. Определите период обращения шарика по формуле:

$$T = \frac{t}{N}.$$

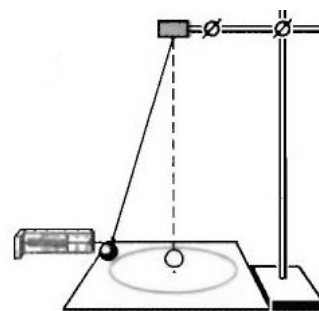


Рис. 3. Определение силы упругости

Затем вычислите ускорение по формуле:

$$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

8. Определите высоту конического маятника h . Для этого измерьте расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса.

Найдите модуль центростремительного ускорения по формуле:

$$a = \frac{gR}{h}.$$

9. Оттяните горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности, и измерьте модуль составляющей

$\vec{F}_1$. Затем вычислите ускорение по формуле:

$$a = \frac{F_1}{m}.$$

10. Результаты измерений занесите в табл. 1.

11. Сравните полученные три значения модуля центростремительного ускорения и сделайте вывод.

Таблица 1

Радиус окружности	Время колебаний	Период	Высота конуса	Масса груза	Сила	Ускорение		
R, м	t, с	$T = \frac{t}{N},$ с	h, м	m, кг	$F_1,$ Н	$a_n = \frac{gR}{h}$ м/с ²	$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2},$ м/с ²	$a_n = \frac{F_1}{m},$ м/с ²

Контрольные вопросы

1. Дайте определения следующим понятиям: центростремительное ускорение, сила тяжести и сила упругости.
2. Точка движется равномерно по окружности. Как изменяется линейная скорость по направлению и по модулю?
3. Постоянно ли ускорение при равномерном движении точки по окружности?
4. Куда направлено ускорение конца стрелки часов?
5. Две силы $F_1 = 4 \text{ Н}$ и $F_2 = 3 \text{ Н}$ приложены к одной точке тела. Угол между векторами F_1 и F_2 равен 90° . Чему равен модуль равнодействующей этих сил?

Лабораторное занятие №2

Изучение зависимости угла наклона плоскости, необходимого для начала скольжения тела, от материала трущихся поверхностей

Цель работы: используя подручные средства установить зависимость коэффициента трения от свойств материалов взаимодействующих тел (от качества обработки трущихся поверхностей) и от угла наклона плоскости.

Учебная задача: вычислить коэффициент трения скольжения для различных материалов.

Оборудование: любая поверхность, используемая как наклонная плоскость, предмет (например: точилка, резинка, брусок и т.д.), лист бумаги, ткань, клеенка и другие, линейка.

Краткая теория: при движении тела по наклонной плоскости на него действуют следующие силы: $\vec{mg}$ – сила тяжести; $\vec{N}$ – сила реакции опоры; $\vec{F}_{\text{тр}}$ – сила трения.

Рассмотрим движение тела на рис. 1. Построим ось OX параллельную направлению движения тела, ось OY перпендикулярную плоскости поверхности.

По второму закону Ньютона:

$$\vec{a}m = \vec{mg} + \vec{F}_{\text{тр}}.$$

Рассмотрим случай, когда тело находится в покое ($a = 0$),

то проекции сил на оси OX и OY будут записаны в следующем виде:

$$\begin{cases} 0 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} \\ 0 = N - mg \cos \alpha \end{cases} \rightarrow \begin{cases} mg \sin \alpha = F_{\text{тр}} \\ N = mg \cos \alpha \end{cases}$$

Подставим значение силы реакции опоры N в формулу силы трения $F_{\text{тр}}$,

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha.$$

Тогда,

$$mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha \rightarrow \mu = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \tan \alpha.$$

Порядок выполнения работы

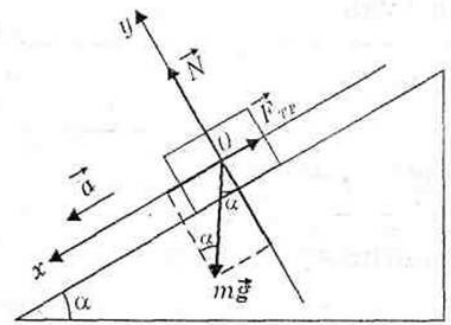


Рис. 1. Тело на наклонной плоскости

1. Подготовьте приборы и материалы, необходимые для выполнения работы.
2. Положите выбранное тело на край поверхности.
3. Поднимайте за этот край поверхность до тех пор, пока тело не начнет скользить вниз.
4. Измерьте длину l и высоту h полученной наклонной плоскости.
5. Запишите в таблицу вид соприкасающихся материалов и данные измерений.
6. Поменяйте вид материалов и повторите опыт не менее 3-х раз.
7. Рассчитайте угол α для 3-х материалов по формуле:

$$\alpha = \arcsin \frac{h}{l}.$$
8. Рассчитайте $\operatorname{tg} \alpha$ для 3-х материалов.
9. Сделайте вывод.

Таблица 1

Материал	Длина l , мм	Высота h , мм	α , °	$\mu = \operatorname{tg} \alpha$

Контрольные вопросы

1. Расскажите о механическом движении и его видах.
2. Сформулируйте законы механики Ньютона.
3. Расскажите подробно о силах, действующих на тело при движении по наклонной плоскости.
4. Дайте определения следующим понятиям: сила трения и сила реакции опоры.
5. Два тела, связанные невесомой нерастяжимой нитью тянут с силой $F=15$ Н вправо по столу. Массы брусков $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 4$ кг, коэффициент трения $\mu = 0,1$. С каким ускорением движутся бруски? Чему равна сила натяжения нити?

Лабораторное занятие №3

Опытное подтверждение закона Бойля - Мариотта

Цель работы: экспериментально проверить Закон Бойля - Мариотта, а именно соотношение $pV = \text{const}$. Научиться определять объем и давление газа с помощью приборов для изучения газовых законов.

Учебные задачи:

1. Вычислить давление и объем газа в трубке.
2. Построить график зависимости давления газа от объема.

Оборудование: стеклянный цилиндр с водой, стеклянная трубка длиной 50 см, закрытая с одной стороны, линейка измерительная, барометр-анероид.

Краткая теория: Закон Бойля-Мариотта – один из основных газовых законов, согласно которому при постоянной температуре объём V данной массы идеального газа обратно пропорционален его давлению P , т.е.

$pV = C = \text{const}$. Постоянная C пропорциональна массе газа (числу молей) и его абсолютной температуре.

Это означает, что по мере возрастания давления объем газа уменьшается. Впервые этот закон был сформулирован в 1662 г. Робертом Бойлем. Поскольку к его созданию причастен также французский ученый Мариотт, в других странах, кроме Англии, этот закон называют двойным именем. Он представляет собой частный случай Закона идеального газа (описывающего гипотетический газ, идеально подчиняющийся всем законам поведения газов).

Закон Бойля-Мариотта следует из кинетической теории газов, если принять, что размеры молекул пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием между ними и отсутствует межмолекулярное взаимодействие. Иными словами, Закон Бойля-Мариотта выполняется строго для идеального газа. Для реальных газов, у которых влиянием размеров молекул и их взаимодействием пренебрегать нельзя, закон Бойля-Мариотта выполняется приближённо, тем лучше, чем дальше от критического состояния находится газ.

Применение закона приближенно можно наблюдать в процессе сжатия воздуха компрессором или в результате расширения газа под поршнем насоса при откачке его из сосуда.

Методические указания

Закон Бойля-Мариотта можно проверить достаточно просто с помощью несложного оборудования. Если в цилиндр с водой 1 опустить открытым концом вниз трубку 2, тогда воздух в ней будет находиться под давлением, равным атмосферному, плюс гидростатическое давление столбика воды высотой h , измеренной в мм рт. ст. Плотность воды в 13,6 раз меньше плотности ртути, поэтому столбик воды высотой h мм создает давление, равное давлению столбика ртути высотой $\frac{h}{13.6}$ мм.

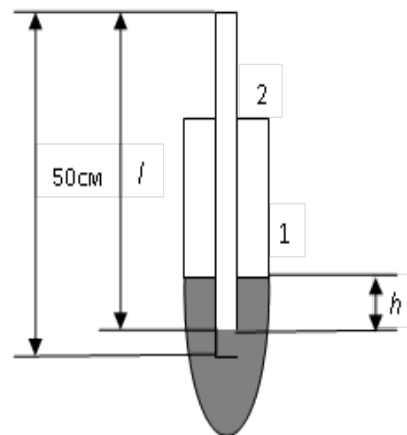


Рис. 1. Установка

Воздух в трубке будет под давлением

$$P = P_0 + \frac{h}{13.6},$$

где P_0 – атмосферное давление, выраженное в мм рт. ст.;

h – разность уровней воды, измеренная в мм.

Объем воздуха в трубке

$$V = S \cdot l,$$

где l – длина столбика воздуха;

S – площадь поперечного сечения трубки.

Поскольку площадь поперечного сечения трубки (а, следовательно, воздушного столбика) постоянна, то числовое значение l можно условно принять за V в условных единицах. При изменении глубины погружения трубки изменяется объем и давление воздуха в ней.

Исследуем зависимость между этими величинами. По закону Бойля-Мариотта:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3$$

$$P_1 S l_1 = P_2 S l_2 = P_3 S l_3$$

$$P_1 l_1 = P_2 l_2 = P_3 l_3$$

Заменим произведение Pl на константу C и получим

$$C_1 = C_2 = C_3.$$

Таблица 1

	Атмосферное давление, мм рт.ст.	Длина столбика воздуха в трубке, мм	Разность уровней воды в цилиндре и трубке, мм	Давление воздуха в трубке, мм рт. ст.	Постоянная изотермического процесса
№	P_0	l	h	P	C
1					
2					
3					
4					
5					

Порядок выполнения работы

1. Измерьте барометром атмосферное давление P_0 (в мм рт. ст.) – под таким давлением находится воздух до её погружения в воду. Занесите данные в таблицу.

2. Погрузите в воду трубку 2 открытым концом вниз на максимальную глубину, измерьте длину столбика воздуха в трубке l .
3. Определите в мм разность уровней воды h в цилиндре и трубке.
4. Повторите измерения ещё для меньших глубин погружения.
5. Постройте график зависимости давления от объема и сделайте вывод.
6. Вычислите произведения:

$$C_1 = P_1 l_1$$

$$C_2 = P_2 l_2$$

$$C_3 = P_3 l_3$$

$$C_4 = P_4 l_4$$

$$C_5 = P_5 l_5$$

Сравните C_1 , C_2 , C_3 и т.д.

$$\frac{C_1}{C_2}, \frac{C_1}{C_3}, \frac{C_1}{C_4}, \frac{C_1}{C_5}$$

7. Соотношения C_2, C_3, C_4, C_5 сравните с единицей и оцените погрешности измерения.
8. Занесите данные в таблицу, найдите погрешность измерений.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит постоянная C в законе Бойля-Мариотта?
2. Имеет ли существенное значение для эксперимента площадь поперечного сечения трубки S ?
3. Почему во время опыта не следует держать трубку рукой?
4. Может ли график пересекать оси координат V и P ? Почему?
5. Производит ли газ давление в состоянии невесомости?

Лабораторное занятие № 4

Определение относительной влажности воздуха

Цель работы: определить относительную влажность воздуха в кабинете.

Учебные задачи:

1. Научиться пользоваться психрометром и гигрометром.
2. Определить влажность воздуха с помощью термометра.

Оборудование: психрометр, гигрометр, термометр, таблица.

Краткая теория: В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютная влажность определяется плотностью водяного пара ρ_a , находящегося в атмосфере, или его парциальным давлением p .

Парциальным давлением p называется давление, которое производил бы водяной пар, если бы все другие газы в воздухе отсутствовали.

Относительной влажностью φ называется отношение парциального давления p водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного пара p_n , при данной температуре. Относительная влажность φ показывает, сколько процентов составляет парциальное давление от давления насыщенного пара при данной температуре и определяется по формулам:

$$\varphi = \frac{p_a}{p_n} \cdot 100\%.$$

Парциальное давление p_n можно рассчитать по уравнению Менделеева–Клапейрона *написать уравнение* или по точке росы.

Точка росы – это температура, при которой водяной пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным.

Относительную влажность воздуха можно определить с помощью специальных приборов – психрометра и гигрометра. Психрометр состоит из двух термометров. Резервуар одного из них остаётся сухим, и термометр показывает температуру воздуха. Резервуар другого окружён полоской ткани, конец которой опущен в воду (рис. 1). Вода испаряется, и благодаря этому термометр охлаждается. Чем больше относительная влажность воздуха, тем менее интенсивно идёт испарение и тем меньше разность показаний термометра, окружённого полоской влажной ткани, и сухого термометра. При относительной влажности, равной 100 %, вода вообще не будет испаряться и показания обоих термометров будут одинаковы. При разности температур термометров с помощью специальных таблиц, называемых психрометрическими, можно определить относительную влажность воздуха.

Психрометрами обычно пользуются в тех случаях, когда требуется достаточно точное и быстрое определение влажности воздуха.

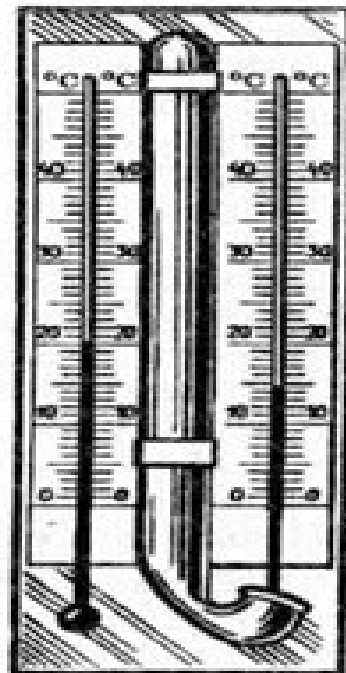


Рис. 1. Психрометр

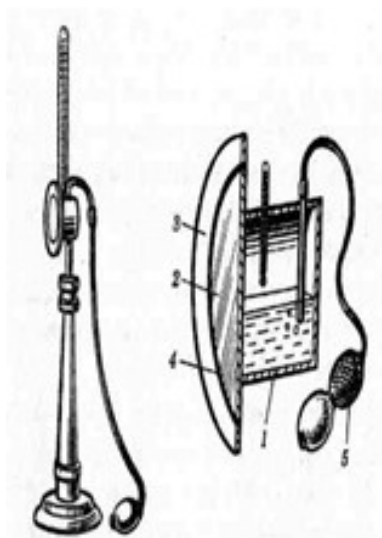


Рис. 2. Гигрометр
коденсационный

Точку росы определяют с помощью прибора, называемого конденсационным гигрометром. Внешний вид этого прибора и его разрез показан на рис. 2. Гигрометр представляет собой металлическую коробку 1, передняя стенка 2 которой хорошо отполирована. Коробка окружена полированным кольцом 3, отделённым от неё теплоизолирующей прокладкой 4. Коробка соединена с резиновой грушей 5. Внутри коробки наливают легко испаряющуюся жидкость – эфир и вставляют термометр. Продувая через коробку воздух с помощью груши, вызывают сильное испарение эфира и быстрое охлаждение коробки. По термометру замечают температуру, при которой появляются капельки росы на полированной поверхности стенки 2. Это и есть точка росы, так как появление росы указывает, что водяной пар стал насыщенным. Определение точки росы – наиболее точный способ измерения относительной влажности.

Порядок выполнения работы

1. Определите показания сухого термометра t_1° и показания влажного термометра t_2°
2. Найдите разность показаний термометров
 $\Delta t = t_1^\circ - t_2^\circ$.
3. По данным разности температур и показанию сухого термометра в психрометрической табл. 1 найдите относительную влажность φ .
4. Плотность насыщающих паров ρ_n , найдите по таблице 2.
5. Найдите абсолютную влажность воздуха по формуле

$$\rho_a = \frac{\varphi \cdot \rho_n}{100\%}.$$

6. Зная ρ_a , по таблице 2 найдите точку росы $t_{\text{росы}}$.
7. Занесите данные в таблицу.
8. Сделайте вывод.

Таблица 1

Показания сухого термометра, °C	Показания влажного термометра, °C	Разность показаний термометров, °C	Относитель- ная влажность, %	Абсолют- ная влажность, кг/м ³	Точка росы, °C
--	--	---	---------------------------------------	--	----------------------

t_1^o	t_2^o	$\Delta t = t_1^o - t_2^o$	φ	$\rho_a = \frac{\varphi \cdot \rho_n}{100\%}$	$t_{\text{росы}}$

Контрольные вопросы

1. Как изменится разность показаний термометров в психрометре при понижении температуры, если абсолютная влажность остается неизменной?
2. Может ли относительная влажность увеличиваться, если абсолютная влажность убывает?
3. Предложите способы поддержания влажности воздуха в жилых помещениях зимой, когда воздух сухой из-за центрального отопления, чтобы сохранить ее в пределах нормы 50–70 %.
4. Температура воздуха 20 °С. Точка росы 12 °С. Какова абсолютная и относительная влажность воздуха?
5. Температура воздуха 25 °С. Относительная влажность воздуха равна 60 %. При какой температуре появляется роса?

Таблица 2

Психрометрическая таблица

Показания сухого термо- метра		Разность показаний сухого и влажного термометров											
К	°С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
273	0	100	82	63	45	28	11	-	-	-	-	-	-
274	1	100	83	65	48	32	16	-	-	-	-	-	-
275	2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-	-
276	3	100	84	69	54	39	24	10	-	-	-	-	-
277	4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-	-
278	5	100	86	72	58	45	32	19	6	-	-	-	-
279	6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-	-
280	7	100	87	74	61	49	37	26	14	-	-	-	-
281	8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-	-
282	9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	-	-	-
283	10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4	-	-
284	11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	-	-
285	12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-	-
286	13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	-
287	14	100	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9	-
288	15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5

289	16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15	8
290	17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10
291	18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20	13
292	19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15
293	20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
294	21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20
295	22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22
296	23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30	24
297	24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26
298	25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27
299	26	100	92	85	78	71	64	58	51	45	40	34	29
300	27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30
301	28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32
302	29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33
303	30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34

Таблица 3

Давление насыщенных водяных паров и их плотность
при различных температурах

t, °C	p _н , кПа	ρ _н , 10 ⁻³ кг/м ³	t, °C	p _н , кПа	ρ _н , 10 ⁻³ кг/м ³
-10	0,260	2,14	16	1,813	13,6
-5	0,401	3,24	17	1,933	14,5
-4	0,437	3,51	18	2,066	15,4
-3	0,476	3,81	19	2,199	16,3
-2	0,517	4,13	20	2,333	17,3
-1	0,563	4,47	21	2,493	18,3
0	0,613	4,80	22	2,639	19,4
1	0,653	5,20	23	2,813	20,6
2	0,706	5,60	24	2,986	21,8
3	0,760	6,00	25	3,173	23,0
4	0,813	6,40	26	3,359	24,4
5	0,880	6,80	27	3,559	25,8
6	0,933	7,30	28	3,786	27,2
7	1,000	7,80	29	3,999	28,7
8	1,066	8,30	30	4,239	30,3
9	1,146	8,80	40	7,371	51,2
10	1,226	9,40	50	12,33	83,0
11	1,306	10,0	60	19,92	130,0
12	1,399	10,7	80	47,33	293
13	1,492	11,4	100	101,3	598
14	1,599	12,1	120	198,5	1123

15	1,706	12,8	160	618,0	3259
----	-------	------	-----	-------	------

Лабораторное занятие № 5

Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Цель работы: определить коэффициент поверхностного натяжения методом отрывания капель.

Учебные задачи:

1. Измерить объем 100 капель воды и спирта.
2. Рассчитать коэффициент поверхностного натяжения спирта.

Оборудование: бюретка, вода, технический спирт, штатив, стаканчик (рис. 1).

Краткая теория: так как у жидкости молекулы поверхностного слоя обладают избыточной потенциальной энергией, то поверхность жидкости стремится к сокращению своих размеров. Вдоль периметра поверхности действуют силы, сокращающие размер поверхности. Эти силы называются силами поверхностного натяжения. Сила поверхностного натяжения прямо пропорциональна периметру поверхности:

$$F_{\text{натяж}} = \sigma \cdot l,$$

где σ – коэффициент пропорциональности, зависящей от рода жидкости и внешних условий.

Такой коэффициент называется коэффициентом поверхностного натяжения:

$$\sigma = \frac{F_{\text{натяж}}}{l} \left[\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right].$$

Коэффициент поверхностного натяжения σ можно определить *методом отрывания капель* (рис. 2). Капля отрывается в момент, когда вес капли P становится равным силе поверхностного натяжения:

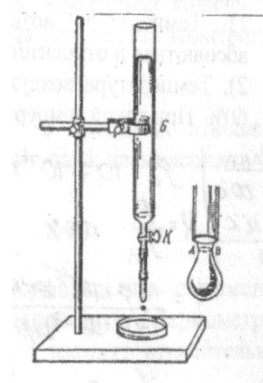


Рис. 1. Установка

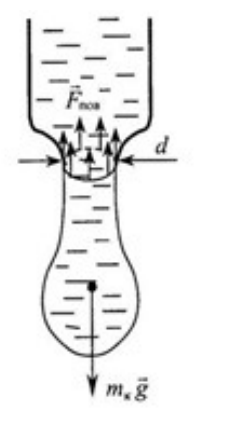


Рис. 2. Метод отрыва капль

$$P = F_{\text{натяж}} \rightarrow P = \sigma \cdot l \rightarrow P = \sigma \cdot 2\pi R \rightarrow \sigma = \frac{P}{2\pi R}$$

,

$$mg = P,$$

где R – радиус шейки капли и радиус трубки. Чтобы не измерять радиус трубки берут две жидкости и сравнивают их коэффициенты поверхностного натяжения:

$$\begin{cases} \sigma_{\text{спирта}} = \frac{P_{\text{спирта}}}{2\pi R} \\ \sigma_{\text{воды}} = \frac{P_{\text{воды}}}{2\pi R} \end{cases} \rightarrow \frac{\sigma_{\text{спирта}}}{\sigma_{\text{воды}}} = \frac{P_{\text{спирта}}}{P_{\text{воды}}},$$

где $\sigma_{\text{спирта}}$ и $\sigma_{\text{воды}}$ – коэффициенты поверхностного натяжения спирта и воды соответственно, вытекающих из одной и той же трубки.

Измерив вес нескольких капель этих жидкостей, и, зная коэффициент поверхностного натяжения одной жидкости (воды), можно вычислить коэффициент поверхностного натяжения другой жидкости (спирта):

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{спирта}} &= \sigma_{\text{воды}} \frac{P_{\text{спирта}}}{P_{\text{воды}}} = \sigma_{\text{воды}} \frac{m_{\text{спирта}} \cdot g}{m_{\text{воды}} \cdot g} = \sigma_{\text{воды}} \frac{m_{\text{спирта}}}{m_{\text{воды}}} = \\ &= \sigma_{\text{воды}} \frac{\rho_{\text{спирта}} \cdot V_{\text{спирта}}}{\rho_{\text{воды}} \cdot V_{\text{воды}}} \\ \sigma_{\text{спирта}} &= \sigma_{\text{воды}} \frac{\rho_{\text{спирта}} \cdot V_{\text{спирта}}}{\rho_{\text{воды}} \cdot V_{\text{воды}}}, \end{aligned}$$

где $\sigma_{\text{воды}} = 0.072 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ – коэффициент поверхностного натяжения воды,

$\rho_{\text{воды}}$ и $\rho_{\text{спирта}}$ – плотность воды и спирта ($\rho_{\text{воды}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$$\rho_{\text{спирта}} = 790 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}),$$

$V_{\text{спирта}}$ и $V_{\text{воды}}$ – объем 100 капель воды и спирта.

Порядок выполнения работы

1. Налить в бюретку воды и измерить начальный уровень воды в бюретке V_1 , завести данные в таблицу.
2. Открыть кран так, чтобы вытекание капель было медленным, равномерным, примерно 15–20 капель в минуту, отсчитать 100 капель воды и закрыть кран.
3. Измерить конечный уровень воды в бюретке V_2 , и вычислить объем 100 капель V , занести данные в таблицу.
4. Слить воду из бюретки и налить в нее спирт.

5. Повторить измерения объема спирта в бюретке для 100 капель. Занести данные в табл. 1, вычислить погрешность измерения, сделать вывод.

Таблица 1

Наименование жидкости	Начальный уровень жидкости V_1	Конечный уровень жидкости V_2	Объем 100 капель жидкости V	Плотность жидкости, $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Коэффициент поверхностного натяжения, $\sigma, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
Вода					
Спирт					

Контрольные вопросы

1. Объясните, как влияет температура жидкости на вес капли?
2. Почему вода смачивает некоторые поверхности тел, а некоторые не смачивает?
3. Какие причины влияют на величину коэффициента поверхностного натяжения жидкости?
4. Какие существуют методы для определения коэффициента поверхностного натяжения?
5. Изменится ли результат вычисления, если диаметр капель трубки будет меньше?

Лабораторное занятие № 6

Определение коэффициента линейного расширения стали и алюминия

Цель работы: научиться определять коэффициент линейного расширения.

Учебные задачи:

1. Определить коэффициенты линейного расширения стали и алюминия и сравнить их с табличными значениями.
2. Сравнить их между собой и сделать выводы.

Оборудование: прибор для определения коэффициента линейного расширения с индикатором, стальной и алюминиевый стержни, миллиметровая линейка, вода.

Краткая теория: с изменением температуры тела его размеры изменяются. Тепловое расширение твёрдых тел, у которых имеется преимущество в одном направлении, характеризуется линейным расширением Δl :

$$\Delta l = \alpha l \Delta t,$$

где α – коэффициент линейного расширения, зависящий от материала и температуры.

Однако если рассматривать небольшие интервалы температур, то можно считать коэффициент линейного расширения для данного материала величиной постоянной. Для большинства веществ этот коэффициент мал, его значения составляют $10^{-5} - 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Особенно мал коэффициент линейного расширения в диапазоне температур от -30 до 100°C у инвара (сплав железа и никеля). Поэтому инвар применяют для изготовления точных инструментов, используемых для определения размеров тел. Линейные размеры самого инструмента из инвара мало зависят от колебаний температуры.

Коэффициент линейного расширения показывает, на какую долю своей первоначальной длины при 0°C изменяется длина тела при нагревании на 1 K или 1°C :

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_{T_0} \Delta T}, \text{ или } \alpha = \frac{\Delta l}{l_{t_0} \Delta t},$$

где Δl – приращение длины.

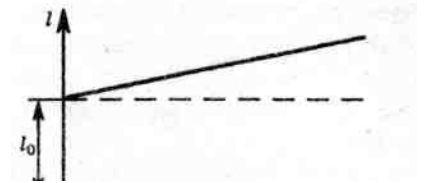


Рис. 1. График зависимости

Опыт показывает, что при небольших изменениях температуры изменение линейных размеров твердого тела прямо пропорционально изменению температуры (см. рис. 1).

Так как удлинение при нагревании (или укорочение при охлаждении) зависит также от первоначальной длины, удобнее рассматривать не само удлинение тела, а относительное удлинение: отношение увеличения длины $\Delta l = l - l_0$

к первоначальной длине l_0 . Относительное удлинение $\frac{\Delta l}{l_0}$ пропорционально

изменению температур $\Delta t = t - t_0$:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta t.$$

Во всех этих формулах обычно начальное значение температуры полагают равным нулю ($t_0 = 0^\circ\text{C}$) и соответственно l_0 считают длиной тела при его температуре. На практике же начальная температура тела далеко не всегда бывает равна 0°C . Тогда расчёт длины тела при любой температуре можно выполнить так. Пусть при температуре t_1 длина тела равна l_1 , а при температуре t_2 она равна l_2 . Тогда считая начальную температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$, имеем:

$$l_1 = l_0(1 + \alpha t_1),$$

$$l_2 = l_0(1 + \alpha t_2).$$

Отсюда,

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} \text{ и } l_2 = l_1 \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1}.$$

Однако, учитывая, что значение α очень мало, формулу можно упростить.

Умножив числитель и знаменатель на $1 - \alpha t_1$, получим:

$$l_2 = \frac{l_1(1 + \alpha(t_2 - t_1) - \alpha^2 t_1 t_2)}{1 - \alpha^2 t_1^2}.$$

Ввиду малости коэффициента α члены, содержащие α^2 малы по сравнению с членом, в который входит α в первой степени (точнее, $\alpha t \gg \alpha^2 \cdot t_2$). Поэтому их можно отбросить. В результате формула для вычисления длины l_2 оказывается более простой и достаточно точной для инженерной практики:

$$l_2 = l_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

или

$$l_2 = l_1(1 + \alpha \Delta t).$$

Решая задачи с учётом теплового линейного расширения тел, необходимо иметь в виду, что при изменении температуры меняется не только длина, но и все другие линейные размеры тела. Так, у круглого стержня при нагревании увеличивается диаметр, и притом во столько раз, во сколько увеличивается длина стержня. У пластинки в одно и то же число раз увеличиваются длина, ширина и толщина. Если начертить на пластинке какую-нибудь линию, то длина этой линии при нагревании увеличится в такое же число раз. У окружности увеличатся ее длина и диаметр.

При нагревании пластинки, имеющей круглое отверстие, диаметр отверстия тоже увеличится. Дело в том, что при равномерном нагревании в теле не возникают силы упругости. Поэтому расширение происходит так, как если бы пластинка была сплошной. Точно так же увеличивается при нагревании диаметр гайки, размеры раковины в толще металлической отливки и т.д.

В справедливости сказанного можно убедиться на опыте с металлическим шаром. Шар застревает в кольце, если его нагреть, и проходит с большим

зазором, если нагреть кольцо. Наоборот, при охлаждении кольца шар застревает, а охлаждение шара увеличивает зазор между ним и кольцом. Таким образом, коэффициентом линейного расширения называется величина, измеряемая удлинением единицы длины при нагревании тела на 1°C.

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)} = \frac{\Delta l}{l_1(t_2 - t_1)},$$

где Δl – удлинение всего стержня,

t_1 – комнатная температура,

t_2 – конечная температура трубки (100 °C),

l_1 – длина стержня при комнатной температуре,

l_2 – длина стержня при температуре t_2 .

Порядок выполнения работы

1. Налить аккуратно в пробирку прибора воды. Во избежание выплескивания воды при дальнейшем кипении пробирка должна быть не полной.
2. Измерить длину стального и алюминиевого стержня миллиметровой линейкой. Данные записать в таблицу.
3. Опустить алюминиевый стержень вертикально в пробирку с водой и аккуратно установить измерительный стержень индикатора на верхнюю торцевую поверхность стержня. Если стрелка отклонится от нулевого положения, совместить её с нулевым штрихом шкалы.
4. Включить прибор для нагревания и довести воду до кипения. Выключить прибор.
5. Измерить насколько удлинился стержень после нагревания. Записать данные с индикатора в таблицу.
6. Измерения повторить для стального стержня.
7. Вычислить коэффициент линейного расширения стали и алюминия по формуле:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1(t_2 - t_1)}.$$

8. Сравнить полученный результат с табличным значением и вычислить относительную погрешность по формуле:

$$\varepsilon = \frac{|\alpha_m - \alpha|}{\alpha_m} \cdot 100\%.$$

9. Данные занести в табл. 1.

Таблица 1

№ опы-та	Название вещества	Начальная длина трубки l_1 , мм	Начальная температура трубки t_1 °C	Конечная температура трубки t_2 °C	Удлинение трубки Δl , мм	Коэф. лин. расширения, α	Отн. погр., ε , %
1							
2							

Таблица 2

Температурный коэффициент линейного расширения металлов и сплавов

Металл, сплав	α , $10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	Металл, сплав	α , $10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Алюминий	24	Нихром	14
Бронза	13-21	Олово	26
Вольфрам	4,5	Платина	9,1
Дюралюминий	23	Платинит**	8-10
Золото	14	Платина-иридий***	8,8
Железо	12	Свинец	29
Инвар*	1,5	Серебро	20
Иридий	6,5	Сталь углеродистая	10-17
Константан	12-15	Цинк	32
Латунь	17-19	Чугун	9-11
Манганин	18	Цемент	14
Медь	17	Стекло	9
Нейзильбер	18	Кварц (плавленый)	0,04
Никель	14		

* этот сплав используется для изготовления деталей точных измерительных приборов;

** проводниковый материал, α которого такой же, как и у стекла; применяется для изготовления электрических ламп;

*** из этого сплава изготовлены прототипы килограмма и метра.

Контрольные вопросы

1. Что такое расширение твёрдых тел с точки зрения молекулярно – кинетической теории.

2. Почему нет таблиц коэффициентов объемного расширения для твердых тел?

3. Почему между рельсами железной дороги оставляют промежутки в стыках, а для трамвайных рельсов этого не делают?
4. Почему летом электрические провода между столбами туго не натягивают?
5. Как изменится ход часов с металлическим маятником, при повышении (понижении) температуры окружающей среды?

Лабораторное занятие № 7

Определение электрической емкости заряженного конденсатора

Цель работы: изучить устройство плоского конденсатора и рассчитать его электроёмкость; научиться определять электрическую ёмкость конденсатора баллистическим методом.

Учебные задачи:

1. Определить ёмкость конденсатора. Проверить законы последовательного и параллельного соединения конденсаторов.
2. Определить ёмкость конденсатора методом измерения накопленного конденсатором заряда.

Оборудование: источник электрической энергии 6 В, микроамперметр, конденсаторы (3–4 шт.) известной ёмкостью (0,25–4 мкФ), конденсаторы неизвестной емкости, двухполюсный переключатель, соединительные провода.

Краткая теория: Слово «конденсатор» происходит от латинского слова *condensare*, что означает «сгущение». В учении об электрических явлениях этим словом обозначают устройства, позволяющие «сгущать» электрические заряды и связанное с этими зарядами электрическое поле.

Простейший конденсатор состоит из двух проводников, разделенных диэлектриком.

Важной характеристикой любого конденсатора является его электрическая ёмкость C – физическая величина, равная отношению заряда q конденсатора к разности потенциалов U между его обкладок:

$$C = \frac{q}{U}.$$

За единицу электрической ёмкости в Международной системе единиц принимается электрическая ёмкость конденсатора, напряжение между обкладками которого равна 1 В, когда на его обкладках имеются разноименные заряды по 1 Кл. Эта единица названа фарад (1 Ф).

Кроме того, электрическая ёмкость конденсатора зависит от рода диэлектрика, находящегося между пластинами. Выведем формулу для расчёта электрической ёмкости плоского конденсатора.

По определению

$$C = \frac{q}{U}.$$

Учитывая, что

$$U = Ed,$$

а,

$$E = \frac{q}{\varepsilon \varepsilon_0 S}.$$

Получаем,

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{Ed} = \frac{q \varepsilon \varepsilon_0 S}{qd} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \text{ или } C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}.$$

Порядок выполнения работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме (в цепи установить один из конденсаторов известной ёмкости) (рис. 1).

2. Конденсатор зарядить; для этого соединить его (переключателем) на короткое время с источником электрической энергии.

3. Сосредоточив внимание на миллиамперметре, быстро замкнуть конденсатор на измерительный прибор и определить число делений, соответствующее максимальному отклонению стрелки.

4. Опыт повторить для более точного определения числа делений n и найти отношение найденного количества делений к ёмкости взятого конденсатора C :

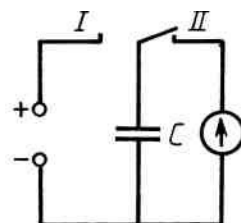


Рис. 1. Схема

$$\frac{n}{C} = k.$$

5. Опыт повторить 2–3 раза с другими конденсаторами известной ёмкости.

6. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

7. Опыт (п. 1–4) повторить с конденсатором известной ёмкости C_x .

8. Определить в этом случае число делений n_x и найти ёмкость из отношения:

$$C_x = \frac{n_x}{k}.$$

9. Узнать у преподавателя ёмкость исследуемого конденсатора и, приняв её за табличное значение, определить относительную погрешность ε , %.

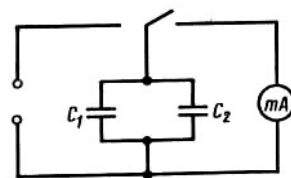


Рис. 2. Схема

10. Включить в собранную схему (рис. 2) два параллельно соединенных конденсатора известной ёмкости.

11. Проверить соотношение и сделать вывод:

$$C_{\text{пар}} = C_1 + C_2.$$

12. Включить в собранную схему (рис. 3) два последовательно соединенных конденсатора известной ёмкости.

13. Проверить соотношение и сделать вывод:

$$\frac{1}{C_{\text{пос}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

13. По проделанной работе сделайте вывод.

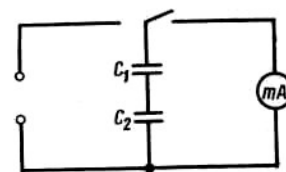


Рис. 3. Схема

Таблица 1

№ опыта	Ёмкость конденсатора C , мкФ	Число делений по шкале микроамперметра n	Отношение числа делений к ёмкости $k = \frac{n}{C}$	Найденная ёмкость конденсатора C_x , мкФ	Отн. погр. ε , %
1					
2					
3					

Контрольные вопросы

1. От чего и как зависит ёмкость простейшего конденсатора? Запишите формулу этой ёмкости.
2. Как вычислить ёмкость трех конденсаторов, соединенных последовательно?
3. Докажите, что напряжения на двух последовательно соединенных конденсаторах обратно пропорциональны их ёмкостям.
4. Два конденсатора ёмкостью C_1 и C_2 соединены параллельно и заряжены до напряжения U . В каком соотношении распределены заряды на этих конденсаторах?
5. Как определить ёмкость трех конденсаторов, соединенных параллельно?

Лабораторное занятие № 8

Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника электрической энергии

Цель работы: определить электродвижущую силу (ЭДС) и внутреннее сопротивление источника тока.

Учебные задачи:

1. Собрать электрическую цепь, снять показания приборов.
2. Вычислить внутреннее сопротивление источника тока
3. Определить электродвижущую силу источника энергии.

Оборудование: амперметр, вольтметр, реостат, ключ, провода, источник электрической энергии.

Краткая теория: при разомкнутом ключе ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи. В эксперименте источник тока замкнут на вольтметр, сопротивление которого должно быть много больше внутреннего сопротивления источника тока r . Обычно сопротивление источника тока мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать вольтметр со шкалой 0–6 В и сопротивлением $R_V = 900 \text{ Ом}$ (см. надпись под шкалой прибора).

Так как сопротивление источника обычно мало, то действительно $R_V \gg r$.

При этом отличие E от U не превышает десятых долей процента, поэтому погрешность измерения ЭДС равна погрешности измерения напряжения.

Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенно, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе, рассчитать из закона Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r},$$

$$\varepsilon = IR + Ir$$

$$\varepsilon = U + Ir$$

где ε – ЭДС источника;
 U – падение напряжения во внешней цепи;
 I – сила тока в цепи;
 r – внутреннее сопротивление аккумулятора.

Порядок выполнения работы

1. Составить электрическую цепь по схеме (рис. 1).
2. Замкнуть цепь и записать в таблицу показания амперметра и вольтметра для двух положений реостата.
3. По закону Ома для всей цепи:
 $\varepsilon = U + Ir$.

Составим систему уравнений:

$$\varepsilon = U_1 + I_1 r$$

$$\varepsilon = U_2 + I_2 r.$$

Отсюда выводим формулы для вычисления r :

$$U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$$

$$U_1 - U_2 = I_2 r - I_1 r$$

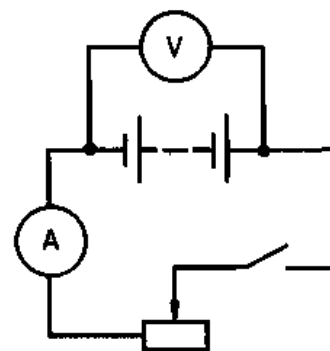


Рис. 1. Схема

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}.$$

4. Вычислить значение r .

5. Подставляя r в любое из двух уравнений посчитать ЭДС.

6. Расчет погрешностей. Максимальные погрешности измерений внутреннего сопротивления источника тока определяются по формулам:

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta \varepsilon + \Delta U}{\varepsilon_{np} - U_{np}} + \frac{\Delta I}{I_{np}}, \quad \Delta r = r_{np} \varepsilon_r.$$

Данные занести в табл. 1.

Таблица 1

№ опыта	Сила тока	Напряжение	Внутреннее сопротивление	ЭДС аккумулятора (расчетная)	ЭДС аккумулятора (измер.)
	I, A	U, B	$r, \text{Ом}$	ε, B	ε, B
1					
2					

Контрольные вопросы

1. Почему падение напряжения во внешней части цепи меньше ЭДС источника?
2. Почему с увеличением силы тока в цепи, напряжение на зажимах источника уменьшается?
3. Почему, определяя пригодность к использованию гальванического элемента недостаточно ограничиться лишь измерением его ЭДС?
4. Батарейка для карманного фонарика замкнута на реостат. При сопротивлении реостата 1,65 Ом напряжение на нем 3,3 В, а при сопротивлении 3,5 Ом – 3,5 В. Найдите внутреннее сопротивление и ЭДС батарейки.
5. В каком случае вольтметр, подключенный к зажимам генератора, показывает ЭДС генератора и в каком случае напряжение на концах внешнего участка цепи? Можно ли это напряжение считать также и напряжением на концах внутреннего участка цепи?

Лабораторное занятие № 9 Определение удельного сопротивления проводника

Цель работы: определить удельное сопротивление проводника.

Учебные задачи:

1. Собрать электрическую цепь, снять показания приборов.
2. Вычислить удельное сопротивление проводника.

Оборудование: источник электропитания, амперметр, вольтметр, проволочный резистор, ключ, металлический планшет, циркуль, линейка.

Краткая теория: известно, что сопротивление проводника зависит от удельного сопротивления проводника, из которого он изготовлен, и его геометрических размеров:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Отсюда следует, что определять удельное сопротивление проводника можно, зная его сопротивление, длину и площадь поперечного сечения:

$$\rho = \frac{RS}{l}.$$

Если проводником является проволока с круглым сечением, то, так как площадь круга

$$S = \pi \frac{d^2}{4}, \text{ то}$$

$$\rho = \frac{\pi d^2 R}{4l}.$$

Следовательно, для определения удельного сопротивления провода надо знать его длину, диаметр и сопротивление. При отсутствии омметра, эту величину можно определить с помощью амперметра и вольтметра. По закону Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Следовательно

$$R = \frac{U}{I}.$$

Тогда

$$\rho = \frac{\pi U d^2}{4 I l}.$$

В работе определяют удельное сопротивление провода, из которого изготовлено проволочное сопротивление R_1 . Его диаметр указан на корпусе. Длину провода определяют с помощью циркуля и линейки.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовьте табл. 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

l , м	d , мм	U , В	I , А	ρ , Ом мм ² /м

- С помощью циркуля и линейки измерьте длину одного витка провода, намотанного на каркас панели проволочного сопротивления.
- Определите число витков провода на каркасе и вычислите его общую длину.
- Запишите в таблицу диаметр провода.
- Для измерения удельного сопротивления проводника собирают электрическую цепь. Схема, которой показана на рис.1.
- Замкните ключ и измерьте силу тока в цепи и напряжение на проволочном сопротивлении.
- Вычислите удельное сопротивление проводника.
- По таблице 2 определите материал провода, из которого изготовлен резистор.

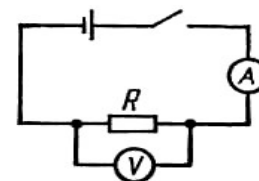


Рис. 1. Схема

Контрольные вопросы

- Что называют удельным сопротивлением проводника?
- Каков физический смысл этой величины?
- Какое соединение проводников называется последовательным? Начертите его схему?
- Какое соединение проводников называется параллельным? Начертите его схему?
- Как изменится напряжение на участке электрической цепи, если медную проволоку на этом участке заменить никелиновой.

Таблица 2

Плотность металлов

Вещество	ρ , 10^{-8} Ом м или 10^{-2} Ом мм ² /м	Вещество	ρ , 10^{-8} Ом м или 10^{-2} Ом мм ² /м
Алюминий	2,69	Нихром	110
Вольфрам	5,5	Фехраль	110-130
Латунь Л-61	7,1	Серебро	1,468
Медь	1,7	Константан	45-50
Никелин	42	Сталь IX18H9T	12
Железо	9,71	Бронза	3,52
Свинец	20,6	Ртуть	95,8
Лантан	56,8	Никель	6,844

Лабораторное занятие № 10

Исследование зависимости мощности лампы накаливания от напряжения на ее зажимах

Цель работы: на опыте исследовать зависимость мощности, потребляемой лампой накаливания, от напряжения на ее зажимах.

Учебные задачи:

1. Подавая различные напряжения от источника, с помощью реостата, измерить ток и вычислить мощность по формуле $P = IU$.
2. Установить зависимость мощности лампы от напряжения графическим методом.

Оборудование: источник питания, ключ, реостат, вольтметр, амперметр, лампа.

Краткая теория: при протекании тока по однородному участку цепи электрическое поле совершает работу. За время Δt по цепи протекает заряд $\Delta q = I\Delta t$. Электрическое поле на выделенном участке совершает работу, и, следовательно, отношение работы к интервалу времени Δt , за которое эта работа была совершена называемое мощностью, вычисляется по формуле:

$$P = \frac{A}{\Delta t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Работа электрического тока в СИ выражается в джоулях (Дж), мощность – в ваттах (Вт).

Порядок выполнения работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме рис. 1.
2. Замкнуть цепь, установить на лампе наибольшее напряжение.
3. Уменьшить напряжение при помощи реостата, записать силу тока и снова вычислить мощность тока.
4. Занести данные в табл. 1.

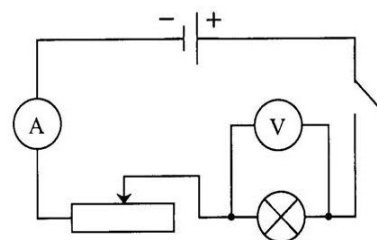


Рис. 1. Схема

Таблица 1

№	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$P=IU, \text{Вт}$
1			
2			
3			
4			

5			
6			

5. Построить график зависимости мощности лампы от напряжения на ее зажимах, выбрав соответственно масштаб по результатам своих измерений. По оси ординат откладывать мощность, по оси абсцисс – напряжение.

Контрольные вопросы

1. У какой лампы нить накала толще: у 100-ваттной или 25-ваттной при одном и том же напряжении?
2. У электроплитки укоротили спираль на половину длины. Как изменится мощность тока в плитке при одном и том же напряжении?
3. Две одинаковые лампы, рассчитанные на 220 В, в одном случае включаются в сеть параллельно, в другом случае — последовательно. Когда мощность тока больше и во сколько раз? Почему?
4. Лампы 200-ваттная и 60-ваттная, рассчитаны на одно напряжение. Сопротивление, какой лампы больше? Во сколько раз?
5. Можно ли по яркости свечения электрической лампы судить о количестве теплоты, выделяемой в нити лампы при нагревании электрическим током?

Лабораторное занятие № 11

Определение электрохимического эквивалента меди

Цель работы: определить электрохимический эквивалент меди.

Учебные задачи:

1. Определить электрохимический эквивалент меди при проведении электролиза раствора сульфата меди.
2. Вычислить электрохимический эквивалент меди.

Оборудование: весы с разновесами, амперметр, часы, аккумулятор, реостат, ключ, медные электроды, соединительные провода, электролитическая ванна с раствором медного купороса.

Краткая теория: Электрический ток в электролитах представляет собой перемещение ионов обоих знаков в противоположных направлениях. Положительные ионы движутся к отрицательному электроду (катоде), отрицательные ионы – к положительному электроду (аноду). Ионы обоих знаков появляются в водных растворах солей, кислот и щелочей в результате расщепления части нейтральных молекул. Это явление называется **электролитической диссоциацией**. Во многих случаях электролиз сопровождается вторичными реакциями продуктов разложения, выделяющихся на электродах, с материалом электродов или растворителей. Примером может служить электролиз водного раствора сульфата меди CuSO_4 (медный купорос) в том случае, когда электроды, опущенные в электролит, изготовлены из меди. Диссоциация молекул сульфата меди происходит по схеме $\text{CuSO}_4 \leftrightarrow \text{SO}_4^{--} + \text{Cu}^{++}$. Нейтральные атомы меди отлагаются в

виде твердого осадка на катоде. Таким путем можно получить химически чистую медь. Ион SO^{--} отдает аноду два электрона и превращается в нейтральный радикал, вступает во вторичную реакцию с медным анодом: $SO_4 + Cu = CuSO_4$. Образовавшаяся молекула сульфата меди переходит в раствор.

Таким образом, при прохождении электрического тока через водный раствор сульфата меди происходит растворение медного анода и отложение меди на катоде. Концентрация раствора сульфата меди при этом не изменяется.

Закон электролиза был экспериментально установлен английским физиком М. Фарадеем в 1833 г. Закон Фарадея определяет количества первичных продуктов, выделяющихся на электродах при электролизе: масса вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна заряду Q , прошедшему через электролит: $m = kQ = kIt$. Величину называют k электрохимическим эквивалентом, для каждого вещества является величиной постоянной:

$$k = \frac{m}{I \cdot t}, \left[\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \right].$$

Порядок выполнения работы

1. Очистить наждачной бумагой катодную пластину, промыть и просушить её. Определить на весах массу пластинки с точностью до 0,01 г (m_1).
2. Составить электрическую цепь по схеме рис. 1.
3. Замкнуть цепь и заметить время включения тока.
4. При помощи реостата в течение всей работы поддерживать постоянную величину тока в пределах от 0,8 до 1 А.
5. Через 15 минут разомкнуть цепь, вынуть катодную пластину, промыть и просушить ее.
6. Определить взвешиванием массу катодной пластинки (m_2).
7. Вычислить массу выделившейся меди по формуле $m = m_2 - m_1$.
8. Вычислить электрохимический эквивалент меди по формуле:
$$k = \frac{m}{I \cdot t}.$$
9. Вычислить погрешность измерения, занести данные в табл. 1.

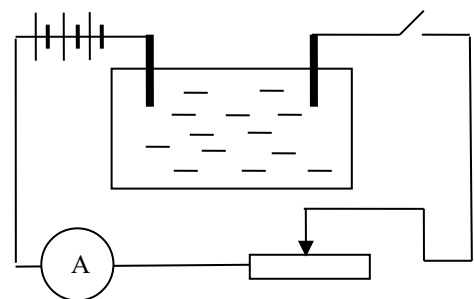


Рис. 1. Электролитическая ванна

Таблица 1

m_1 , кг	m_2 , кг	m , кг	I , А	t , с	k , кг/Кл	$k_{\text{табл.}}$, кг/Кл	Δk , кг/Кл	k , %
------------	------------	----------	---------	---------	-------------	----------------------------	--------------------	---------

--	--	--	--	--	--	--	--	--

10. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Как определить электрохимический эквивалент, если по ошибке взвешенную пластинку включили не катодом, а анодом?
2. Изменится ли концентрация молекул раствора медного купороса при электролизе, если анод медный, графитовый?
3. Будет ли выделяться вещество на электродах в электролитической ванне, если их включить в городскую сеть?
4. Почему при прохождении тока по раствору электролита происходит перенос вещества, а при прохождении тока по металлическому проводу нет?
5. Приведите примеры применения электролиза.

Лабораторное занятие № 12

Измерение показателя преломления вещества

Цель работы: научиться определять коэффициент преломления стекла.

Учебные задачи:

1. Наблюдать преломление света с помощью стеклянной пластины с двумя параллельными гранями, использовать законы преломления для расчета показателя преломления.
2. Определить показатель преломления стекла относительно воздуха, сравнить с табличным значением, оценить погрешности.

Оборудование: источник электропитания, лампа, ключ, экран со щелью, прозрачная пластина со скошенными гранями, пластиковый коврик, планшет.

Краткая теория. Преломление – это изменение направления распространения света, возникающее на границе раздела двух прозрачных сред или в толще среды с непрерывно изменяющимися свойствами.

Закон преломления света гласит, что луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча к границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости. Отношение же синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для данных двух сред, не зависящая от угла падения.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}.$$

Порядок выполнения работы:

1. Соберите установку, как показано на рис. 1. Лампу, ключ и экран установите на

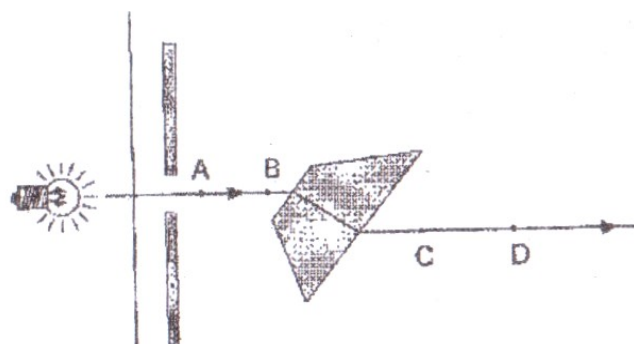


Рис. 1. Установка

планшет. Лампу и ключ соедините последовательно и подключите к источнику электропитания. Экран разместите в 3–4 см от лампы. Луч света, пройдя через щель экрана должен распространяться перпендикулярно его плоскости.

2. Вплотную к экрану со стороны, противоположной лампе, положите на планшет пластиковый коврик, накрытый листом белой бумаги, а на него прозрачную пластину со скошенными пластинами. Пластины расположите так, чтобы луч света падал на середину её малой параллельной грани под углом около 50° .

3. Очертите остро отточенным карандашом на листе бумага контур основания пластины.

4. Для построения хода луча внутри пластины сделайте на листе бумаги по две отметки на падающем на пластину луче и луче, вышедшем из пластины (точки A, B, C и D) на (см. рис. 1).

5. Отключите источник электропитания разберите установку.

6. Используя метки, сделанные на листе бумаги, восстановите ход падающего луча и луча, вышедшего из пластины, и определите построением точки на контуре её основания, в которых луч вошел и вышел из пластины.

7. Постройте ход луча в пластине.

8. В точке, где луч вошел в пластину (точка E на рис. 2), восстановите перпендикуляр к контуру её малой параллельной грани (прямая MN).

9. Обозначьте угол падения и угол преломления.

10. От точки E отложите два отрезка равной длины: один вдоль линии хода падающего луча (отрезок EP), другой – вдоль линии хода луча внутри пластины и его продолжения (отрезок EK).

11. Из концов этих отрезков (точек P и K) на прямую MN опустите перпендикуляры.

12. Проведите необходимые измерения сторон прямоугольных треугольников и определите синусы углов падения и преломления. При этом учтите, что в прямоугольном треугольнике синус угла равен отношению противолежащего катета к гипотенузе.

13. Вычислите значение показателя преломления вещества, из которого сделана прозрачная пластина.

$$n = \frac{a}{b}.$$

14. Вычислите значение скорости света в пластине по формуле абсолютного показателя преломления вещества

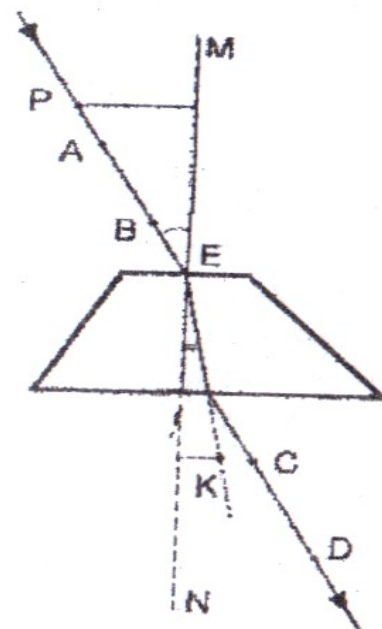


Рис. 2. Ход световых лучей через стеклянную пластинку

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n},$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

Таблица 1

№	a = PM, см	b = KN, см	n	v, м/с
1				
2				

Контрольные вопросы:

1. В чём сущность явления преломления света и какова причина этого явления?
2. Сформулируйте и запишите закон преломления света.
3. Каков физический смысл относительного показателя преломления? Абсолютного показателя преломления?
4. Напишите формулу, выражающего связь относительного показателя преломления двух граничащих сред с их абсолютными показателями преломления.
5. В каких случаях свет на границе раздела двух прозрачных сред не преломляется?

Лабораторное занятие № 13

Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Цель работы: научиться определять длину световой волны с помощью дифракционной решетки.

Учебные задачи:

1. Получить дифракционный спектр.
2. Вычислить длину световой волны.

Оборудование: дифракционная решетка, прибор для определения длины световой волны, источник света.

Краткая теория: Огибание светом краев отверстий или малых препятствий называется дифракцией света. Дифракция света наблюдается с помощью дифракционной решетки. Дифракционной решеткой называется совокупность очень большого количества узких, тесно расположенных параллельных щелей. Расстояние между центрами двух соседних щелей в миллиметрах называется постоянной решетки d . Например, для решетки, имеющей 100 щелей на 1 мм, постоянная d равна 1/100 мм. Условие максимума дифракционной решетки имеет вид:

$$\Delta d = k\lambda,$$

где $k = 0, 1, 2, \dots$

$$k\lambda = d \sin \varphi.$$

Так как $k = 1$ (наблюдается спектр 1-го порядка) в работе определяют длины световой волны фиолетовых и красных лучей по формуле:

$$\lambda = d \sin \varphi,$$

где d – постоянная решетки. Из рис. 1 видно, что

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b}.$$



Рис. 1. Ход лучей

Так как угол φ мал, то без существенной погрешности можно допустить, что

$$\operatorname{tg} \varphi = \sin \varphi.$$

Тогда для определения длины световой волны получаем формулу:

$$\lambda = d \frac{a}{b}.$$

Порядок выполнения работы

1. Глядя через дифракционную решетку, направляют щель щитка на источник света так, чтобы нить накала лампочки находилась посередине и параллельно щели.
2. Измеряют расстояние a от центра щели до красной и фиолетовой части расположенных по обе стороны окна спектров.
3. Находят расстояние b от дифракционной решетки до щели.
4. Изменяют расстояние b и снова находят a .
5. Данные трех опытов с разными расстояниями b заносят в табл. 1.

Таблица 1

Вид лучей	№ опыта	Расстояние a , мм	Расстояние b , мм	Длина волны λ , мм
Красные	1			
Красные	2			
Красные	3			
Фиолетовые	1			
Фиолетовые	2			
Фиолетовые	3			

6. Вычисляют 3 раза длину волны отдельно для красных и фиолетовых лучей по формуле:

$$\lambda = d \frac{a}{b},$$

где $d = \frac{1}{100} \text{ мм}.$

7. Найти погрешность измерений длины волны, сравнивая результат измерения с табличным значением.

Таблица 2

Длины волн и соответствующие им цвета видимого спектра

Длина волны, нм	Цвет спектра
760 – 620	Красный
620 – 590	Оранжевый
590 – 560	Жёлтый
560 – 500	Зелёный
500 – 480	Голубой
480 – 450	Синий
450 – 380	Фиолетовый

Контрольные вопросы

1. Чем объясняется радужная окраска пятен керосина на воде?
2. Если в театре встать за колонной, то артистов не видно, а голоса их слышно, почему?
3. Почему максимумы в дифракционной решетке располагаются как слева, так и справа от нулевого максимума?
4. В чём разница в дифракционных картинах решёток с 50 и 300 штрихами на одном миллиметре?

Лабораторное занятие № 14 Изучение треков заряженных частиц

Цель работы: По фотографии треков двух заряженных частиц в камере Вильсона, идентифицировать неизвестную частицу и определить основные характеристики этой частицы.

Учебные задачи:

1. Сформировать элементарные навыки и умения анализировать фотографии треков заряженных частиц
2. Получить элементарные навыки в чтении фотографий движения заряженных частиц, сфотографированных в камере Вильсона.

Краткая теория: Важным этапом в методике наблюдения следов частиц явилось создание камеры Вильсона (1912 г.). За это изобретение Ч. Вильсону в 1927 г. присуждена Нобелевская премия (рис. 1).

В камере Вильсона треки заряженных частиц становятся видимыми благодаря конденсации перенасыщенного пара на ионах газа, образованных заряженной частицей. На ионах образуются капли жидкости, которые вырастают до размеров достаточных для наблюдения ($10^{-3} - 10^{-4}$ см) и фотографирования при хорошем освещении.



Рис. 1. Камера Вильсона

Пространственное разрешение камеры Вильсона обычно ≈ 0.3 мм. Рабочей

средой чаще всего является смесь паров воды и спирта под давлением 0.1–2 атмосферы (водяной пар конденсируется главным образом на отрицательных ионах, пары спирта – на положительных). Перенасыщение достигается быстрым уменьшением давления за счёт расширения рабочего объёма.

Время чувствительности камеры, в течение которого перенасыщение остаётся достаточным для конденсации на ионах, а сам объём приемлемо прозрачным (не перегруженным капельками, в том числе и фоновыми), меняется от сотых долей секунды до нескольких секунд. После этого необходимо очистить рабочий объём камеры и восстановить её чувствительность. Таким образом, камера Вильсона работает в циклическом режиме. Полное время цикла обычно больше 1 мин.

Порядок выполнения работы:

1. На фотографии треков заряженных частиц, двигавшихся в магнитном поле, выделить два наиболее толстых искривленных трека (рис. 3).

Частицы двигались в магнитном поле с индукцией $B = 2,2$ Тл, направленной перпендикулярно к рисунку.

1. Измерить радиусы кривизны треков. Для этого найдите центр кривизны. На начальном участке трека проведите две хорды и в середине к ним восстановите перпендикуляры. Точка пересечения перпендикуляров будет центром кривизны трека. Таким образом, измерьте оба радиуса кривизны с помощью измерительной линейки, учитывая масштаб рис. 3.

2. Выведите расчетную формулу для определения модуля скорости для неизвестной частицы.

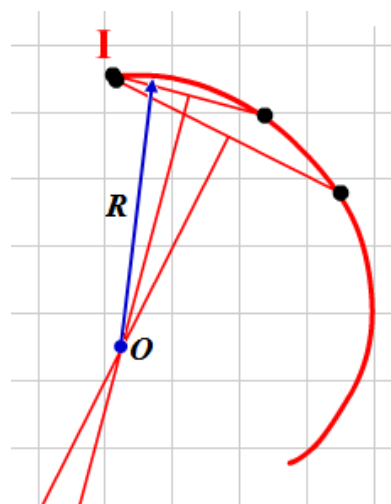


Рис. 2. Определение радиуса кривизны трека

Уравнение движения для протона
в магнитном поле имеет вид:

$$F_{\text{Лоренца}} = F_{\text{центрострем}}$$

$$Bvq = \frac{mv^2}{r}.$$

Отсюда следует:

$$v_1 = \frac{q_1 R_1 B}{m_1},$$

$$\frac{q_1}{m_1} = 9,6 \cdot 10^7 \text{ Кл/кг}$$

– удельный заряд протона,

R_1 – радиус кривизны трека протона.

3. Зная скорость известной частицы, определите удельный заряд неизвестной частицы, так как скорости частиц равны $v_1 = v_2 = v$.

$$\frac{q_2}{m_2} = \frac{v}{R_2 B}.$$

4. Сравнив полученный результат с табличными данными, определить ядром какого элемента является эта частица:

- для гелия $4,3 \times 10^7$ Кл/кг
- для дейтерия $4,85 \times 10^7$ Кл/кг
- для трития $3,2 \times 10^7$ Кл/кг

5. Сделать вывод.

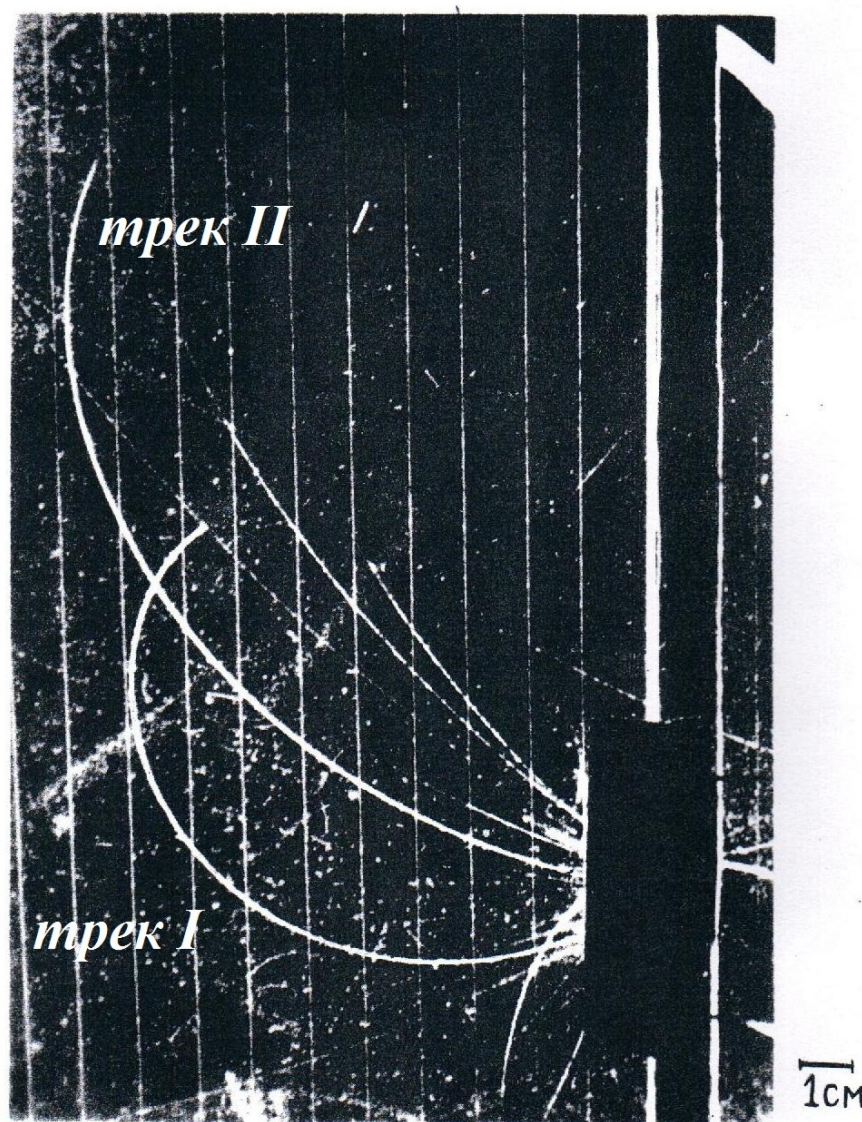
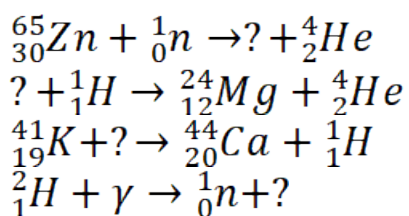


Рис. 3. Фотография треков заряженных частиц

Контрольные вопросы

1. Каковы принципы действия камеры Вильсона и пузырьковой камеры?
2. Как определить направление вектора магнитной индукции на рисунке?
3. Написать недостающее обозначение в следующих ядерных реакциях:



4. Сколько α и β^- распадов испытывает уран ${}_{92}^{235}\text{U}$ в процессе последовательного превращения в свинец ${}_{82}^{207}\text{Pb}$?
5. Записать реакцию непосредственного превращения актиния 227 во франций 223. Какой распад здесь имеет место?

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы требует наличия учебного кабинета и лаборатории физики.

Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета:

- парты ученические,
- рабочий стол и стул преподавателя,
- демонстрационный стол,
- аудиторная доска,
- шкафы для хранения оборудования.

Технические средства обучения:

- компьютер, проектор, экран.

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

- столы ученические,
- демонстрационный стол,
- стул преподавателя,
- шкафы для хранения оборудования,
- аудиторная доска.

Перечень лабораторного оборудования:

1.Оборудование общего назначения: источник постоянного и переменного тока, комплект проводов соединительных, амперметры, вольтметры, весы с разновесами, штативы, динамометр, барометр-анероид, стеклянные цилиндры, стеклянные трубки.

2.Оборудование для фронтальных лабораторных работ, включая демонстрационное оборудование: наборы для выполнения лабораторных работ по электричеству, электродинамике, оптике, комплект лабораторный по электродинамике, машина электрофорная, комплект лабораторный по молекулярной физике и термодинамике, трансформаторы, гигрометр психрометрический, звонок электрический демонстрационный, манометр, машина электрическая обратимая, модель для демонстраций в объеме магнитного поля, набор калориметрических тел, реостаты, термометр, бюретка, дозиметр, прибор для определения коэффициента линейного расширения с индикатором, магниты, спектроскоп, спектральные трубки, прибор для зажигания спектральных трубок, светофильтры, дифракционная решетка.

Печатные пособия: тематические таблицы по физике (стенды).

Информационно-коммуникативные средства: комплект наглядно-методических материалов по разделам физики.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет - ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники

1. Логвиненко О.В. Физика (для СПО). Учебник : учебник / О.В. Логвиненко. — Москва : КноРус, 2019. — 341 с. — ISBN 978-5-406-06464-1 - <https://www.book.ru/book/929950>
2. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Курс физики с примерами решения задач в 2-х томах. Том 1 : учебное пособие / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. — Москва : КноРус, 2017. — 575 с. — ISBN 978-5-406-05363-8 - <https://www.book.ru/book/919561>
3. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Курс физики с примерами решения задач в 2-х томах. Том 1 : учебник / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. — Москва : КноРус, 2017. — 577 с. — Для СПО. — ISBN 978-5-406-05612-7- <https://www.book.ru/book/921510>
4. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Курс физики с примерами решения задач в 2-х томах. Том 2 : учебник / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. — Москва : КноРус, 2017. — 378 с. — ISBN 978-5-406-05816-9 - <https://www.book.ru/book/924048>

Дополнительные источники

1. Трофимова Т.И. Физика от А до Я : справочник / Т.И. Трофимова. — Москва : КноРус, 2017. — 300 с. — Для ссузов. — ISBN 978-5-406-04671-5- <https://www.book.ru/book/918094>
2. Трофимова Т.И. Физика: теория, решение задач, лексикон : справочник / Т.И. Трофимова. — Москва : КноРус, 2017. — 315 с. — СПО. — ISBN 978-5-406-00993-2 - <https://www.book.ru/book/918094>
3. Трофимова Т.И. Краткий курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / Т.И. Трофимова. — Москва : КноРус, 2017. — 280 с. — СПО. — ISBN 978-5-85971-880-1 - <https://www.book.ru/book/927680>

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Формы и методы контроля результатов обучения
В результате изучения учебного предмета «Физика» обучающийся научится: – демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей; – демонстрировать на примерах взаимосвязь между физикой и другими естественными науками; – устанавливать взаимосвязь естественно-научных явлений и применять основные физические модели для их описания и объяснения; – использовать информацию физического содержания при решении учебных, практических, проектных и исследовательских задач, интегрируя информацию из различных источников и критически ее оценивая; – различать и уметь использовать в учебно-исследовательской деятельности методы научного познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент, выдвижение гипотезы, моделирование и др.) и формы научного познания (факты, законы, теории), демонстрируя на примерах их роль и место в научном познании; – проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая измерительные приборы с учетом необходимой точности измерений, планировать ход измерений,	Основные методы контроля знаний: текущий, периодический и итоговый контроль. Текущий контроль проводится в форме: - устного опроса; - письменного опроса (самостоятельной и контрольной работы); - проверки выполнения письменных домашних заданий; - тестирования по темам; - лабораторных работ; - подготовки сообщений; - составления конспекта - написания рефератов и творческих работ; - создания презентаций по выбранной тематике. Текущая проверка проводится систематически из урока в урок. По числу проверяемых и характеру вопросов проверка может быть индивидуальной, фронтальной и комбинированной. Периодический контроль в форме: - письменной работы по каждому разделу дисциплины. Периодическая проверка проводится по завершении темы (раздела).

получать значение измеряемой величины и оценивать относительную погрешность по заданным формулам; – проводить исследования зависимостей между физическими величинами: проводить измерения и определять на основе исследования значение параметров, характеризующих данную зависимость между величинами, и делать вывод с учетом погрешности измерений; – использовать для описания характера протекания физических процессов физические величины и демонстрировать взаимосвязь между ними; – использовать для описания характера протекания физических процессов физические законы с учетом границ их применимости; – решать качественные задачи (в том числе и межпредметного характера): используя модели, физические величины и законы, выстраивать логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления); – решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для ее решения, проводить расчеты и проверять полученный результат; – учитывать границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач; – использовать информацию и применять знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для решения практических,	Форма промежуточной аттестации, установленная учебным планом в конце 2 семестра – защита проекта и экзамен.
---	--

учебно-исследовательских и проектных задач; – использовать знания о физических объектах и процессах в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде, для принятия решений в повседневной жизни.	
--	--

Форма контроля результатов обучения	Критерии оценки результатов обучения
Проверочная работа, контрольная работа	– «отлично» выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, или в ней имеются несущественные ошибки; на качественные и теоретические вопросы дан полный, исчерпывающий ответ литературным языком с соблюдением технической терминологии в определенной логической последовательности, приводит новые примеры, устанавливает связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу, умеет применить знания в новой ситуации; – «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки; ответ на качественные и теоретические вопросы удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятий, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач; учащийся испытывает трудности в применении знаний в новой ситуации, не в достаточной мере использует связи с ранее изученным материалом.

	– «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее $\frac{2}{3}$ от общего объема), но допущены существенные неточности; обучающийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий и закономерностей; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и сложных количественных задач, требующих преобразования формул. – «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее $\frac{2}{3}$ от общего объема задания); обучающийся показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, не умеет решать количественные и качественные задачи.
Тестирование	Оценивается дифференцированно в соответствии с критериями оценок (см. таблицу из п.5)
Устный опрос	– «отлично» выставляется обучающемуся, если он полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя математическую и специализированную терминологию и символику; правильно выполнил графическое изображение и иные чертежи и графики, сопутствующие ответу; показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации при выполнении практического задания; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков;

	отвечал самостоятельно без наводящих вопросов. – «хорошо» выставляется обучающемуся, если ответ имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие логического и информационного содержания ответа; нет определенной логической последовательности, неточно используется математическая и специализированная терминология и символика; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию или вопросу преподавателя. – «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса, имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, чертежах, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; обучающийся не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме; при знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков. – «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в чертежах, блок-схемах и иных выкладках,
--	--

	которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя.
Лабораторное занятие	– «зачтено» выставляется обучающемуся, не имеющему неудовлетворительных результатов по всем видам текущего контроля успеваемости, предусмотренным утвержденной рабочей программой дисциплины, и (или) показавшему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности; – «не зачтено» выставляется обучающемуся, имеющему неудовлетворительный результат по одному или нескольким видам текущего контроля успеваемости, предусмотренным рабочей программой дисциплины, и (или) показавшему пробелы в знании основного учебно-программного материала.

5. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

2 семестр обучения.

5.1 Форма промежуточной аттестации – «Проект»

Примерные темы проектов по физике:

- Альтернативная энергетика.
- Акустические свойства полупроводников.
- Физические принципы функционирования информационных и телекоммуникационных систем
- Атомная физика. Изотопы. Применение радиоактивных изотопов.
- Бесконтактные методы контроля температуры.
- Биполярные транзисторы.
- Величайшие открытия физики.
- Электрические разряды на службе человека.
- Влияние дефектов на физические свойства кристаллов.
- Вселенная и темная материя.
- Голография и ее применение.
- Беспроводная передача электричества
- Дифракция в нашей жизни.
- Жидкие кристаллы.
- Значение открытий Галилея.
- Использование электроэнергии в транспорте.
- Классификация и характеристики элементарных частиц.
- Возможности современных лазеров.
- Микроволновое излучение. Польза и вред.
- Метод меченых атомов.
- Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц.
- Нанотехнология — междисциплинарная область фундаментальной и прикладной науки и техники.
- Никола Тесла: жизнь и необычайные открытия.
- Оптические явления в природе.
- Открытие и применение сверхпроводимости.
- Полупроводниковые датчики температуры.
- Применение жидких кристаллов в промышленности.
- Применение ядерных реакторов.
- Природа ферромагнетизма.

- Проблемы экологии, связанные с использованием тепловых машин.
- Пьезоэлектрический эффект его применение.
- Реликтовое излучение.
- Сенсорные экраны и физические процессы
- Современная спутниковая связь.
- Современные средства связи.
- Ускорители заряженных частиц.
- Физика в современных технологиях
- Физические свойства атмосферы.
- Фотоэлементы.
- Экологические проблемы и возможные пути их решения.
- Ветрогенераторы.
- Влияние атмосферы на распространение электромагнитных волн.
- Влияние магнитного поля на здоровье человека.
- Гидродинамика. Уравнение Бернулли.
- Изготовление батареи термопар и измерение температуры.
- Изготовление самодельных приборов для демонстрации действия магнитного поля на проводник с током.
- Измерение времени реакции человека на звуковые и световые сигналы.
- Методы измерения артериального давления
- Выращивание кристаллов
- Исследование электрического сопротивления терморезистора от температуры
- Измерение индукции магнитного поля постоянных магнитов
- Принцип работы пьезоэлектрической зажигалки.
- Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза с помощью дифракционной решетки.
- Изготовление и испытание модели телескопа
- Использование интернета для поиска изображений космических объектов и информации о них.
- Изучение теплофизических свойств нанокристаллов.
- Измерение концентрации заряженных частиц в лазерной плазме.
- Измерение размеров микрообъектов лазерным лучом.
- Изучение электромагнитных полей бытовых приборов.
- Изучение электрохимических свойств нанокристаллов
- Архитектура мостов.
- Проект шумоизоляционные щиты
- Проект "Умный дом"
- Изучение моющих средств. Физика мыла.

- Поверхностное натяжение мыльного пузыря. Маленькое чудо у вас дома.
- Исследование сопротивления тела человека.
- Исследование спектра излучения искусственных источников света.
- Исследование эффекта Доплера в изменении скорости.
- Методы астрофизических исследований. Радиотелескопы. Оптические телескопы. Угловое разрешение телескопа.
- Мобильный телефон с точки зрения физики.
- Моделирование и исследование процесса образования планетарных систем и черных дыр.
- Модель самодвижущегося устройства способного двигаться по заданной траектории, обнаруживать и огибать препятствия.
- Наука на страже здоровья. Влияние ультразвука на организм человека и ультразвуковая диагностика.
- Неблагоприятные экологические последствия работы тепловых двигателей.
- Объектное демонстрирование эффекта Доплера для звуковых волн.
- Термочувствительные материалы.
- Источники энергии звезд.
- Энергия ветра.
- Энергия из органических удобрений.

Продуктом проектной деятельности может быть любая из следующих работ:

- материальный объект, макет, иное конструкторское изделие;
- презентация, иной мультимедийный продукт;
- письменная работа (эссе, реферат, аналитические материалы, обзорные материалы, отчёты о проведённых исследованиях, стендовый доклад и др.);
- художественная творческая работа (связь физики с литературой, музыкой, изобразительным искусством, экранным искусством), представленная в виде прозаического или стихотворного произведения, инсценировки, художественной декламации, исполнения музыкального произведения, компьютерной анимации и др.;

Отчётный материал по проекту обязателен и представляет собой текст.

Оформление отчетного материала:

Критерии	Оцениваемое положение	Балл
1. Структура работы	1. Титульный лист 2. Оглавление 3. Введение 4. Основная часть 5. Заключение 6. Список используемых ресурсов 7. Приложения (по необходимости)	- Наличие всех элементов — 1 балл - Отсутствие некоторых элементов – 0 баллов
2. Оформление	1. Работа выполняется на стандартных страницах (размер А4) 2. Текст печатается шрифтом Times New Roman (размер шрифта 14 кегель, 1,5 интервал). Заголовки Caps Lock, но не жирным и не курсивом. Отступы слева-3см,справа-2 см, сверху-2 см, снизу-1,5 см 3. Нумерация страниц производится в нижнем правом углу. Титульный лист считается первым, но не нумеруется. 4. Объем текста не более 15 страниц. 5. Работа должна быть в папке со скоросшивателем 6. См. требования к оформлению пункт 5.6	- Наличие всех элементов — 1 балл - Отсутствие некоторых элементов – 0 баллов
3. Введение	1. Обоснование темы, ее актуальность на сегодняшний день 2. Проблема, противоречие 3. Цель 4. Задачи (не менее трех) 5. Методы и методики 6. Новизна или практическая значимость (новизна и практическая значимость лично для учащегося)	- Наличие всех элементов — 1 балл - Отсутствие некоторых элементов – 0 баллов
4. Основная часть	1.Теоретическая часть 2.Практическая часть	- Наличие всех элементов — 1 балл - Отсутствие некоторых элементов – 0 баллов
5. Заключение	Выводы - зеркальное отражение введения! Достигнуты ли поставленные цели, решены ли задачи. Наличие структурированных выводов в соответствии с поставленными в начале работы задачами. Цель и задачи заново не перечисляются.	- Выводы соответствуют содержанию поставленной цели и сформулированным задачам — 1 балл - Отсутствуют выводы - 0 баллов
6. Список используемых ресурсов	Это тематически отобранный и систематизированный перечень библиографических сведений об использованной литературе, имеет название и располагается в конце основного текста. Включает в себя обязательно только те работы, которые автор приводит в тексте, начиная от «введения» до «выводов». Не допустимо включать в список работу, если она нигде не упоминалась Указываются в алфавитном порядке по фамилии автора, сначала на русском,	- В работе есть ссылки на все указанные источники. Количество используемых ресурсов не менее трех— 1 балл - Обязательно использование литературных источников, а не

	потом на иностранном языке. Работы одного и того же автора включаются в хронологическом порядке публикации. Пример иерархии источников списка литературы: 1. Нормативно-правовые акты; 2. Материалы практики; 3. Литература и периодические издания; 4. Литература на иностранных языках; 5. Интернет источники. - Подробнее на Referatwork.ru: http://referatwork.ru/spisok_literaturi/oformlenie_spiska_literaturi_gost_7-1-2003_7-0-5-2008_2014.html • ФИО автора (авторов / редактора); • Наименование произведения (название книги); Наименование издательства; • Год издания; • Количество страниц в издании. Пример: Нехаев, Г. А. Металлические конструкции в примерах и задачах: учеб. пособие / Г. А. Нехаев, И. А. Захарова.— М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. — 144 с.	только Интернетресурсы. •В работе ссылки только на некоторые указанные источники, использованы только Интернетресурсы, источников менее трех – 0 баллов
Итого:		

1. Оформление производится в следующем порядке; титульный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, список литературы, приложения. Каждая часть начинается с новой страницы. Расстояние между главой и следующей за ней текстом, а также между главой и параграфом составляет 2 интервала.
2. Сокращения не допускаются (за исключением общепринятых аббревиатур).
3. Схемы, таблица, чертежи должны иметь ссылки на источник данных, если они заимствованы.
4. Поля страницы: левое - 3 см., правое - 1,5 см., нижнее 2 см., верхнее - 2 см. до номера страницы. Текст печатается через 1,5 - 2 интервала. Если текст набирается в текстовом редакторе Microsoft Word, рекомендуется использовать шрифт Times New Roman, размер шрифта - 14 пт. После заголовка, располагаемого посередине строки, не ставится точка. Не допускается подчеркивание заголовка и переносы в словах заголовка.
5. Титульный лист и оглавление включаются в общую нумерацию, но номер страницы на них не проставляется (это не относится к содержанию реферата). Нумерация начинается с 3-ей страницы и помещается внизу листа справа. Страницы реферата нумеруются в нарастающем порядке.

Объем отчетного материала:

Общий объем отчетного материала не может быть менее 10 машинописных листов.

Оценивание презентации и защиты проекта происходит по разработанным критериям.

Критерии оценки содержания и защиты проекта:

1. Критерии оформления проектной работы

2. Критерии содержания проектной работы

Критерии	Оцениваемое положение	Балл
1.Формулировка темы	1. В названии заложен вопрос или проблема, выражающие цель проекта. Формулировка темы короткая, емкая по содержанию, привлекательная и максимально индивидуальная. 2. Название слишком длинное, формальное, не отражающее цель проекта	1 0
2. Актуальность и оригинальность темы	1. Тема малоизученная, практически не имеющая описания, для раскрытия которой требуется самостоятельно делать многие выводы, сопоставляя точки зрения из соседних областей исследования. 2. Тема с достаточным количеством «белых пятен», либо проблема поставлена достаточно оригинально, вследствие чего тема открывается с неожиданной стороны. 3. Тема всем известная, изучена подробно, но в ней появились «белые пятна» вследствие новых данных. При этом автор не сумел показать, чем обусловлен его выбор, кроме субъективного интереса, связанного с решением личных проблем или любопытством.	3 2 1
3. Глубина исследования	1. Рассмотрение проблемы строится на достаточно глубоком содержательном уровне 2. Рассмотрение проблемы строится на содержательном уровне, глубина рассмотрения относительна 3. Работа строится на основе одного серьезного источника, остальные – популярная литература, используемая как иллюстрация 4. Работа поверхностна, иллюстративна, источники в основном имеют популярный характер	3 2 1 0
4. Последовательность, структурность и целостность изложения материала	1. Цель реализована последовательно, сделаны необходимые выкладки, нет «лишней» информации, перегружающей текст ненужными подробностями 2. В работе либо упущены некоторые важные аргументы, либо есть «лишняя» информация, перегружающая текст ненужными подробностями, но в целом логика есть 3. В работе можно заметить некоторую логичность в выстраивании информации, но целостности нет 4. Работа представляет собой бессистемное изложение того, что известно автору по данной теме	3 2 1 0
5. Оценка продукта проектной деятельности	1. Продукт полностью соответствует требованиям качества (эстетичен, удобен в использовании, соответствует заявленным целям). Продукт полезен.	3

	Названы потенциальные потребители продукта проекта. 2. Продукт полностью соответствует требованиям качества (эстетичен, удобен в использовании, соответствует заявленным целям). Продукт полезен. Круг лиц, которыми он может быть востребован, указан неявно. 3. Имеются небольшие замечания по качеству выполнения продукта. 4. Работа не соответствует требованиям качества (эстетичность, удобство в использовании, соответствие заявленным целям).	2 1 0
6. Соответствие достигнутых результатов поставленной цели	1. Результаты соответствуют цели 2. Результаты не в полной степени соответствуют цели, но имеют практическое значение 3. Результаты не в полной степени соответствуют цели и не имеют практического значения 4. Нет описанных результатов	3 2 1 0
7. Корректность в использовании литературных источников	1. Текст содержит все необходимые ссылки на авторов в тех случаях, когда дается информация принципиального содержания (определения, описания, характеристика, мнение, оценка и т.д.), при этом автор умело использует чужое мнение при аргументации своей точки зрения, обращаясь к авторитетному источнику 2. Текст содержит наиболее необходимые ссылки на авторов в тех случаях, когда дается информация принципиального содержания (определения, описания, характеристика, мнение, оценка и т.д.) 3. Противоречий нет, но ссылок либо практически нет, либо они делаются редко, далеко не во всех необходимых случаях 4. В работе практически нет ссылок на авторов тех или иных точек зрения, которые местами могут противоречить друг другу и использоваться не к месту	3 2 1 0
8. Степень самостоятельности автора	1. Работа отличается творческим подходом, собственным оригинальным отношением автора к идее проекта. 2. Работа самостоятельная, демонстрирующая серьезную заинтересованность автора, предпринята попытка представить личный взгляд на тему проекта 3. Автор проявил незначительный интерес к теме проекта, но не продемонстрировал самостоятельности в работе 4. Работа шаблонная, показывающая формальное отношение автора	3 2 1 0
Итого:		

3. Критерии защиты проектной работы

Критерии	Оцениваемое положение	Балл
1. Качество выступления (композиция, полнота представления идеи, подходов, результатов; аргументированность, убедительность и убежденность)	1. Защита исследовательской работы выстроена четко	3
	2. Докладчик рассказывает, но не объясняет суть работы	2
	3. Докладчик рассказывает, цитируя основные моменты	2
	4. Содержание защиты зачитывается	0
2. Использование демонстрационного материала	1. Автор предоставил демонстрационный материал и прекрасно в нем ориентировался	3
	2. Демонстрационный материал использовался в докладе	2
	3. Представленный демонстрационный материал не использовался докладчиком	1
	4. Нет демонстрационного материала	0
3. Качество ответов на вопросы (полнота, аргументированность, убедительность и убежденность, дружелюбие, стремление использовать ответы для успешного раскрытия темы и сильных сторон работы). Не более трех вопросов.	1. Отвечает на все вопросы	3
	2. Не может ответить на один из 3 заданных вопросов	2
	3. Не может ответить на два из 3 заданных вопросов	1
	4. Не может ответить на все 3 вопроса	0
4. Уровень представления защиты работы (культура речи, манера держаться перед аудиторией, чувство времени (3-7 мин), импровизационное начало, удержание внимания аудитории)	1. Производит хорошее впечатление	2
	2. Чувствует себя скованно, неуверенно	1
	3. Не владеет ситуацией	0
5. Презентация		5
5.1. Шрифт Желательно устанавливать ЕДИНЫЙ СТИЛЬ шрифта для всей презентации	Текст должен быть хорошо виден. Размер шрифта должен быть максимально крупным на слайде! Самый «мелкий» для презентации – шрифт 24 пт (для текста) и 40 пт (для заголовков). Лучше использовать шрифты Arial, Verdana, Tahoma, Comic Sans MS Интервал между строк – полуторный.	1
5.2. Содержание информации В презентациях точка в заголовках не ставится	При подготовке текста презентации в обязательном порядке должны соблюдаться общепринятые правила орфографии, пунктуации, стилистики и правила оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.), а также могут использоваться общепринятые сокращения. Форма представления информации должна соответствовать уровню знаний аудитории слушателей,	1

	для которых демонстрируется презентация	
5.3. Объем информации Размещать много мелкого текста на слайде недопустимо! Существует мнение, что на слайде должно быть размещено не более 290 знаков (включая пробелы)	Недопустимо заполнять один слайд слишком большим объемом информации: одновременно человеку трудно запомнить более трех фактов, выводов или определений. Наибольшая эффективность передачи содержания достигается, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.	1
5.4. Дизайн		1
Способы выделения информации	Важно не нарушать чувства меры: не перегружать слайды, но в то же время и не размещать сплошной текст..	
Использование списков	Большие списки и таблицы разбивать на 2 слайда.	
Воздействие цвета	На одном слайде рекомендуется использовать не более трех цветов: один для фона, один для заголовков, один для текста.	
Цвет фона	Текст должен быть хорошо виден на любом экране!	
Размещение изображений и фотографий	Иллюстрации располагаются на слайдах так, чтобы слева, справа, сверху, снизу от края слайда оставались неширокие свободные поля.	
5.5. Наглядность		1
Анимационные эффекты	Анимация не должна быть навязчивой! Не допускается использование побуквенной анимации и вращения, а также использование более 3-х анимационных эффектов на одном слайде.	
Звук	Музыка должна быть ненавязчивая, а её выбор оправдан!	
Единство стиля	Недопустимо использование в одной презентации разных шаблонов оформления!	
ИТОГО		

Требования к презентации в Power Point

Приложение 2

№		Требования	Примечания
1.	Основные слайды презентации	Структура презентации: • Для любого типа презентации: 1-ый слайд – титульный лист – тема, автор, сведения об авторе; 2-ий слайд – содержание презентации с кнопками навигации; в конце – список используемых источников завершающий слайд – повторение информации об авторе.	На 1-ом слайде размещается информация об авторе. Кнопки навигации нужны для быстроты перемещения внутри презентации – к любому слайду можно добраться в 2 щелчка. Соблюдайте основные правила цитирования и авторские права!!! (обязательно указание первоисточников материалов: откуда взяли иллюстрации, звуки, тексты, ссылки; кроме интернет-ссылок, указываются и печатные издания)
2.	Виды слайдов	Для обеспечения наглядности следует использовать разные способы размещения информации и разные виды слайдов: • с текстом • с иллюстрациями; • с таблицами; • с диаграммами; • с анимацией	
3.	Сохранение презентаций	Сохранять презентацию лучше как «Демонстрация PowerPoint». С расширением .pps	Тогда в одном файле окажутся ВСЕ приложения (музыка, ссылки, текстовые документы и т.д.)

Общая оценка	36-44 баллов – «отлично»; 28-35 баллов – «хорошо»; 13-27 баллов – «удовлетворительно»; менее 12 баллов - «неудовлетворительно»
--------------	--

5.2 Форма промежуточной аттестации – «Экзамен»

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Механическое движение. Система отсчета. Основные характеристики механического движения (траектория, путь, перемещение, скорость, ускорение). Уравнение движения.
2. Сила. Масса. Законы Ньютона.
3. Виды сил: сила упругости, сила трения, сила тяжести, вес.
4. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение
5. Механическая работа. Мощность. Механическая энергия и ее виды. Закон сохранения энергии.
6. Давление. Давление газа. Единицы давления. Приборы.
7. Уравнение состояния идеального газа для данной массы газа. Приведение объема данной массы газа к нормальным условиям. Уравнение Менделеева - Клапейрона. Молярная газовая постоянная.
8. Изопроцессы в газах и их графики.
9. Абсолютная и относительная влажности воздуха. Способы определения и учета влажности воздуха. Приборы. Точка росы.
10. Электризация тел. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.
11. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Графическое изображение полей зарядов. Принцип суперпозиции.
12. Энергетическая характеристика поля - потенциал. Разность потенциалов.
13. Емкость проводника. Электрическая емкость шара. Конденсаторы, их соединения в батарею. Энергия электрического поля конденсатора
14. Постоянный электрический ток, его характеристики. Условия возникновения электрического тока.
15. Сопротивление как электрическая характеристика резистора. Зависимость сопротивления резистора от температуры. Определение удельного сопротивления проводника в лабораторной работе.
16. Соединение резисторов.
17. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
18. Исследование зависимости мощности лампы от напряжения на ее зажимах.
19. ЭДС источника. Закон Ома для участка и полной цепи. Определение ЭДС источника и его сопротивления в лабораторной работе.
20. Электрический ток в электролитах. Электролиз. Закон Фарадея для электролиза.
21. Полупроводники. Электрический ток в полупроводниках. Применение. Электронно-дырочный переход.

22. Магнитное поле. Магнитная индукция. Взаимодействие токов. Графическое изображение магнитных полей.
23. Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера. Рамка с током в магнитном поле. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.
24. Магнитный поток. Формула. Единица измерения.
25. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Величина ЭДС индукции. Закон Ленца для электромагнитной индукции. Электромагнитная теория Максвелла. Вихревое электрическое поле.
26. Явление самоиндукции. Индуктивность. ЭДС самоиндукции.
27. Уравнение гармонического колебания, его график. Основные характеристики колебаний.
28. Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Формула периода электромагнитных колебаний в контуре.
29. Переменный ток. Получение переменного синусоидального тока при равномерном вращении витка в однородном магнитном поле. Период и частота переменного тока. Мгновенное, амплитудное и действующее значения напряжения и силы тока. График изменения тока.
30. Устройство и работа трансформатора.
31. Электромагнитное поле. Постулаты Максвелла. Скорость распространения электромагнитных волн. Длина волны. Излучение и прием электромагнитных волн. Электрический резонанс.
32. Радиосвязь. Радио А.С.Попова. Основы радиосвязи.
33. Законы отражения и преломления света. Относительный и абсолютный показатели преломления. Полное отражение света. Предельный угол внутреннего отражения.
34. Интерференция света. Интерференция света в тонких пленках. Кольца Ньютона.
35. Дифракция света. Дифракционная решетка. Определения длины световой волны с помощью дифракционной решетки.
36. Дисперсия света. Разложение белого света призмой. Сплошной спектр.
37. Ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Рентгеновские лучи. Свойства и применение.
38. Виды спектров. Спектр Солнца. Спектральный анализ. Приборы для получения и исследования спектров. Виды спектров.
39. Шкала электромагнитных волн. Охарактеризовать различные виды электромагнитных излучений.
40. Природа света. В чем состоит электромагнитная природа света? Зависимость между длиной волны, частотой электромагнитного излучения и скоростью. Квантовая теория света. Зависимость между энергией кванта и частотой электромагнитного излучения. Постоянная Планка.
41. Фотоэлектрический эффект. Законы Столетова. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

42. Давление света. Работы Н.П. Лебедева по обнаружению и измерению давления света.
43. Природа света. Единство квантовой и волновой теории света. Условия, при которых проявляются волновые и квантовые свойства света.
44. Строения атома. Опыты Резерфорда по изучению строения атома.
45. Излучение и поглощение энергии атомами. Постулаты Бора. Происхождение линейчатых спектров.
46. Состав атомного ядра. Изотопы.
47. Состав атомных ядер. Ядерные силы. Дефект массы атомных ядер. Энергия связи. Энергия связи атомных ядер, приходящаяся на один кулон.
48. Радиоактивность. Виды радиоактивного излучения. Закон радиоактивного распада. Биологическое действие радиоактивных излучений.
49. Ядерные реакции.

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
81÷100	5	отлично
61÷80	4	хорошо
51÷60	3	удовлетворительно
менее 50	2	неудовлетворительно

Критерии оценки:

- 81÷100% (5 баллов) присваивается обучающемуся, если приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:
 - 1) представлен (в случае необходимости) не содержащий ошибок схематический рисунок, схема или график, отражающий условия задачи;
 - 2) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;
 - 3) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ.
- 61÷80% (4 балла) присваивается обучающемуся, если приведено решение, содержащее один из следующих недостатков:
 - в необходимых математических преобразованиях и вычислениях допущены ошибки;
 - представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов;

— правильно записаны необходимые формулы, представлен правильный рисунок (в случае его необходимости), график или схема, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.

–51÷60% (3 балла) присваивается обучающемуся, если приведено решение, соответствующее одному из следующих случаев:

- в решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты;
- допущена ошибка в определении исходных данных по графику, рисунку, таблице, но остальное решение выполнено полно и без ошибок;
- записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в одной из них допущена ошибка;
- представлен (в случае необходимости) только правильный рисунок, график, схема или только правильное решение без рисунка.

– менее 50% (2 балла) присваивается обучающемуся, если правильно выполнено менее 1/2 всей работы.

6. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ (ОВЗ)

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.