

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра математики и физики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА**

Б1.Б.05

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины
и оборудование**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	9
4.3 Лабораторные работы	19
4.4 Практические занятия.....	20
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	20
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	24
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ	24
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы	76
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	78
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	78
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	79
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	91
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе.....	92
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	93

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Создание базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, формирования целостного представления о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, знакомство с научными методами познания. Формирование у студентов подлинно научного мировоззрения, применение положений фундаментальной физики при создании и использовании новых технологий при разработке, а также при эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Задачи дисциплины

- получение студентами достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной и технической информации;
- усвоение основных физических явлений и законов физики, методов физического исследования, являющихся базой при дальнейшем решении производственных задач;
- формирование правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных методов исследования.

Код компетенции 1	Содержание компетенции 2	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине 3
ОПК-4	способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	знать: - основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики; уметь: - выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; владеть: - методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.05 «Физика» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина «Физика» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин основных общеобразовательных программ.

Основываясь на изучении дисциплин, физика представляет основу для изучения дисциплин: «Безопасность жизнедеятельности», «Теплотехника», «Электротехника и электроника» и др.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	1,2	1-3	288	104	52	52	–	76	3к	экзамен
Заочная	2	–	288	20	6	14	–	259	2к	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Очно-заочная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час)	Распределение по семестрам, час		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	104	10	34	36	34
Лекции (Лк)	52	6	17	18	17
Лабораторные работы (ЛР)	52	4	17	18	17
Контрольная работа	+	–	–	–	+
Индивидуальные консультации	+	–	+	+	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	76	–	2	72	2
Подготовка к лабораторным работам	24	–	2	20	2
Подготовка к экзамену в течение семестра	36	–	–	36	–
Выполнение контрольной работы	16	–	–	16	–
III. Промежуточная аттестация экзамен	+	–	+	+	+
Контроль	108	–	36	36	36
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	–	72	144	72
зач. ед.	8	–	2	4	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо-ем-кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоя-тельная работа обуча-ющихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Механика	23	10	11	2
1.1	Введение. Кинематика поступательного и вращательного движения	2	1	1	–
1.2	Динамика материальной точки. Законы Ньютона	3	2	1	–
1.3	Силы в механике и их классификация	3	2	1	–
1.4	Законы сохранения. Кинетическая энергия, работа, мощность	3	2	1	–
1.5	Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии	3	2	1	–
1.6	Динамика вращательного движения твердого тела. Момент силы, момент инерции	3	2	1	–
1.7	Основной закон динамики вращательного движения	2	1	1	–
1.8	Кинематика гармонических колебаний	1,5	–	1	0,5
1.9	Сложение гармонических колебаний	1,5	–	1	0,5
1.10	Динамика гармонических колебаний	1,5	–	1	0,5
1.11	Затухающие и вынужденные механические колебания	1,5	–	1	0,5
2.	Молекулярная физика и термодинамика	13	7	6	–
2.1	Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния	2	1	1	–
2.2	Основное уравнение МКТ идеального газа	2	1	1	–
2.3	Элементы классической статистики: распределение Максвелла, Больцмана	1	1	–	–
2.4	Физическая кинетика: явления переноса	2	1	1	–
2.5	Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам	2	1	1	–
2.6	МКТ теплоемкости идеального газа	2	1	1	–
2.7	Круговой процесс. Энтропия. Второй закон термодинамики. Цикл Карно и его КПД	2	1	1	–

3.	Электромагнетизм	108	18	18	72
3.1	Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность как силовая характеристика поля	7	1	2	4
3.2	Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме	5	1	-	4
3.3	Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля	6	1	1	4
3.4	Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле	6	2	-	4
3.5	Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	7	1	2	4
3.6	Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля	5	1	-	4
3.7	Постоянный электрический ток. Закон Ома. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока	8	2	2	4
3.8	Классическая электронная теория электропроводности металлов	8	1	1	6
3.9	Электрический ток в жидкостях, газах и плазме	9	–	1	8
3.10	Постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера и сила Лоренца	8	2	2	4
3.11	Магнитный поток. Работа проводника с током в магнитном поле. Закон полного тока. Контур с током в магнитном поле	7	1	2	4
3.12	Магнитное поле в веществе. Намагниченность вещества. Виды магнетиков и их свойства	8	2	2	4
3.13	Электромагнитная индукция	7	2	1	4
3.14	Взаимные превращения электрических и магнитных полей	7	1	-	6
3.15	Электрические колебания	10	–	2	8
4.	Оптика	21	9	11	1
4.1	Электромагнитные волны	1,5	1	-	0,5
4.2	Элементы геометрической оптики	3	1	2	–
4.3	Световая волна. Интерференция световых волн	1	1	-	–
4.4	Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	3	1	2	–
4.5	Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	3	1	2	–
4.6	Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	1,5	–	1	0,5
4.7	Тепловое излучение и его основные характеристики. Законы теплового излучения	4	2	2	–
4.8	Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	3	1	2	–
4.9	Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	1	1	–	–
5.	Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	15	8	6	1
5.1	Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома	3	1	2	–

5.2	Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества	1	0,5	–	05
5.3	Уравнение Шредингера. Квантование энергии и момента импульса	2	1,5	–	0,5
5.4	Атом водорода в квантовой механике. Система элементов Менделеева	3,5	1,5	2	–
5.5	Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. Радиоактивность	3	1	2	–
5.6	Ядерные реакции. Деление ядер. Ядерный реактор	1	1	–	–
5.7	Термоядерные реакции синтеза – основной источник энергии звезд	1	1	–	–
5.8	Физическая картина мира. Виды взаимодействия и классы элементарных частиц	0,5	0,5	–	–
	ИТОГО	180	52	52	76

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Механика	60	2	6	52
1.1	Введение. Кинематика поступательного и вращательного движения	4.7	0.2	0.5	4
1.2	Динамика материальной точки. Законы Ньютона	6.3	0.3	1	5
1.3	Силы в механике и их классификация	5.8	0.3	0.5	5
1.4	Законы сохранения. Кинетическая энергия, работа, мощность	6.3	0.3	1	5
1.5	Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии	5.8	0.3	0.5	5
1.6	Динамика вращательного движения твердого тела. Момент силы, момент инерции	5.8	0.3	0.5	5
1.7	Основной закон динамики вращательного движения	6.3	0.3	1	5
1.8	Кинематика гармонических колебаний	5.5	–	0.5	5
1.9	Сложение гармонических колебаний	5	–	–	5
1.10	Динамика гармонических колебаний	4	–	–	4
1.11	Затухающие и вынужденные механические колебания	4.5	–	0,5	4
2.	Молекулярная физика и термодинамика	55	1	2	52
2.1	Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния	7.9	0.1	0.3	7.5

2.2	Основное уравнение МКТ идеального газа	8	0.2	0.3	7.5
2.3	Элементы классической статистики: распределение Максвелла, Больцмана	7.6	0.2	–	7.4
2.4	Физическая кинетика: явления переноса	7.9	0.2	0.3	7.4
2.5	Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам	7.8	0.1	0.3	7.4
2.6	МКТ теплоемкости идеального газа	7.9	0.1	0.4	7.4
2.7	Круговой процесс. Энтропия. Второй закон термодинамики. Цикл Карно и его КПД	7.9	0.1	0.4	7.4
3.	Электромагнетизм	56	1	3	52
3.1	Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность как силовая характеристика поля	3.35	0.05	0.3	3
3.2	Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме	3.1	0.1	-	3
3.3	Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля	3.25	0.05	0.2	3
3.4	Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле	3.1	0.1	-	3
3.5	Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	3.3	0.1	0.2	3
3.6	Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля	3.1	0.1	-	3
3.7	Постоянный электрический ток. Закон Ома. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока	3.4	0.1	0.3	3
3.8	Классическая электронная теория электропроводности металлов	3.3	0.1	0.2	3
3.9	Электрический ток в жидкостях, газах и плазме	4.3	–	0.3	4
3.10	Постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера и сила Лоренца	4.4	0.1	0.3	4
3.11	Магнитный поток. Работа проводника с током в магнитном поле. Закон полного тока. Контур с током в магнитном поле	4.35	0.05	0.3	4
3.12	Магнитное поле в веществе. Намагниченность вещества. Виды магнетиков и их свойства	4.35	0.05	0.3	4
3.13	Электромагнитная индукция	4.35	0.05	0.3	4
3.14	Взаимные превращения электрических и магнитных полей	4.05	0.05	-	4
3.15	Электрические колебания	4.3	–	0.3	4
4.	Оптика	56	1	3	52
4.1	Электромагнитные волны	6.2	0.2	-	6
4.2	Элементы геометрической оптики	6.6	0.1	0.5	6
4.3	Световая волна. Интерференция световых волн	6.1	0.1	-	6
4.4	Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	6.6	0.1	0.5	6
4.5	Поляризация света. Закон Малюса.	6.6	0.1	0.5	6

	Закон Брюстера				
4.6	Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	6.6	0.1	0.5	6
4.7	Тепловое излучение и его основные характеристики. Законы теплового излучения	6.6	0.1	0.5	6
4.8	Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	5.6	0.1	0.5	5
4.9	Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	5.1	0.1	–	5
5.	Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	52	1	–	51
5.1	Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома	7.2	0.2	–	7
5.2	Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества	7.2	0.2	–	7
5.3	Уравнение Шредингера. Квантование энергии и момента импульса	7.1	0.1	–	7
5.4	Атом водорода в квантовой механике. Периодическая система элементов Менделеева	6.1	0.1	–	6
5.5	Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. Радиоактивность	6.1	0.1	–	6
5.6	Ядерные реакции. Деление ядер. Ядерный реактор	6.1	0.1	–	6
5.7	Термоядерные реакции синтеза – основной источник энергии звезд	6.1	0.1	–	6
5.8	Физическая картина мира. Виды взаимодействия и классы элементарных частиц	6.1	0.1	–	6
	ИТОГО	279	6	14	259

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. МЕХАНИКА

Тема 1.1. Введение. Кинематика поступательного и вращательного движения

- 1) Введение. Предмет изучения физики.
Физика – наука, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности природы, свойства и строение материи, законы ее движения.
- 2) Основные понятия кинематики: материальная точка, система отсчета, траектория, путь и вектор перемещения.
- 3) Скорость и ускорение: средняя и мгновенная скорость, ускорение и его составляющие, среднее и мгновенное ускорение.
- 4) Кинематические уравнения различных видов движения.
- 5) Кинематика вращательного движения материальной точки: угловая скорость, угловое ускорение, период и частота вращения.
- 6) Связь между линейными и угловыми скоростями и ускорениями.

Тема 1.2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона

Интерактивная форма занятия – лекция-визуализация

- 1) Динамика – раздел механики, изучающий движение тел под действием сил, которые изменяют характер их движения.
- 2) Первый закон Ньютона. Понятие инерциальной системы отсчета.

- 3) Сила. Масса тела. Импульс тела. Второй закон Ньютона. Следствия второго закона Ньютона.
- 4) Третий закон Ньютона.
- 5) Границы применимости законов Ньютона.
- 6) Примеры применения законов Ньютона при решении задач.

Тема 1.3. Силы в механике и их классификация

- 1) Классификация сил.
- 2) Силы упругости: типы деформации, характеристики упругих деформаций, закон Гука, энергия упругой деформации.
- 3) Силы трения: виды трения, сухое трение и его разновидности (трение покоя, трение скольжения, трение качения); вязкое трение.
- 4) Сила тяжести и вес. Понятие невесомости.
- 5) Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Космические скорости.

Тема 1.4. Законы сохранения. Кинетическая энергия, работа, мощность.

- 1) Сохраняющиеся величины. Внутренние и внешние силы, понятие изолированной (замкнутой) системы тел.
- 2) Импульс тела. Закон сохранения импульса и его связь с однородностью пространства. Примеры применения закона сохранения импульса.
- 3) Энергия – универсальная количественная мера всех форм (видов) движения материи. Виды энергии и их взаимопревращаемость: в природе энергия не исчезает, а переходит из одного вида в другой. Связь закона сохранения энергии с однородностью времени.
- 4) Работа и мощность механической силы. Количество энергии, передаваемое от одного тела другому в механическом процессе, называется работой. Работа постоянной и переменной силы.
- 5) Мощность силы, понятие мгновенной мощности, пример расчета работы и мощности, единицы измерения.
- 6) Кинетическая энергия. Изменение кинетической энергии тела связано с работой, которую над телом совершают действующие на него силы, изменяя скорость движения тела.

Тема 1.5. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии

- 1) Поле сил (стационарное, нестационарное). Понятие потенциального поля: работа сил поля на любой замкнутой траектории равна нулю. Консервативные и неконсервативные (диссипативные) силы, примеры.
- 2) Потенциальная энергия тела (частицы) зависит от его координат.
- 3) Потенциальная энергия тела, находящегося в однородном поле силы тяжести.
- 4) Потенциальная энергия упруго деформированного тела. Связь между потенциальной энергией и консервативной силой.
- 5) Закон сохранения полной механической энергии. Примеры применения.

Тема 1.6. Динамика вращательного движения твердого тела.

Момент силы, момент инерции.

- 1) Момент силы материальной точки и твердого тела. Понятие момента силы относительно точки и относительно оси вращения.
- 2) Понятие момента инерции твердого тела относительно неподвижной оси вращения.
- 3) Примеры расчета момента инерции однородного изотропного диска (сплошного цилиндра), длинного тонкого однородного стержня, однородного шара, тонкого однородного кольца (обруча), полого и сплошного цилиндров, полого шара.

- 4) Теорема Штейнера и ее применение.

Тема 1.7. Основной закон динамики вращательного движения

Интерактивная форма занятия – лекция-визуализация

- 1) Закон вращательного движения материальной точки и твердого тела относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси. Частные случаи закона вращательного движения, примеры решения задач.
- 2) Момент импульса материальной точки и твердого тела относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси. Единицы измерения.
- 3) Закон сохранения момента импульса, частные случаи его применения.
- 4) Кинетическая энергия материальной точки и твердого тела при вращательном движении относительно неподвижной оси.
- 5) Работа при вращательном движении.
- 6) Применение законов вращательного движения и сохранения момента импульса.

Тема 1.8 – 1.9. Кинематика гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний

- 1) Основные характеристики колебаний: амплитуда, частота, фаза и период.
- 2) Скорость и ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания.
- 3) Кинетическая, потенциальная и полная энергия материальной точки, совершающей гармонические колебания.
- 4) Сложение двух однонаправленных гармонических колебаний одинаковой частоты.
- 5) Сложение двух взаимно-перпендикулярных гармонических колебаний с одинаковыми частотами.
- 6) Фигуры Лиссажу.

Тема 1.10 – 1.11. Динамика гармонических колебаний. Затухающие и вынужденные механические колебания

- 1) Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие гармонического осциллятора.
- 2) Пружинный маятник: колебания происходят под действием упругой силы. Уравнение движения маятника в отсутствие сил трения (сил сопротивления). Частота и период колебаний пружинного маятника.
- 3) Физический и математический маятники: колебания осуществляются под действием силы тяжести. Вывод формул для частоты и периода колебаний через закон сохранения механической энергии.
- 4) Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний. Собственная частота колебаний системы. Коэффициент сопротивления и коэффициент затухания.
- 5) Решение дифференциального уравнения свободных затухающих колебаний. Амплитуда, период и частота затухающих колебаний системы.
- 6) Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 2.1. Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния

- 1) Статистический и термодинамический методы. Состояние термодинамической си-

стемы. Параметры состояния. Процесс.

- 2) Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
- 3) Законы идеального газа: Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Авогадро, Дальтона.
- 4) Уравнение Менделеева-Клапейрона.

Тема 2.2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеального газа

- 1) Вывод основного уравнения МКТ идеального газа. Средняя квадратичная скорость движения молекул газа.
- 2) Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы идеального газа и её связь с давлением.
- 3) Понятие температуры. Температура – термодинамический параметр, характеризующий состояние термодинамического равновесия макроскопической системы. Термодинамическая шкала температур, её связь со шкалой Цельсия. Абсолютный нуль температуры.

Тема 2.3. Элементы классической статистики: распределение Максвелла, Больцмана

Интерактивная форма занятия – лекция-визуализация

- 1) Распределение молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Функция Максвелла. Наиболее вероятная и средняя арифметическая скорость молекул.
- 2) Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
- 3) Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул газа. Эффективный диаметр молекулы.
- 4) Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории: броуновское движение, опыт Штерна и др. Опытное определение постоянной Авогадро.

Тема 2.4. Физическая кинетика: явления переноса

- 1) Термодинамически неравновесные системы. Явления переноса – необратимые процессы: пространственный перенос энергии, массы, импульса.
- 2) Теплопроводность газов. Градиент температуры. Плотность теплового потока. Закон Фурье.
- 3) Диффузия. Градиент плотности. Плотность потока массы. Закон Фика.
- 4) Внутреннее трение (вязкость). Градиент скорости. Плотность потока импульса. Закон Ньютона. Динамическая вязкость.

Тема 2.5. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам

- 1) Внутренняя энергия термодинамической системы. Способы изменения внутренней энергии. Понятие числа степеней свободы молекул идеального газа. Закон Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы молекул.
- 2) Первый закон термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Графическое представление работы.
- 3) Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Изохорный, изобарный, изотермический процессы и их графическое представление.

Тема 2.6. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) теплоемкости идеального газа

- 1) Удельная и молярная теплоемкость вещества. Связь удельной и молярной теплоемкостей. Единицы измерения в СИ.
- 2) Теплоемкость идеального газа при постоянном объеме и постоянном давлении. Формула Майера.
- 3) Расчет молярных теплоемкостей идеального газа через число степеней свободы молекул. Зависимость теплоемкости газа от температуры: при низких температурах молекулы газа участвуют только в поступательном движении; при комнатных – добавляется враща-

тельное движение; при высоких температурах кроме поступательного и вращательного движения, необходимо учитывать колебательное движение молекул вещества.

4) Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона. Показатель адиабаты (коэффициент Пуассона). Работа газа при адиабатном процессе.

Тема 2.7. Круговой процесс. Энтропия. Второй закон термодинамики. Цикл Карно и его КПД

1) Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс. Тепловой и холодильный циклы. Формула для расчета коэффициента полезного действия (КПД) для кругового процесса (цикла).

2) Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью. Неравенство Клаузиуса. Адиабатный процесс является изоэнтропийным процессом. Термодинамическая вероятность. Принцип возрастания энтропии для замкнутых систем.

3) Второй закон термодинамики.

4) Тепловые двигатели. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Теорема Карно и термодинамическая шкала температур.

Раздел 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Тема 3.1. Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность как силовая характеристика поля

Интерактивная форма занятия – лекция-визуализация

1) Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.

2) Понятие точечного заряда. Закон Кулона.

3) Электрическое поле. Напряженность – силовая характеристика электрического поля. Напряженность электрического поля точечного заряда. Единицы измерения.

4) Напряженность электрического поля системы точечных зарядов. Принцип суперпозиции электрических полей.

Тема 3.2. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме

1) Силовые линии поля. Поток вектора напряженности.

2) Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме и ее применение к расчету напряженности электрического поля:

- бесконечной однородно заряженной плоскости;
- двух разноименно заряженных плоскостей;
- бесконечного однородно заряженного цилиндра (нити);
- заряженной сферической поверхности;
- объемно-заряженного шара.

Тема 3.3. Электрический потенциал. Работа сил электростатического поля

1) Электрический потенциал. Расчет потенциала.

2) Разность потенциалов и её расчет.

3) Связь между напряженностью и потенциалом поля. Эквипотенциальные поверхности и их свойства.

4) Работа сил электростатического поля. Циркуляция вектора \vec{E} .

Тема 3.4. Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле **Интерактивная форма занятия – лекция-визуализация**

1) Электрический диполь. Напряженность и потенциал электрического диполя.

2) Диполь в электрическом поле. Энергия диполя.

3) Полярные и неполярные диэлектрики. Вектор поляризованности.

4) Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.

- 5) Объемные и поверхностные связанные заряды. Поле внутри диэлектрика.
- 6) Вектор электрической индукции \vec{D} . Теорема Гаусса для вектора \vec{D} .
- 7) Граничные условия на границе раздела двух диэлектриков.
- 8) Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности, потенциала и разности потенциалов электростатического поля в изотропных однородных диэлектриках.
- 9) Сегнетоэлектрики и их свойства. Пьезоэффект.

Тема 3.5. – 3.6. Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле. Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля

- 1) Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов на проводнике. Электростатическая защита. Электростатический генератор.
- 2) Емкость уединенного проводника.
- 3) Емкость конденсаторов (плоского, сферического, цилиндрического).
- 4) Соединение конденсаторов: последовательное и параллельное.
- 5) Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.
- 6) Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.

Тема 3.7. Постоянный электрический ток. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока

- 1) Сила тока, плотность тока. Условия существования тока.
- 2) Закон Ома для однородного участка цепи. Электрическое сопротивление. Соединение проводников (последовательное, параллельное). Закон Ома в дифференциальной форме.
- 3) Разность потенциалов, электродвижущая сила и напряжение.
- 4) Закон Ома для неоднородного участка цепи и замкнутой цепи.
- 5) Правила Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.
- 6) Работа силы электрического тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Удельная тепловая мощность.
- 7) Мощность источника тока. Полезная мощность – мощность, потребляемая нагрузкой R . Расчет максимальной полезной мощности источника тока. КПД источника тока.

Тема 3.8. Классическая электронная теория электропроводности металлов

- 1) Природа носителей тока в металлах.
- 2) опыты Рикке, Толмена-Стюарта.
- 3) Классическая теория электропроводности металлов. Теория Друде-Лоренца.
- 4) Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца и Видемана-Франца на основе классической теории Друде-Лоренца.
- 5) Недостатки классической теории Друде-Лоренца.

Тема 3.9. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме

- 1) Электрический ток в жидкостях. Законы Фарадея для электролиза.
- 2) Закон Ома для электролитов.
- 3) Электрический ток в газах. Ионизация газов. Закон Ома для газов. Несамостоятельный и самостоятельный газовый разряд. Тлеющий, дуговой, искровой и коронный газовые разряды.
- 4) Электрический ток в плазме.

Тема 3.10. Постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера, сила Лоренца

- 1) опыты Ампера и Эрстеда.
- 2) Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции. Силовые линии магнитного по-

ля.

3) Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет индукции магнитных полей, создаваемых токами различной конфигурации.

4) Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитных и электрических полях.

5) Эффект Холла. Циклотрон. Магнетрон.

Тема 3.11. Магнитный поток. Работа проводника с током в магнитном поле. Закон полного тока. Контур с током в магнитном поле

1) Магнитный поток Φ_B . Работа проводника с током в однородном магнитном поле.

2) Циркуляция вектора магнитной индукции \vec{B} (закон полного тока). Поле соленоида и тороида.

3) Магнитный момент тока. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле.

Тема 3.12. Магнитное поле в веществе. Намагниченность вещества. Виды магнетиков и их свойства

1) Намагничивание вещества. Вектор намагниченности.

2) Напряженность \vec{H} магнитного поля. Циркуляция вектора \vec{H} (закон полного тока). Магнитная проницаемость.

3) Уравнения магнитостатики для вещества. Расчет индукции магнитного поля в веществе.

4) Виды магнетиков и их свойства. Элементарная теория диа- и парамагнетизма.

5) Элементарная теория ферромагнетизма. Обменное взаимодействие. Применение ферромагнетиков.

Тема 3.13. – 3.14. Электромагнитная индукция. Взаимные превращения электрических и магнитных полей

Интерактивная форма занятия – лекция-визуализация

1) Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции.

2) Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.

3) Явление самоиндукции. Индуктивность.

4) Токи при замыкании и размыкании электрической цепи.

5) Взаимная индукция.

6) Токи Фуко и их применение.

7) Энергия магнитного поля.

8) Вихревое электрическое поле. Токи смещения. Уравнения Максвелла в интегральной форме.

Тема 3.15. Электрические колебания

1) Свободные незатухающие электрические колебания в колебательном контуре.

2) Свободные затухающие электрические колебания. Добротность системы.

3) Вынужденные электрические колебания. Резонанс.

4) Переменный электрический ток. Закон Ома. Мощность переменного тока.

Раздел 4. ОПТИКА

Тема 4.1. Электромагнитные волны

1) Уравнения электромагнитных волн.

2) Опыты Герца по исследованию электромагнитных волн.

3) Энергия, импульс и давление электромагнитных волн.

4) Шкала электромагнитных волн.

Тема 4.2. Элементы геометрической оптики

- 1) Основные законы геометрической оптики:
- 2) Абсолютный и относительный показатели преломления
- 3) Явление полного отражения и его применение

Тема 4.3. Световая волна. Интерференция световых волн

- 1) Световая волна. Уравнение плоской волны.
- 2) Фазовая скорость электромагнитных волн в веществе.
- 3) Связь модулей амплитуд векторов \vec{E} и \vec{H} в электромагнитной волне.
- 4) Понятие интенсивности света, связь с амплитудой и с показателем преломления вещества.
- 5) Интерференция световых волн. Понятие когерентности. Разность фаз и оптическая разность хода.
- 6) Способы наблюдения интерференции света: опыт Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля и др.
- 7) Интерференция света при отражении от тонких пластинок (пленок).
- 8) Применение интерференции света.

Тема 4.4. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера

- 1) Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
- 2) Дифракция Френеля от простейших преград:
 - дифракция от круглого отверстия;
 - дифракция от круглого диска.
- 3) Дифракция Фраунгофера от узкой щели.
- 4) Дифракция Фраунгофера на N -щелях. Дифракционная решетка.
- 5) Дисперсия и разрешающая сила спектрального прибора. Угловая и линейная дисперсия.
- 6) Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов.
- 7) Применение дифракции света.

Тема 4.5. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера

- 1) Естественный и поляризованный свет. Плоскость поляризации и плоскость колебаний. Плоскость поляризатора. Закон Малюса.
- 2) Степень поляризации. Виды поляризации.
- 3) Поляризация при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Закон Брюстера. Угол полной поляризации.
- 4) Двойное лучепреломление. Обыкновенные и необыкновенные лучи света. Поляризационные призмы и поляроиды. Искусственная оптическая анизотропия.
- 5) Вращение плоскости поляризации в оптически активных средах.

Тема 4.6. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света

- 1) Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия вещества.
- 2) Основные положения электронной теории дисперсии света.
- 3) Поглощение (абсорбция) света. Коэффициент поглощения. Закон Бугера

Тема 4.7. Квантовая природа излучения. Законы теплового излучения и его характеристики

- 1) Тепловое излучение и его основные характеристики: энергетическая светимость, испускательная и поглощательная способность.
- 2) Понятие абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа.

- 3) Закон Стефана-Больцмана и закон Вина.
- 4) Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
- 5) Формула Планка – доказательство квантовой природы излучения.
- 6) Оптическая пирометрия.

Тема 4.8. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта

- 1) Явление фотоэффекта. опыты А.Г. Столетова. Задерживающее напряжение. Красная граница фотоэффекта. Законы фотоэффекта.
- 2) Уравнение А. Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
- 3) Виды фотоэффекта: внешний, внутренний, вентильный (разновидность внутреннего), многофотонный.
- 4) Применение фотоэффекта.

Тема 4.9. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона

- 1) Энергия, масса и импульс фотона.
- 2) Давление света. Коэффициент отражения.
- 3) Корпускулярно-волновая природа света: в пространстве распространяется в виде электромагнитных волн, взаимодействует с веществом (поглощается и излучается) определенными порциями (квантами), как частицы (фотоны).
- 4) Эффект Комптона и его элементарная теория.

Раздел 5. ФИЗИКА АТОМА, АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Тема 5.1. Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома

- 1) Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.
- 2) Модель атома Томсона.
- 3) опыты по рассеянию α -частиц. Ядерная модель атома.
- 4) Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.
- 5) Правило квантования круговых орбит.
- 6) Теория Бора водородоподобного атома.

Тема 5.2. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества

- 1) Гипотеза де Бройля. Движение электронов – волновой процесс. Дифракция электронов при отражении от монокристалла никеля (К. Д. Дэвиссон, Л.Х. Джермер), при прохождении электронного пучка через металлическую фольгу (Дж. П. Томсон, П.С. Тартаковский).
- 2) Необычные свойства микрочастиц. Корпускулярно-волновой дуализм.
- 3) Соотношение неопределенностей Гейзенберга: для координаты и импульса микрочастицы; для энергии и времени.

Тема 5.3. Уравнение Шредингера. Квантование энергии и момента импульса

- 1) Ψ -функция – волновая функция, характеризует состояние микрочастицы, движущейся в силовом поле. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Смысл Ψ -функции.
- 2) Квантование энергии. Полная энергия частицы. Собственные значения энергии и собственные функции. Дискретный и непрерывный (сплошной) спектр.
- 3) Собственные значения энергии и собственные функции для частицы в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Графики собственных функций и плотности вероятности нахождения частицы на различных расстояниях от стенок ямы.
- 4) Квантование момента импульса частицы.
- 5) Прохождение частицы через потенциальный барьер.

Тема 5.4. Атом водорода в квантовой механике. Периодическая система элементов Менделеева

- 1) Атом водорода. Квантовые числа. Понятие кратности вырождения энергетических уровней.
- 2) Правило отбора и принцип минимума энергии. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома.
- 3) Периодическая система элементов Менделеева (примеры распределения электронов по оболочкам и подоболочкам химических элементов с Z от 1 до 19).

Тема 5.5. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. Радиоактивность

- 1) Состав и характеристики атомного ядра (протон, нейтрон – их свойства; зарядовые и массовые числа; изотопы; размеры ядер; спин).
- 2) Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи; дефект массы. Модели атомного ядра.
- 3) Ядерные силы и их свойства. π -мезоны (пионы) – носители ядерных сил.
- 4) Радиоактивность. Закон радиоактивного превращения. Постоянная распада; период полураспада; среднее время жизни радиоактивного ядра.
- 5) Правила радиоактивного смещения (α -распад, β -распад). Активность радиоактивного вещества.

Тема 5.6. Ядерные реакции. Деление ядер. Ядерный реактор

- 1) Ядерные реакции. Энергия реакции. Примеры ядерных реакций.
- 2) Деление тяжелых ядер. Тепловые, мгновенные, запаздывающие нейтроны. Цепная ядерная реакция. Атомная бомба.
- 3) Управляемая цепная реакция. Атомный реактор. Типы реакторов. Атомная энергетика.

Тема 5.7. Термоядерные реакции синтеза – основной источник энергии звезд

- 1) Ядерный синтез – слияние легких ядер, при котором выделяется огромная энергия. Условия протекания термоядерных реакций синтеза.
- 2) Схема протонно-протонного цикла (протекает в недрах Солнца и других, подобных по массе звездах).
- 3) Схема углеродно-азотного цикла (протекает в более массивных звездах при температурах выше 10^8 К).
- 4) Проблемы осуществления управляемого термоядерного синтеза.

Тема 5.8. Физическая картина мира. Виды взаимодействия и классы элементарных частиц

- 1) Виды взаимодействия: сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное.
- 2) Фундаментальные частицы и кванты полей: классификация, краткая характеристика. Частицы и античастицы. Методы регистрации частиц.
- 3) Современная физическая картина мира.

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час)</i>
1	1.	Определение ускорения свободного падения.	1	–
2	1.	Изучение законов сохранения импульса и энергии.	1	–
3	1.	Определение модуля кручения и модуля сдвига с помощью крутильного маятника.	1	–
4	1.	Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника.	1	–
5	1.	Проверка основного уравнения динамики вращательного движения.	2	2
6	1.	Маятник Максвелла.	1	–
7	1.	Определение момента инерции тела методом крутильных колебаний.	1	–
8	1.	Проверка закона сохранения механической энергии.	1	–
9	1.	Универсальный маятник.	1	–
10	1.	Изучение затухающих колебаний.	1	–
11	1.	Определение скорости звука в воздухе методом резонанса.	2	–
12	2.	Изучение газовых законов.	1	–
13	2.	Определение динамической вязкости жидкости при слоистом течении по узкой трубке.	1	–
14	2.	Определение вязкости жидкости методом Стокса.	1	–
15	2.	Определение вязкости воздуха.	1	–
16	2.	Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха.	2	–
17	2.	Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме.	1	–
18	2.	Определение изменения энтропии реальных систем.	1	–
19	3.	Изучение электростатического поля.	2	–
20	3.	Определение емкости конденсатора с помощью С-моста Уитстона.	2	–
21	3.	Измерение величины электрического сопротивления с помощью R моста Уитстона	2	–
22	3.	Измерение удельного сопротивления.	1	–
23	3.	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли.	2	–
24	3.	Изучение стабилитрона и снятие его характеристик.	1	–
25	3.	Изучение вакуумного диода и определение удельного заряда электрона.	1	–
26	3.	Определение индуктивности соленоида.	2	–
27	3.	Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью электронного осциллографа.	2	–

28	4.	Изучение зависимости показателя преломления раствора от его концентрации.	2	–
29	4.	Определение показателя преломления вещества при помощи микроскопа.	1	–
30	4.	Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.	1	–
31	4.	Изучение спектрального аппарата.	1	–
32	4.	Изучение явления поляризации.	2	–
33	4.	Определение концентрации сахара в растворе по углу вращения плоскости поляризации	2	–
34	4.	Определение постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка при помощи оптического пирометра	2	2
35	4.	Исследование селективного фотоэффекта	1	–
36	5.	Изучение спектра излучения атомов цинка.	2	–
37	5.	Качественный спектральный анализ.	2	–
		ИТОГО	52	4

4.4. Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Согласно учебному плану студенты профиля подготовки 23.03.02 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» очной формы обучения при изучении дисциплины «Физика» выполняют одну контрольную работу.

Цель проведения контрольной работы – закрепить теоретический материал курса физики. Основные темы контрольной работы:

- механика;
- молекулярная физика и термодинамика;
- электромагнетизм;
- оптика;
- физика атома, атомного ядра и элементарных частиц.

Содержание.

Контрольная работа содержит 5 задач на любые из перечисленных выше разделов физики.

Структура.

В контрольной работе необходимо указать номер варианта, записать условие задачи, решение с пояснением. В тех случаях, когда это необходимо, сделать чертеж, выполнить вычисления, осуществить проверку единиц измерения и записать ответ.

Рекомендуемый объем: 2–3 рукописных листа. Выполняется на бумаге формата А4 с титульным листом.

Оценка	Критерии оценки выполнения контрольной работы
отлично	Обучающийся правильно решает все пять задач своего варианта, оформляет контрольную работу по образцу, вывод формул и решение задач сопровождается краткими, но исчерпывающими пояснениями
хорошо	Обучающийся правильно решает четыре задачи (или пять с небольшими замечаниями: есть одна ошибка в расчетах или не везде указаны единицы измерения) своего варианта, оформляет контрольную работу по образцу, вывод формул и решение задач сопровождается краткими, но исчерпывающими пояснениями
удовлетворительно	Обучающийся правильно решает только три задачи своего варианта (или четыре с небольшими замечаниями: есть одна ошибка в расчетах или не везде указаны единицы измерения), оформляет контрольную работу по образцу с некоторыми замечаниями, практически не поясняет решение задач
неудовлетворительно	Обучающийся правильно решает только две задачи своего варианта (или три, есть грубые ошибки), неаккуратно оформляет контрольную работу, с большими замечаниями, не может пояснить решение задач

Согласно учебному плану студенты профиля подготовки 23.03.02 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» заочной формы обучения при изучении дисциплины «Физика» также выполняют одну контрольную работу.

Цель проведения контрольной работы – закрепить теоретический материал курса физики. Основные темы контрольной работы:

механика; молекулярная физика и термодинамика; электромагнетизм; оптика; физика атома, атомного ядра и элементарных частиц.

Содержание.

Контрольная работа содержит 8 задач на любые из перечисленных выше разделов физики.

Структура.

В контрольной работе необходимо указать номер варианта (соответствует последней цифре номера зачетной книжки или студенческого билета), записать условие задачи, решение с пояснением. В тех случаях, когда это необходимо, сделать чертеж, выполнить вычисления, осуществить проверку единиц измерения и записать ответ.

Объем: 1 – 2 страницы на каждую задачу. Выполняется в тетради в клетку объемом 12-14 листов. Задания по контрольным работам выдаются согласно графику контрольных мероприятий для заочной формы обучения.

Оценка	Критерии оценки выполнения контрольной работы (заочная и заочная (ускоренная) формы обучения)
Зачтено	Обучающийся правильно решает все восемь задач своего варианта, оформляет контрольную работу по образцу, при пояснении решения задачи приводит чертежи или графики с обозначением необходимых величин, вывод формул и решение задач сопровождается краткими, но исчерпывающими пояснениями, осуществляет проверку размерности полученной расчетной формулы, после проверки размерности формулы осуществляет численный расчет
Не зачтено	Обучающийся решает задачи своего варианта с большим количеством замечаний: безграмотно выполнены чертежи и графики к задачам, работа оформлена не по образцу, ошибки в расчетах, отсутствуют пояснения к решению задач – контрольная работа возвращается на доработку

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>				
		<i>4</i>				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1. Механика	23	+	1	23	Лк, ЛР, СР	экзамен
2. Молекулярная физика и термодинамика	13	+	1	13	Лк, ЛР, СР	экзамен
3. Электромагнетизм	108	+	1	108	Лк, ЛР, СР	экзамен
4. Оптика	21	+	1	21	Лк, ЛР, СР	кр, экзамен
5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	15	+	1	15	Лк, ЛР, СР	кр, экзамен
<i>всего часов</i>	180	180	1	180	—	—

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Ким, Д.Б. Механика. Курс лекций: учебное пособие. Ч.1 / Д.Б. Ким, Д.И. Левит, И.Г. Махро. – Братск: БрГУ, 2017. – 246 с.
2. Ким, Д.Б. Механика. Курс лекций: учебное пособие. Ч.2 / Д.Б. Ким, Д.И. Левит, И.Г. Махро. – Братск: БрГУ, 2017. – 193 с.
3. Ким, Д.Б. Физика. Механика: лабораторный практикум/Д.Б. Ким, А.А. Кропотов, И.Г. Махро. – 5-е изд., перераб. и доп. – Братск: БрГУ, 2016. – 142 с.
4. Ким, Д.Б. Физика. Электричество и электромагнетизм. Лабораторный практикум/ Д.Б. Ким, А.А. Кропотов, И.Г. Махро. – 2-е изд. Братск: БрГУ, 2016. – 130 с.
5. Рудя, С.С. Физика. Оптика: Методические указания по лабораторным работам/ С.С. Рудя, Е.Т. Агеева, И.Г. Махро. – Братск: БрГУ, 2016. – 164 с.
6. Ким, Д.Б. Электромагнетизм: курс лекций / Д. Ким, Н.П. Коновалов, Д.И. Левит. – Братск: БрГУ, 2016. – 412 с.
7. Физика. Молекулярная физика и термодинамика: лабораторный практикум/Д.Б. Ким, И.Г. Махро, А.А. Кропотов, Е.Т. Агеева. – Братск: БрГУ, 2014. –112с.
8. Яскин, А.С. Физика твёрдого тела, атома и атомного ядра: лабораторный практикум/ А.С. Яскин, И.Г. Махро, Е.Т. Агеева. – Братск: БрГУ, 2014. –160 с.
9. Физика. Методические указания и контрольные задания для бакалавров ЗФО технических профилей/ Д.Б. Ким, А.А. Кропотов, И.Г. Махро, Д.И. Левит. – Братск: БрГУ, 2013. –140 с.
10. Ким, Д.Б. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учеб. пособие./ Д.Б. Ким, Д.И. Левит. – Братск: БрГУ, 2012. –145 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия (Лк, ЛР, кр, СР)</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз/чел.)</i>
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Трофимова, Т.И. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т.И. Трофимова. -22-е стереотип. – Москва: Академия, 2016. – 560 с.	Лк, ЛР, СР, кр	150	1
2.	Детлаф, А.А. Курс физики: учебное пособие для вузов/ А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. 7-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2008. – 720 с.	Лк, ЛР, СР, кр	100	1
Дополнительная литература				
3.	Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов технических вузов / В.С. Волькенштейн. – 3-е издание, испр. и доп.- Санкт-Петербург: Книжный мир, 2006. – 328 с.	кр	99	1
4.	Савельев, И.В. Курс общей физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика: Учебник для втузов / И.В. Савельев. – М.: Наука, 1989. – 350 с.	Лк, ЛР, СР	208	1
5.	Савельев, И.В. Курс общей физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. Учебник для втузов / И.В.Савельев. – М.: Наука, 1988. – 496 с.	Лк, ЛР, СР	97	1

6.	Савельев, И.В. Курс общей физики. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела атомного ядра и элементарных частиц. Учебник для втузов / И.В.Савельев. – М: Наука, 1987. –317с.	Лк, ЛР, СР	101	1
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------	-----	---

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn-plai/how-to-search/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо изучить методическую литературу, рекомендованную для подготовки к выполнению работы, составить протокол необходимый для выполнения ЛР. Протокол должен включать в себя: название ЛР, цель, приборы и принадлежности, принципиальную схему рабочей установки и таблицу результатов. Ознакомиться с порядком выполнения ЛР. После того как ЛР будет выполнена необходимо оформить отчёт по ЛР и подготовиться к защите ЛР. Лабораторный практикум содержит вопросы для защиты ЛР на которые студент должен ответить. Для подготовки к защите ЛР студенту необходимо ознакомиться с теоретическим введением в лабораторном практикуме, а также использовать рекомендуемую лабораторным практикумом литературу и свой конспект лекций. Для большего освоения материала ответы на вопросы рекомендуется оформлять в виде конспекта.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра математики и физики

Лабораторная работа

**Измерение величины электрического сопротивления
с помощью R-моста Уитстона**

ОТЧЕТ

Выполнил:

студент гр. СДМ –18

А.С. Зимин

Руководитель:

к.ф.-м.н., доцент

И.Г. Махро

Братск 2018

Цель работы:

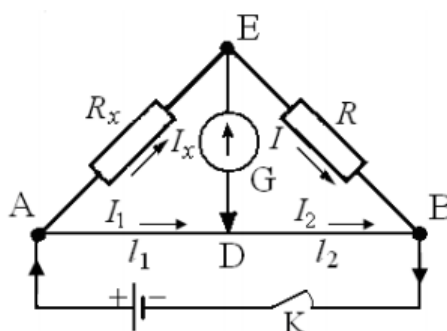
- 1) Изучение принципа работы измерительной мостовой схемы.
- 2) Определение величины сопротивления двух проводников и величины сопротивления при их последовательном и параллельном соединении.

Приборы и принадлежности:

реохорд (цена деления = 1 мм),
набор резисторов с неизвестными сопротивлениями,
магазин сопротивления МСР-60, класс 0,02

милливольтметр М45МОМЗ, 1.0, Γ , — , \star 2 kV, \cap

источник постоянного тока.

Принципиальная схема рабочей установки

R_x – неизвестное сопротивление; R – прибор с известным сопротивлением;
(магазин сопротивления); G – гальванометр; AB – реохорд; K – ключ.

Рабочие формулы:

$$R_x = R \frac{l_1}{l_2}; \quad R_{\text{послед}} = R_{x1} + R_{x2}; \quad R_{\text{пар}} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}},$$

где R_{x1} – сопротивление первого резистора, R_{x2} – сопротивление второго резистора;

l_1 и l_2 – длины плеч реохорда;

Таблица результатов

Измеряемое сопротивление	№ n/n	l_1	l_2	R	R_x	R_{xcp}	Расчетные значения $R_{xпосл}$, $R_{xпар}$ Ом
		мм	мм	Ом	Ом	Ом	
R_{x1}	1	90	90	163	163	161	—
	2	80	100	193	154		
	3	100	80	133	166		
R_{x2}	1	90	90	25	25	25,3	—
	2	80	100	31	25		
	3	100	80	21	26		
$R_{xпосл}$	1	90	90	181	181	183	181
	2	80	100	222	178		
	3	100	80	152	190		
$R_{xпар}$	1	90	90	22	22	22,3	22
	2	80	100	27	22		
	3	100	80	18	23		

Формулы расчета погрешностей:

$$E_1 = \frac{\Delta R_{x1}}{\langle R_{x1cp} \rangle} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2}; \quad E_2 = \frac{\Delta R_{x2}}{\langle R_{x2cp} \rangle} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2}.$$

Конечный результат:

$$R_{x1} = (161 \pm 4) \text{ Ом}; \quad R_{x2} = (25,3 \pm 0,6) \text{ Ом}.$$

Вывод:

Изучен принцип работы измерительной мостовой схемы; определены величины сопротивления двух проводников и величины сопротивления при их последовательном и параллельном соединении с относительной погрешностью $E = 2,4\%$.

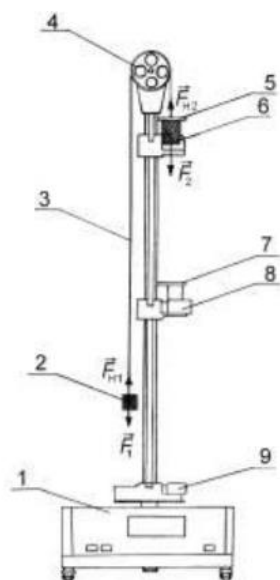
Лабораторная работа № 1

Определение ускорения свободного падения

Цель работы: экспериментальное определение ускорения свободного падения с помощью прибора Атвуда.

Приборы и принадлежности: прибор Атвуда с секундомером, добавочные грузы.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – миллисекундомер;
2,6 – грузы (цилиндры) одинаковой массы m_1 ;
3 – нерастяжимая нить;
4 – легкий блок;
5 – перегрузок (кольцо) массой m_2 ;
7 – кольцо;
8,9 – фотоэлектрические датчики (фиксируют время t_2 движения груза массой m_1 на пути S_2)

1. Включить прибор Атвуда в сеть.
2. Переместить правый груз в верхнее положение, положить на него один из дополнительных грузиков массой m_2 .
3. Измерить с помощью шкалы на колонке прибора, заданные пути равноускоренного S_1 и равномерного S_2 движений грузов и время падения груза массой m_1 на пути S_2 .
4. Измерение повторить 5-10 раз.
5. Подставив среднее значение времени $\langle t_2 \rangle$ в расчётную формулу

$$\langle g \rangle = \frac{2m_1 + m_2}{m_2} \cdot \frac{S_2^2}{2S_1 \langle t_2 \rangle^2},$$

определить ускорение свободного падения $\langle g \rangle$.

6. Методом расчета погрешностей косвенных измерений найти относительную E и абсолютную Δg погрешности величины $\langle g \rangle$:

$$E = \frac{\Delta g}{\langle g \rangle} = \frac{2\Delta m_1 + \Delta m_2}{2m_1 + m_2} + 2 \frac{\Delta S_2}{S_2} + \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{\Delta S_1}{S_1} + 2 \frac{\Delta t_2}{\langle t_2 \rangle} \quad \text{и} \quad \Delta g = E \langle g \rangle.$$

7. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство рабочей установки и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую формулу, поясните ее.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте законы Ньютона и раскройте их смысл.
2. Дайте определение импульса тела и импульса силы.
3. Дайте определение массы тела.
4. Дайте понятие силы и приведите примеры измерения сил.
5. От чего зависит ускорение g свободного падения тел?

6. Поясните, почему на участке S_1 груз движется равноускоренно, а на участке S_2 –равномерно?

7. Выведите рабочую формулу.

8. Получите формулу для расчета относительной погрешности, пользуясь дифференциальным методом, и укажите пути повышения точности результатов эксперимента.

9. Пусть в блоке действует постоянная сила трения $F_{тр}$, получите рабочую формулу для определения ускорения свободного падения с учетом силы трения.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

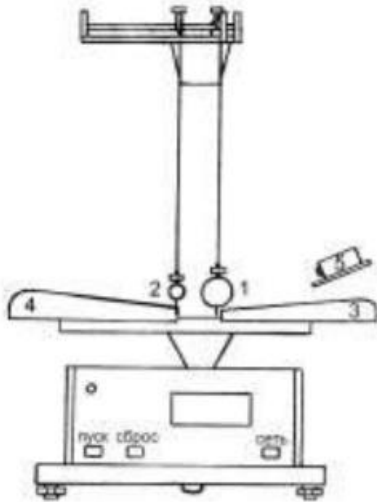
Лабораторная работа № 2

Изучение законов сохранения импульса и энергии.

Цель работы: экспериментальное исследование процесса соударения упругих тел и проверка выполнения в системе соударяющихся тел законов сохранения импульса и механической энергии.

Приборы и принадлежности: лабораторная установка ФРМ-08.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1,2 – стальные шары массами m_1 и m_2 ;

3,4 – угловые шкалы;

5 – электромагнит

1. Провести корректировку осевой установки шаров, ослабив фиксирующие гайки, установить шкалы 3, 4 таким образом, чтобы указатели подвесов шаров занимали на шкалах нулевое положение.

2. Нажать клавишу «СЕТЬ».

3. Правый шар 1 отодвинуть в сторону электромагнита 5 и заблокировать его в этом положении,

записать значение угла отклонения подвеса правого шара 1 от вертикали α .

4. Нажать клавишу «ПУСК».

5. После столкновения шаров измерить по шкале углы отклонения шаров α'_1 (правый шар 1) и α'_2 (левый шар 2).

6. Измерение повторить 8 – 10 раз.

7. По формуле $V = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{gl}$ вычислить скорость V правого шара до соударения. Подставив в эту же формулу вместо значения угла α средние значения $\langle \alpha'_1 \rangle$ и $\langle \alpha'_2 \rangle$, рассчитайте средние скорости $\langle V_1 \rangle$, $\langle V_2 \rangle$ шаров после соударения.

8. Результаты вычислений занести в таблицу.

9. Подставив значения скоростей шаров до и после удара в формулы $p = m_1V$;

$p' = m_1 \langle V_1 \rangle + m_2 \langle V_2 \rangle$; $E_k = \frac{m_1 V^2}{2}$ и $E'_k = \frac{m_1 \langle V_1 \rangle^2}{2} + \frac{m_2 \langle V_2 \rangle^2}{2}$ вычислить сумму импульсов и кинетической энергии до и после удара. Затем сравнить их значения.

10. Сделать вывод о выполнении законов сохранения энергии и импульса.
11. Рассчитать относительную погрешность вычисления импульса по формуле:

$$E_p = \frac{|p - p'|}{p} \cdot 100\% .$$

Вопросы для допуска к работе

1. Изложить цель работы.
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Поясните смысл и метод определения всех величин, вносимых в таблицу.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется импульсом тела, энергией?
2. Дайте определение замкнутой системы.
3. Какие величины называются интегралами движения? Приведите примеры.
4. С чем связаны законы сохранения импульса, энергии, момента импульса?
5. Сформулируйте законы сохранения импульса и механической энергии системы.
6. Приведите определения кинетической и потенциальной энергии, импульса системы.
7. Какие силы называются консервативными и диссипативными?
8. Какие удары называются абсолютно упругими и абсолютно неупругими?

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

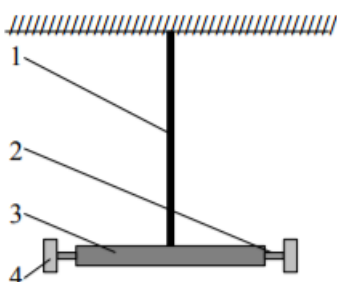
Лабораторная работа № 3

Определение модуля кручения и модуля сдвига с помощью крутильного маятника

Цель работы: экспериментальное определение модуля кручения и модуля сдвига стальной проволоки методом крутильных колебаний.

Приборы и принадлежности: крутильный маятник, секундомер, штангенциркуль, измерительная линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – стальная проволока;
- 2 – горизонтальный стержень;
- 3 – средний груз;
- 4 – подвижные грузы

1. Расположить подвижные грузы 4 на минимальном расстоянии от оси вращения крутильного маятника. Измерить расстояние l_1 от оси маятника до центра подвижного груза. Закручивают маятник на малый угол (не более 6°) относительно оси проволоки в горизонтальной плоскости. Секундомером измерить время t_1 30–50 полных колебаний. Опыт повторяют не менее 5 раз с одним и тем же выбранным числом колебаний. Находят среднее значение времени $\langle t_1 \rangle$ и определяют период колебаний маятника по формуле: $T_1 = \frac{\langle t_1 \rangle}{n}$.

2. Раздвинуть подвижные грузы 4 на максимальное расстояние от оси маятника. Измерить расстояние l_2 от оси маятника до центра подвижного груза.

3. Определить период колебаний маятника T_2 при раздвинутых грузах, измеряя время t_2 не менее 5 раз для того же числа колебаний n , что и при измерении T_1 .

4. По формуле $\langle D \rangle = \frac{8\pi^2 m (l_2^2 - l_1^2)}{T_2^2 - T_1^2}$ найти среднее значение модуля кручения $\langle D \rangle$.

5. Штангенциркулем измерить радиус проволоки R .

6. По формуле $\langle G \rangle = \frac{2\langle D \rangle L}{\pi R^4}$.

7. определить модуль сдвига материала проволоки. Длина проволоки $L = 1,82$ м.

8. Методом расчета погрешностей косвенных измерений найти абсолютные погрешности результатов ΔD и ΔG .

9. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую формулу для определения модуля кручения. При каких условиях справедлива эта формула?

Вопросы для защиты работы

1. Какие виды деформации существуют?
2. Что называется абсолютной и относительной деформацией?
3. Запишите закон Гука для деформации сдвига и кручения.
4. Каков физический смысл модуля сдвига и модуля кручения?
5. Выведите формулу для периода колебаний крутильного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{D}}$$

6. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера и покажите, как она применяется в проделанной работе.

7. Выведите рабочие формулы для определения модуля кручения и модуля сдвига:

$$D = \frac{8\pi^2 m (l_2^2 - l_1^2)}{T_2^2 - T_1^2}; \quad G = \frac{2DL}{\pi R^4}.$$

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 4

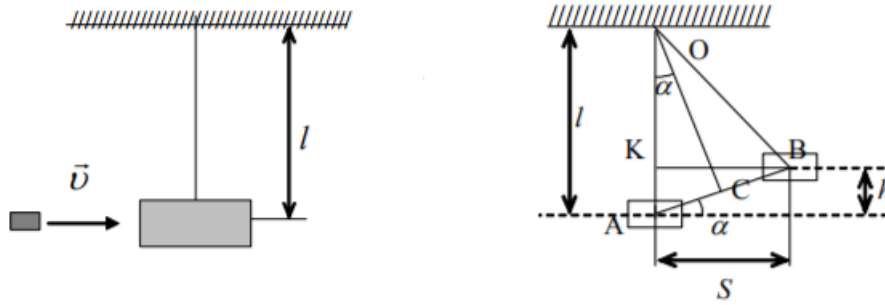
Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника

Цель работы: определение скорости пули с помощью баллистического маятника с использованием законов сохранения импульса и энергии

Приборы и принадлежности: баллистический маятник, пружинный пистолет, зеркальная шкала, измерительная линейка, пуля.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Привести маятник в состояние равновесия
2. Произвести 5 – 6 выстрелов, каждый раз отмечая смещения S указателя по шкале. Результаты измерений записать в таблицу. Определить среднее арифметическое значение смещения $\langle S \rangle$.



3. Вычислить скорость пули по формуле $\langle V \rangle = \frac{M+m}{m} \langle S \rangle \sqrt{\frac{g}{l}}$, где M – масса маятника, m – масса пули.

4. Вычислить абсолютную погрешность прямых многократных измерений S :

$$\Delta S = t_{p(n)} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \langle S \rangle)^2}{n(n-1)}},$$

где $t_{p(n)}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности $p = 0,95$ и числа измерений n .

5. Вычислить относительную погрешность измерения скорости пули:

$$E = \frac{\Delta V}{\langle V \rangle} = \frac{\Delta M + \Delta m}{M + m} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta S}{S} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l} \right).$$

6. Найти абсолютную погрешность $\Delta V = V \cdot E$.

7. Окончательный результат записать в виде $V = \langle V \rangle \pm \Delta V$.

Вопросы для допуска к работе

1. Изложите цель работы, назначение приборов и принадлежностей.
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Какие допущения возможны, если рассматривать систему «маятник-пуля», как замкнутую?
4. Напишите рабочую формулу, примененную в данной работе.
5. Какие законы используются для получения расчетной формулы

$$\langle V \rangle = \frac{M+m}{m} \langle S \rangle \sqrt{\frac{g}{l}} ?$$

6. Как в установке обеспечить условия, при которых удар пули в маятник можно считать неупругим, центральным и прямым?

Вопросы для защиты работы

1. Что называется импульсом тела и в каких единицах импульс измеряется в системе СИ?
2. При каком условии систему «маятник-пуля» можно рассматривать как изолированную?
3. В чем состоит закон сохранения импульса? К каким системам он применим? Дайте вывод этого закона и приведите примеры его проявления (его действия).
4. Как найти изменение импульса неизолированной системы?
5. Какие существуют виды механической энергии. Дайте их определения.
6. Для каких систем справедлив закон сохранения механической энергии и как он формулируется?
7. Выведите формулу кинетической энергии.
8. Выведите расчетную формулу.
9. Какой удар называют абсолютно упругим и какой абсолютно неупругим?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

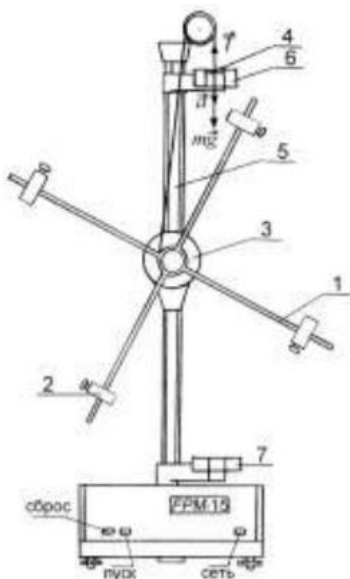
Лабораторная работа № 5

Проверка основного уравнения динамики вращательного движения

Цель работы: экспериментальная проверка основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека.

Приборы и принадлежности: маятник Обербека с миллисекундомером FPM-15, штангенциркуль

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – взаимно перпендикулярные стержни;
- 2 – подвижные цилиндрические грузы;
- 3 – двухступенчатый диск;
- 4 – груз массой m ;
- 5 – колонка с миллиметровой шкалой;
- 6, 7 – фотоэлектрические датчики;

1. Измерить штангенциркулем радиус большого и малого шкивов r_1 и r_2 двухступенчатого диска 3.

2. Определить массу груза m взвешиванием на технических весах с точностью $\pm 0,1$ г.

3. Проверить соотношение $\varepsilon_1 / \varepsilon_2 = M_1 / M_2$. Для этого:

- закрепить цилиндрические подвижные грузы 2

на стержнях на ближайшем расстоянии от оси вращения так, чтобы крестовина была в положении безразличного равновесия;

- намотать нить на большой шкив радиуса r_1 и измерить время движения груза t_1 с высоты h миллисекундомером;

- опыт повторить 5 раз (высоту h не рекомендуется менять в течение всей работы);

- по формулам $a_1 = \frac{2h}{\langle t_1 \rangle^2}$, $\varepsilon_1 = \frac{a_1}{r_1}$, $M_1 = m(g - a_1)r_1$ вычислить значения a_1 , ε_1 , M_1 ;

- не меняя расположения подвижных грузов массой m и оставляя тем самым неизменным момент инерции системы, опыт повторить, наматывая нить с грузом на малый шкив радиусом r_2 ;

- по вышеприведенным формулам вычислить значения a_2 , ε_2 , M_2 , подставив в формулу для ускорения a_2 среднее значение времени $\langle t_2 \rangle$;

- проверить справедливость следствия основного закона динамики вращательного движения: $\varepsilon_1 / \varepsilon_2 = M_1 / M_2$, при $J = \text{const}$.

- данные результатов измерений и вычислений занести в таблицы.

4. Проверить соотношение $\varepsilon' / \varepsilon_2 = J_2 / J'$. Для этого:

- раздвинуть подвижные грузы до упоров на концах стержней, но так, чтобы крестовина маятника находилась в положении безразличного равновесия;

- для малого шкива r_2 определить время движения груза t' по данным 5 опытов;

- по формулам $a' = \frac{2h}{\langle t' \rangle^2}$, $\varepsilon' = \frac{a'}{r_2}$, $J' = \frac{mr_2^2(g - a')}{a'}$ определить значения a' , ε' , J' ;
- при проверке соотношения $\varepsilon' / \varepsilon_2 = J_2 / J'$ при $M = \text{const}$ используют значения предыдущего опыта;
- по формуле $J_2 = \frac{mr_2^2(g - a_2)}{a_2}$ определить значение J_2 ;
- вычислить соотношение $\varepsilon' / \varepsilon_2 = J_2 / J'$ при $M = \text{const}$;
- результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения. Поясните физический смысл величин, входящих в данный закон, укажите единицы их измерения в «СИ».
3. Опишите устройство рабочей установки.
4. Оцените погрешность метода измерений величины углового ускорения.

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определения момента сил, момента импульса материальной точки относительно неподвижной точки О.
2. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной точки О и неподвижной оси Z.
3. Дайте определение момента инерции материальной точки и твердого тела.
4. Выведите рабочие формулы.
5. Выведите соотношение $\varepsilon = f(J)$ при $M = \text{const}$ и $\varepsilon = f(M)$ при $J = \text{const}$.
6. Есть ли критические замечания к данной работе?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

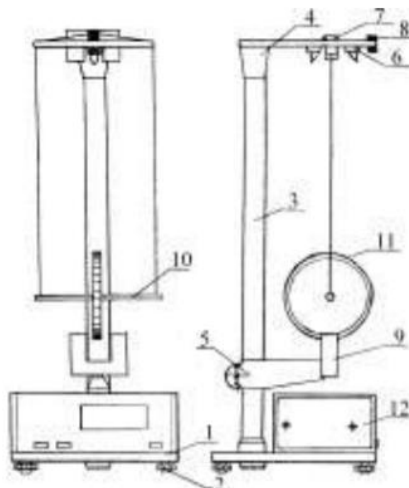
Лабораторная работа № 6

Маятник Максвелла

Цель работы: определение момента инерции маятника Максвелла.

Приборы и принадлежности: маятник Максвелла FPM–03, комплект сменных колец.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – основание маятника Максвелла FPM–03;
- 2 – регулируемые ножки основания;
- 3 – колонка с миллиметровой шкалой;
- 4, 5 – кронштейны;
- 6 – электромагнит;
- 7, 9 – фотоэлектрические датчики;
- 10 – ролик;
- 11 – сменное кольцо массы m_k ;
- 12 – встроенный миллисекундомер

1. Включить клавишу «СЕТЬ»,
2. На ролик IO маятника надеть кольцо II , прижимая его до упора.
3. На ось маятника намотать нить подвески и зафиксировать ее. Нажать клавишу «ПУСК» миллисекундомера FPM-03.
4. Нажать клавишу «СБРОС». Нажать клавишу «ПУСК».
5. Определить значение времени падения маятника. Опыт повторить 5 – 10 раз.
6. Определить среднее значение времени падения маятника по формуле $\langle t \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$, где n – количество выполненных замеров; t_i – значение времени, полученное в i -ом замере.
7. Со шкалы на вертикальной колонке прибора определить длину h маятника.
8. По формуле $J_1 = \frac{1}{4} m_1 D^2 \left(\frac{g t_1^2}{2h} - 1 \right)$, используя среднее значение времени $\langle t_1 \rangle$ определить момент инерции J_1 маятника. Здесь $m_1 = m_0 + m_p + m_{k1}$, где m_0 – масса оси маятника (стержня), m_p – масса ролика, m_{k1} – масса съемного кольца.
9. Снять первое съемное кольцо и насадить на ролик второе кольцо массы m_{k2} , затем третье кольцо массы m_{k3} . Опыт повторить.
10. Оценить относительную E и абсолютную ΔJ погрешность результатов измерений.
11. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Дать определение момента инерции.
3. Записать формулу момента инерции маятника Максвелла и пояснить величины, входящие в нее.
4. Описать рабочую установку и ход работы.

Вопросы для защиты работы

1. Записать основной закон динамики для поступательного и вращательного движения твердого тела.
2. Вывести формулу для момента инерции маятника Максвелла.
3. Записать закон сохранения механической энергии для маятника Максвелла.
4. Получить дифференциальным методом формулу для расчета относительной погрешности E .
5. Дать определение момента инерции материальной точки и твердого тела относительно неподвижной оси.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

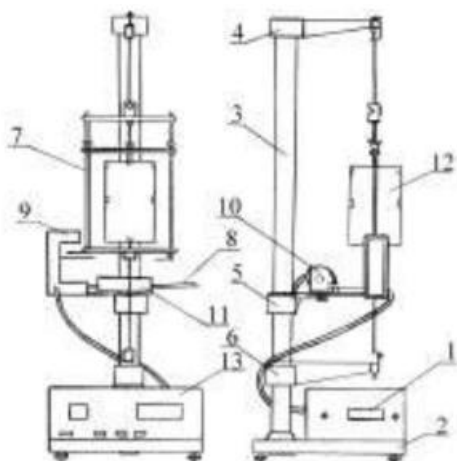
Лабораторная работа № 7

Определение момента инерции крутильного маятника методом колебаний.

Цель работы: экспериментальное определение периода крутильных колебаний и момента инерции крутильного маятника.

Приборы и принадлежности: крутильный маятник с миллисекундомером FPM-05, микрометр.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – шкала миллисекундомера;
- 2 – основание прибора FPM-05;
- 3 – колонка;
- 4, 5, 6 – кронштейны;
- 7 – подвижная рамка;
- 8 – стальная плита;
- 9 – фотоэлектрический датчик;
- 10 – электромагнит;
- 11 – шкала;
- 12 – груз в форме куба;
- 13 – миллисекундомер FPM-05

1. Включить прибор в сеть;
2. поворачивая рамку прибора с закрепленным в ней грузом, приблизить ее стрелку к электромагниту таким образом, чтобы электромагнит фиксировал положение рамки;
3. нажать кнопку «ПУСК», при этом электромагнит обесточивается, и рамка с грузом начинает совершать колебания;
4. после того, как рамка совершит не менее 9 крутильных колебаний, нажать кнопку «СТОП»;
5. записать в таблицу результатов показания миллисекундомера;
6. повторить измерения 5 раз с одним и тем же числом колебаний; по результатам пяти измерений определить среднее арифметическое значение времени $\langle t \rangle$, вычислить период колебаний маятника $T = \frac{\langle t \rangle}{n}$;

7. по формуле $J = \frac{T^2 r^4}{8\pi L} G$ вычислить момент инерции крутильного маятника ($G = 8,0 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$).
8. Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Что называется моментом инерции материальной точки? Моментом инерции тела?
2. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую формулу момента инерции.
4. Оцените погрешность метода измерений периода колебаний и момента инерции крутильного маятника.

Вопросы для защиты работы

1. Выведите формулу периода крутильных колебаний и формулу для определения момента инерции крутильного маятника.
2. Выведите формулу модуля кручения D и модуля сдвига G твердого тела. Каков физический смысл модуля сдвига и модуля кручения?
3. Дайте определение момента инерции материальной точки.
4. Сформулируйте теорему Штейнера.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 8

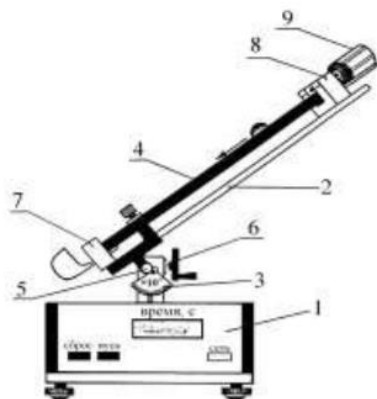
Проверка закона сохранения механической энергии

Цель работы: проверка закона сохранения механической энергии при скатывании тела с наклонной плоскости.

Приборы и принадлежности:

наклонный желоб с миллисекундомером FPM-15, шарик.

Порядок выполнения работы и обработка результатов эксперимента



- 1 – миллисекундомер FPM-15;
- 2 – кронштейн;
- 3 – угловая шкала;
- 4 – наклонный желоб;
- 5 – винт;
- 6 – маховик;
- 7, 8 – фотоэлектрические датчики;
- 9 – электромагнит;

1. Установить заданный угол наклона желоба α с горизонтом ($30^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$). Для этого по шкале 3 устанавливают угол β ($\alpha = \pi/2 - \beta$). Для наклона желоба и его прочной фиксации при заданном угле необходимо сначала ослабить винт 5, затем с помощью маховика 6 установить угол β по шкале 3 и окончательно зафиксировать его, затягивая винт 5 до упора.

2. Нажать клавишу СЕТЬ.

3. С помощью электромагнита 9 шарик зафиксировать в верхнем конце желоба.

4. Нажать клавишу ПУСК.

5. Записать показания миллисекундомера в таблицу результатов.

6. Опыт повторить 5-10 раз и определить среднее значение времени движения $\langle t \rangle$.

7. По формуле $V = \sqrt{\frac{10}{7} gl \sin \alpha}$, зная угол наклона желоба с горизонтом α и путь l , пройденный шариком между двумя фотоэлектрическими датчиками, найти скорость шара V в конце пути.

8. Подставив среднее значение времени $\langle t \rangle$ в проверочную формулу $V_{\text{пров}} = \frac{2l}{\langle t \rangle}$, рассчитать скорость $V_{\text{пров}}$.

9. Оценить относительную E и абсолютную ΔV погрешности измерений по формулам, полученным дифференциальным методом

$$E_1 = \frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta \alpha}{\tan \alpha} \right), \quad E_2 = \frac{\Delta V_{\text{пров}}}{V_{\text{пров}}} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t}.$$

Данные результатов измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство рабочей установки и ход эксперимента.
3. Запишите рабочую и проверочную формулы, поясните их.

Вопросы для защиты работы

1. Какие силы приводят к отсутствию скольжения при скатывании тела с наклонной плоскости? Укажите их на чертеже.

2. Сформулируйте закон сохранения механической энергии.
3. Какие силы называются консервативными? Диссипативными? Приведите примеры этих сил.
4. Поясните физический смысл силы трения сцепления F_{τ} , и почему при отсутствии скольжения выполняется закон сохранения механической энергии.
5. Пользуясь законом сохранения механической энергии, получите формулу для расчета скорости шарика.
6. Используя дифференциальный метод, получите формулу для расчета относительной погрешности $\Delta V/V$.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

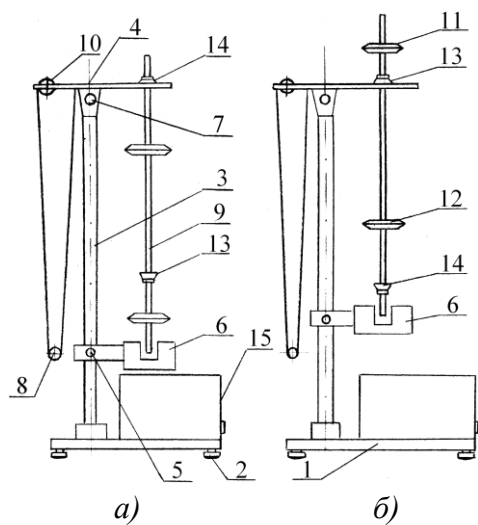
Лабораторная работа № 9

Универсальный маятник

Цель работы: экспериментальное определение ускорения свободного падения методом колебаний математического и обратного маятников.

Приборы и принадлежности:
установка FPM-04.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – основание установки FPM-04;
- 2 – регулируемые ножки основания маятника;
- 3 – колонка (вертикальная стойка) с миллиметровой шкалой;
- 4, 5 – кронштейны;
- 6 – фотоэлектрический датчик;
- 7 – вороток верхнего кронштейна 4;
- 8 – математический маятник;
- 9 – физический (обратный) маятник;
- 10 – вороток для регулировки длины математического маятника;
- 11, 12 – стальные ролики физического маятника;
- 13, 14 – опорные призмы физического маятника

Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника

1. Нижний кронштейн б вместе с фотоэлектрическим датчиком установите в нижней части колонки так, чтобы длина математического маятника по шкале была не менее 50 см. Затяните вороток 5, фиксируя фотоэлектрический датчик в избранном положении.
2. Поворачивая нижний кронштейн, поместите над датчиком математический маятник.
3. Вращая вороток 10, на верхнем кронштейне установите длину математического маятника, обратив внимание на то, чтобы черта на шарике была продолжением черты на корпусе фотоэлектрического датчика.
4. Включите установку, нажав на кнопку ПУСК.
5. Отклоните математический маятник на угол $4 - 5^{\circ}$ от положения равновесия.
6. Нажмите клавишу СБРОС.
7. При подсчете измерителем 30–50 колебаний нажмите клавишу СТОП (при 30 колебаниях нажать при цифре 29, при 50 колебаниях – при цифре 49!). Измерения повторите не менее 5 раз для одного и того же числа колебаний.

8. Определите среднее арифметическое значение времени по формуле:

$$\langle t \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

где n – количество выполненных измерений; t_i – значение времени, полученное в i – ом измерении.

9. Определите период T_1 математического маятника.

10. По формуле $g_1 = \frac{4\pi^2 l}{T_1^2}$ определите ускорение свободного падения g_1 .

Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника

1. Поверните верхний кронштейн на 180° .
2. Установите оборотный маятник на ноже 14 как указано на рисунке а).
3. Отклоните маятник на угол $4-5^\circ$ от положения равновесия.
4. Нажмите клавишу СБРОС.
5. После подсчета измерителем 30–50 колебаний нажмите клавишу СТОП. Измеряют не менее 5 раз время 30–50 колебаний маятника.
6. Определите период колебаний оборотного маятника T_2 .
7. Снимите маятник и, перевернув его, подвесьте на втором ноже 13 (см. рис. б).
8. Нижний кронштейн с фотоэлектрическим датчиком б переместите так, чтобы конец стержня маятника перекрывал световой луч, поступающий от лампочки на фотодатчик.
9. Повторите опыт согласно пунктам 3–5. Определив период колебаний T_2' , сравните результат с полученной выше величиной T_2 . Для оборотного маятника расхождения в значениях T_2 и T_2' не должны превышать 1%.

10. Определите приведенную длину оборотного маятника L , подсчитывая количество насечек на стержне между ножами, которые нанесены через каждые 10 мм.

11. По формуле $g_2 = \frac{4\pi^2 l}{T_2^2}$ определите ускорение свободного падения g_2 .

12. Оцените относительную (E) и абсолютную (Δg) погрешности результатов измерений по формулам, полученным дифференциальным методом:

$$E_1 = \frac{\Delta g_1}{g_1} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta T_1}{T_1}, \quad \Delta g_1 = E_1 g_1;$$

$$E_2 = \frac{\Delta g_2}{g_2} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T_2}{T_2}, \quad \Delta g_2 = E_2 g_2.$$

Результаты измерений и вычислений занесите в таблицы.

Вопросы для допуска к работе

1. Цель работы.
2. Что называется физическим и математическими маятниками? Какой маятник является оборотным?
3. Запишите формулу периода колебаний физического маятника и поясните физический смысл входящих в нее величин.
4. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.

Вопросы для защиты работы

1. Выведите формулу для периода колебаний физического и математического маятников.
2. Выведите дифференциальные уравнения гармонических колебаний физического и математического маятников, приведите их решения.
3. Что называется приведенной длиной физического маятника?
4. Выведите рабочую формулу для определения ускорения свободного падения.
5. Оцените погрешность методов измерения ускорения свободного падения с помощью математического и оборотного маятников.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 10

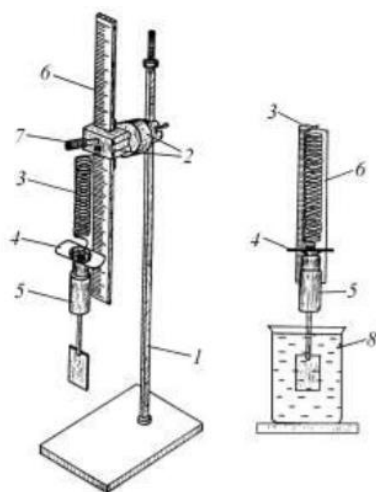
Изучение затухающих колебаний

Цель работы: изучение затухающих колебаний, определение логарифмического декремента затухания и коэффициента сопротивления среды с помощью пружинного маятника.

Приборы и принадлежности:

пружинный маятник с миллиметровой шкалой, груз с лопаткой, сосуд с водой, секундомер.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – штатив;
- 2 – кронштейн;
- 3 – пружина;
- 4 – указательная пластинка;
- 5 – груз с лопаткой;
- 6 – миллиметровая шкала;
- 7 – винт для перемещения миллиметровой шкалы;
- 8 – сосуд с водой

1. Для измерения периода затухающих колебаний подвешенный на пружине груз 5 с лопаткой (вместе с указательной пластинкой) вывести из положения равновесия, оттянув его вниз на 3 или 4 см, и отпускают. При колебаниях груз и указательная пластинка не должны цепляться за шкалу.

2. Секундомером измерить промежуток времени t , в течение которого груз совершает 30 или 40 полных колебаний.

3. Внимание! В момент остановки секундомера необходимо одновременно зафиксировать амплитуду последнего n -го колебания A_n . Данные занести в таблицу.

4. Для увеличения точности следует сделать 5-10 таких измерений с одним и тем же числом колебаний, задавая одну и ту же начальную амплитуду A_0 .

5. В таблицу последовательно занести значения амплитуды начального колебания A_0 , амплитуды n -го колебания A_n и значение времени t для 5-10 отдельных измерений. Затем находят среднюю амплитуду $\langle A_n \rangle$.

6. Определить среднее значение времени $\langle t \rangle$ и по формуле

$$T = \frac{\langle t \rangle}{n}$$

рассчитать период затухающих колебаний системы.

7. По формуле $\delta = \ln \Delta = \frac{1}{n} \ln \frac{A_0}{A_n}$ рассчитать логарифмический декремент затухания δ .

8. По формуле $r = \frac{2m}{T} \delta$ вычислить коэффициент r силы сопротивления вязкой среды.

Здесь m – масса груза с лопаткой.

9. Используя дифференциальный метод, рассчитать относительную E и абсолютную Δr погрешности коэффициента сопротивления. Данные занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Какие колебания называются гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний и назовите величины, входящие в него.
3. Что называется декрементом затухания? Логарифмическим декрементом затухания?
4. Опишите установку и порядок выполнения работы.
5. Запишите рабочие формулы для определения логарифмического декремента затухания и коэффициента сопротивления среды.

Вопросы для защиты работы

1. Получите дифференциальное уравнение гармонических колебаний и введите формулу периода колебаний пружинного маятника.
2. Почему реальные колебания являются затухающими? Получите дифференциальное уравнение затухающих колебаний.
3. Решая дифференциальное уравнение, получите формулу амплитуды, частоты и периода затухающих колебаний. Представьте графически затухающие колебания.
4. Каков физический смысл коэффициента затухания β ?
5. Выведите рабочую формулу $\delta = \ln \Delta = \frac{1}{n} \ln \frac{A_0}{A_n}$ для определения логарифмического декремента затухания. Каков его физический смысл?
6. Используя дифференциальный метод, получите формулу для расчета относительной погрешности коэффициента сопротивления r .

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 11

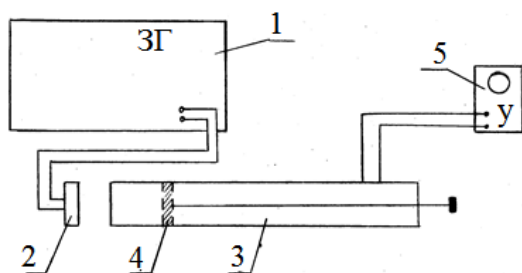
Определение скорости звука в воздухе методом резонанса

Цель работы: ознакомление с резонансным методом определения скорости звука.

Приборы и принадлежности:

металлическая трубка с подвижным поршнем, электронный осциллограф, звуковой генератор, измерительная линейка, микрофон.

Порядок выполнения работы и обработка результатов эксперимента



1 – звуковой генератор;

2 – телефон;

3 – трубка;

4 – поршень;

5 – осциллограф

1. Включить звуковой генератор I в сеть. Предварительно следует установить ручки на панели генератора: «множитель частот» – в положение 10, «регулировка напряжения» – в крайнее левое положение 50. Затем ручкой настройки устанавливают выходную частоту генератора 1500 Гц.
2. Включить в сеть осциллограф 5.
3. Медленно и равномерно отодвигаем поршень 4 от телефона 2 и по шкале, нанесенной на штоке, находящимся внутри трубки 3, последовательно отмечаем и записываем положения l_i , при которых сигнал на экране осциллографа максимально усиливается.
4. Вычисляется расстояние $\delta l = l_{i+1} - l_i$. Следует найти не менее пяти значений δl .
5. По формуле $\lambda = 2\lambda_{cm} = 2\delta l$ вычислить длину звуковой волны для каждого из опытов, вычислить фазовую скорость распространения звука по формуле $v = \lambda\nu = 2\delta l\nu$.
6. Найти среднюю скорость звука и рассчитать абсолютную и относительную погрешности результатов измерений, исходя из среднего значения искомой величины.
7. Измерения повторить при частоте 2000 Гц.
8. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите метод нахождения длины звуковой волны в работе.
3. Запишите формулу для определения скорости звука в работе.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется механической волной? Какая волна является продольной? Поперечной?
2. Получите уравнение плоской бегущей волны.
3. Что называется интерференцией волн?
4. Выведите уравнение стоячей волны.
5. Что такое пучность, узел стоячей волны?
6. Какими свойствами обладают механические волны?
7. Что называется звуком?
8. От чего зависит скорость распространения звуковой волны в твердых, жидких, газообразных веществах? Выведите ее.
9. Выведите формулы для энергии и интенсивности бегущей волны.
10. Что называется высотой звука? От чего зависит громкость звука?
11. Что называется инфразвуком, ультразвуком? Расскажите об их применении.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 12

Изучение газовых законов

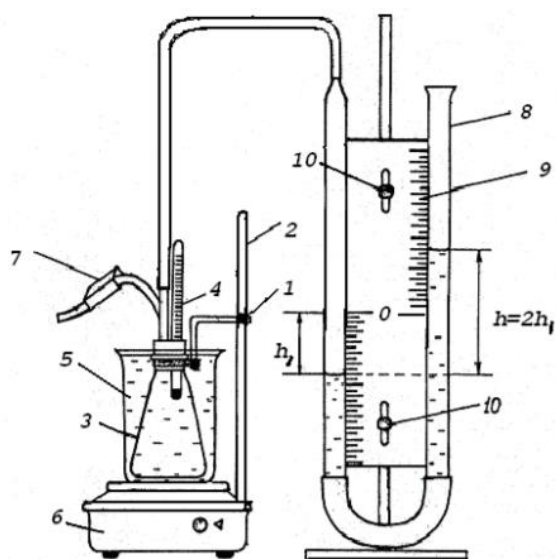
Цель работы: изучение газовых законов; проверка уравнения Клапейрона.

Приборы и принадлежности: колба с термометром, водяной манометр, стакан с водой, электрическая плитка со штативом.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Ослабить зажим 7 и проверить, совпадает ли уровень воды в коленах манометра с нулем шкалы.
2. Записать в таблицу 1 начальные значения параметров состояния воздуха в колбе: T_0 , p_0 , V_0 и S (первоначальные значения температуры воздуха, давления, объема и площади внутреннего сечения трубок манометра).

3. Перекрыть с помощью зажима 7 доступ воздуха в колбу и включить электрическую плитку 6.



- 1 – регулировочный винт лапки штатива;
- 2 – штатив;
- 3 – колба;
- 4 – термометр;
- 5 – химический стакан с водой;
- 6 – электрическая плитка;
- 7 – зажим;
- 8 – водяной манометр;
- 9 – миллиметровая шкала;
- 10 – регулировочные винты шкалы манометра

4. Воздух в закрытой колбе нагревают от комнатной температуры до $40 - 50\text{ }^\circ\text{C}$ и через каждые $4 - 6\text{ }^\circ\text{C}$, в зависимости от цены деления термометра, фиксируют по шкале манометра значения $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$, соответствующие температурам $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$. Данные измерений занести в таблицу 2.

5. По формулам $p_1 = p_0 + 2\rho gh_1$ и $V_1 = V_0 + Sh_1$ вычисляют значения давлений $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ и объемов $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$, соответствующие температурам $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$.

6. Используя формулы

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{(p_0 + 2\rho gh_1)(V_0 + Sh_1)}{T_1}, \quad \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{(p_0 + 2\rho gh_2)(V_0 + Sh_2)}{T_2}, \dots,$$

$$\frac{p_n V_n}{T_n} = \frac{(p_0 + 2\rho gh_n)(V_0 + Sh_n)}{T_n},$$

осуществляют проверку закона Клапейрона. Результаты вычислений занести в таблицу 2.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дайте понятие идеального газа.
3. Опишите установку и порядок выполнения работы.
4. Запишите рабочую формулу для проверки уравнения Клапейрона и поясните ее.

Вопросы для защиты работы

1. Поясните, почему изучая поведение реальных газов, мы часто пользуемся моделью идеального газа?
2. Запишите основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа и поясните его.
3. Дайте понятие моля вещества, как рассчитывается количество молей идеального газа, число молекул газа?
4. Сформулируйте законы идеального газа. Приведите графики изотерм, изобар, изохор.
5. Используя уравнение Клапейрона

$$\frac{pV}{T} = \text{const при } N = \text{const},$$

выведите и поясните уравнение

$$\frac{p_n V_n}{T_n} = \frac{(p_0 + 2\rho gh_n)(V_0 + Sh_n)}{T_n}.$$

6. Поясните физический смысл газовой постоянной R .

7. Что называется термодинамическим процессом?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2; Дополнительная литература № 3, № 4.

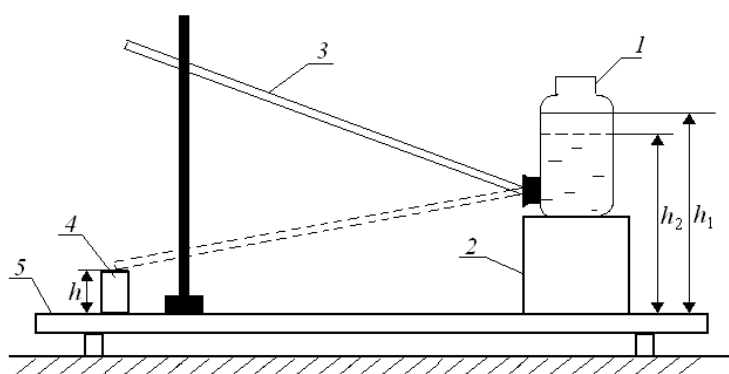
Лабораторная работа № 13

Определение динамической вязкости жидкости при ламинарном течении по узкой трубке.

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента динамической вязкости воды при ламинарном течении жидкости через капиллярную трубку.

Приборы и принадлежности: сосуд с водой, капиллярная трубка, мерный стакан, секундомер, измерительная линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – сосуд с водой;
- 2 – подставка;
- 3 – капиллярная трубка;
- 4 – мерный стакан;
- 5 – стойка

1. Линейкой измеряют высоту уровня жидкости h_1 в сосуде 1 от поверхности стойки 5.

2. Опускают трубку свободным концом в мерный стакан 4, одновременно включают секундомер и измеряют время t , в течение которого через трубку в стакан перетекает жидкость объемом 0,1–0,2 литра (по указанию преподавателя).

3. Измеряют высоту уровня жидкости в сосуде h_2 после вытекания и высоту конца трубки h над поверхностью стойки.

4. Опыт повторяют 5 раз для одного и того же объема жидкости. Результаты измерений занесите в таблицу.

5. Вычислите среднее арифметическое значение времени:

$$\langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n},$$

где n – число измерений.

6. По формуле

$$\langle \eta \rangle = \frac{\pi R^4 \left(\frac{h_1 + h_2}{2} - h \right) \rho g \langle t \rangle}{8Vl}$$

рассчитайте значение коэффициента динамической вязкости $\langle \eta \rangle$, подставив среднее арифметическое значение времени $\langle t \rangle$.

7. Найдите абсолютную $\Delta \eta$ и относительную E погрешность результата, исходя из табличного значения искомой величины:

$$\Delta \eta = |\eta - \eta_{\text{табл}}|, \quad E = \frac{\Delta \eta}{\eta} \cdot 100\%.$$

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.

2. Что называется коэффициентом динамической вязкости?

3. Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
4. Запишите рабочую формулу и поясните физический смысл, входящих в нее величин.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните возникновение вязкости в жидкостях и запишите формулу Ньютона.
2. Поясните физический смысл коэффициента вязкости η и от чего он зависит?
3. Назовите виды течения вязкой жидкости. Напишите формулу Рейнольдса для течения жидкости в круглой трубе.
4. Выведите формулу Пуазейля и исследуйте ее.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 14

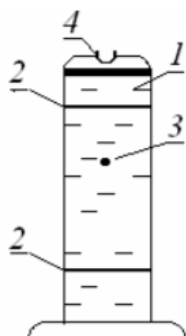
Определение вязкости жидкости методом Стокса

Цель работы: изучить метод Стокса, определить коэффициент динамической вязкости глицерина.

Приборы и принадлежности:

стеклянный цилиндрический сосуд с глицерином, измерительный микроскоп, секундомер, шарики, измерительная линейка.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – цилиндрический сосуд;
- 2 – резиновые кольца;
- 3 – шарик;
- 4 – отверстие в сосуде

1. Измерить диаметр шарика D с помощью микроскопа.
2. С помощью линейки измерить расстояние l между кольцами 2.
3. Через отверстие 4 в крышке сосуда опустить шарик 3.
4. В момент прохождения шариком верхнего кольца включить секундомер и измерить время t прохождения шариком расстояния l .
5. Опыт повторить с пятью шариками. Шарики имеют примерно одинаковый диаметр и движутся в жидкости приблизительно с одинаковой скоростью. Поэтому время прохождения шариками одного и того же расстояния l можно усреднить и в расчетную формулу

$$\eta = \frac{1}{18} \frac{(\rho - \rho_{ж}) D^2 g t}{l}$$

вместо времени t движения одного шарика, подставить среднее арифметическое значение времени $\langle t \rangle$ движения всех шариков.

6. По вышеприведенной формуле определить значение $\langle \eta \rangle$, где плотность исследуемой жидкости (глицерина) $\rho_{ж} = 1,26 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность материала шарика (свинца) $\rho = 1,26 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

7. Методом расчета погрешностей косвенных измерений находят относительную E и абсолютную $\Delta \eta$ погрешность результата.

8. Данные результатов измерений и вычислений занесите в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Запишите формулу Ньютона для силы внутреннего трения и поясните величины, входящие в эту формулу.
3. Опишите рабочую установку и порядок выполнения работы.
4. Какие силы действуют на шарик, падающий в жидкости?
5. Запишите рабочую формулу и поясните ее.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните молекулярно-кинетический механизм внутреннего трения (вязкости) жидкости.
2. Дайте понятие энергии активации.
3. Как зависит вязкость жидкости от температуры?
4. При каких условиях движение жидкости будет ламинарным?
5. Запишите уравнение движения шарика в глицерине и выведите рабочую формулу.
6. Можно ли верхнее кольцо располагать на уровне поверхности жидкости в сосуде?
7. Получите формулу для расчета относительной погрешности E .

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 15

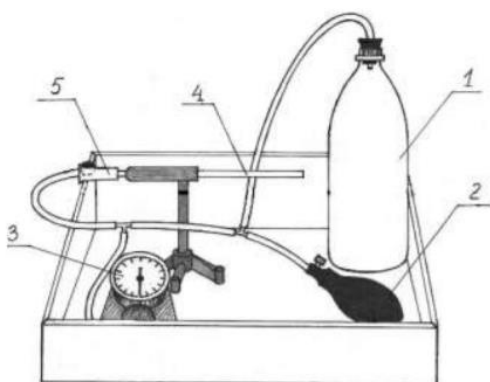
Определение вязкости воздуха

Цель работы: определить коэффициент вязкости воздуха по истечению через капилляр.

Приборы и принадлежности:

капилляр, манометр, груша, баллон, зажим, соединительные шланги, секундомер.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – баллон известной емкости;
- 2 – груша;
- 3 – манометр;
- 4 – стеклянный капилляр на штативе;
- 5 – зажим

1. Ознакомиться с работой секундомера (см. на корпусе установки). Если в вашем мобильном телефоне есть секундомер с памятью, то можете использовать его при выполнении работы.

2. Перекрыть капилляр 4 зажимом 5 (кольцо зажима перемещают в сторону капилляра до упора) и с помощью груши 2 накачать в баллон 1 воздух до разности давлений $\Delta P \approx 200 \div 220$ мм.рт.ст.

3. Подождать несколько секунд, пока стрелка манометра 3 не остановится.

4. Открыть капилляр, ослабив зажим 5, снять зависимость давления в баллоне от времени. Для этого при подходе давления к выбранному значению $\Delta P_{нач}$ (можно взять $\Delta P_{нач} = 160$ мм.рт.ст.) включить секундомер. При достижении заданных значений ΔP (см. таблицу) зафиксировать показания секундомера с помощью кнопки А (этап), т.е. последовательно при достижении заданных значений ΔP быстро нажимаем и отпускаем только кнопку А! Таким образом, в память секундомера заносятся значения «промежуточных результатов» (этапов). После записи времени последнего этапа останавливаем секундомер, нажимая на кнопку С (стоп). Считывание этапов из памяти осуществляется последовательным нажатием кнопки D. Соответствующие значения времени занести в таблицу.

Внимание! Значения времени этапов удобнее заносить в таблицу снизу вверх, т.е. от последнего этапа к первому.

5. Стирание занесенных в память «промежуточных результатов» (этапов) осуществляется нажатием и удержанием кнопки D в течение *не менее 3 секунд* (пока не обнулятся показания всех этапов). После этого нужно еще раз быстро нажать на кнопку D. Таким образом, осуществится полное «обнуление» секундомера и он снова будет готов к работе.

6. Операции по пунктам 2 – 5 повторить не менее пяти раз, результаты измерений времени занести в таблицу.

7. Рассчитать среднее арифметическое значение времени $\langle t \rangle$ для заданных значений ΔP по формуле:

$$\langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_5}{5}.$$

8. Рассчитать логарифмы отношений ΔP к $\Delta P_{нач}$ и занести их значения в таблицу.

9. Среднее значение давления $\langle P \rangle$ в сосуде за время проведения эксперимента можно рассчитать по формуле:

$$\langle P \rangle = \frac{(P_{атм} + \Delta P_{нач}) + (P_{атм} + \Delta P_{кон})}{2},$$

где атмосферное давление $P_{атм}$ определяется по барометру, находящемуся в лаборатории, а $\Delta P_{нач}$ и $\Delta P_{кон}$ – разности избыточных давлений на концах капилляра в начале и в конце эксперимента, измеряются с помощью манометра в мм рт.ст. Для расчета вязкости воздуха по формуле давление $\langle P \rangle$ нужно выразить в паскалях:

$$1 \text{ мм рт.ст.} = 133 \text{ Па.}$$

10. Для определения углового коэффициента A (тангенса наклона прямой $Y = A \cdot X$, где $Y = \ln\left(\frac{\Delta P}{\Delta P_{нач}}\right)$, а $X = t$) постройте, используя данные из таблицы, соответствующий график зависимости.

Для расчета углового коэффициента A можно взять любую экспериментальную точку, которая лежит на прямой:

$$|A| = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\ln\left(\frac{\Delta P}{\Delta P_{нач}}\right)_i}{\langle t \rangle_i},$$

где i – номер опыта или номер экспериментальной точки.

1. По формуле

$$\eta = \frac{\pi D^4 \langle P \rangle}{128 V L |A|}$$

рассчитайте вязкость воздуха η . Диаметр D и длина L капилляра, а также объем V баллона указаны на корпусе экспериментальной установки.

12. Сравните полученный результат с табличным значением вязкости воздуха при соответствующей температуре:

$$\Delta\eta = |\eta - \eta_{\text{табл}}|$$

и оцените относительную погрешность измерений в процентах:

$$E = \frac{\Delta\eta}{\eta} \cdot 100\%.$$

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Поясните принцип эксперимента и ход работы.
3. Запишите рабочую формулу для определения коэффициента вязкости воздуха и поясните все величины, входящие в эту формулу.

Вопросы для защиты работы

1. Объясните молекулярно-кинетический механизм внутреннего трения.
2. Объясните формулу

$$F = \eta \left| \frac{dv}{dr} \right| S,$$

выражающую величину силы внутреннего трения. Что такое градиент скорости?

3. Какие существуют виды течения молекул газа (жидкостей) по капиллярным трубкам? При каком течении справедлива формула Пуазейля?

4. Что показывает число Рейнольдса? Каков его физический смысл?

5. Выведите расчетную формулу $\eta = \frac{\pi D^4 \langle P \rangle}{128 V L |A|}$ для коэффициента динамической вязкости воздуха.

сти воздуха.

6. Покажите, используя эту формулу, в каких единицах системы СИ измеряется коэффициент динамической вязкости.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

Лабораторная работа № 16

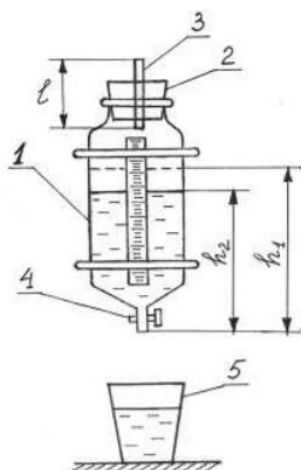
Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха

Цель работы: экспериментальное определение средней длины свободного пробега молекул воздуха; определение эффективного диаметра молекул воздуха.

Приборы и принадлежности:

стеклянный баллон с краном, мерный стакан, капиллярная трубка, линейка, секундомер, термометр, барометр.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – стеклянный баллон;
- 2 – пробка;
- 3 – капилляр;
- 4 – кран;
- 5 – мерный стакан

1. Наполняют баллон 1 на три четверти водой и плотно закрывают пробкой 2, в которую вставлен капилляр 3.

2. Линейкой измеряют первоначальный уровень воды h_1 . Открывают кран 4 и одновременно включают секундомер.

3. Когда в мерном стакане будет $100 \div 200$ мл воды ($1 \text{ мл} = 10^{-6} \text{ м}^3$), закрывают кран и одновременно останавливают секундомер.

4. Замеряют уровень жидкости h_2 в сосуде. Объем вытесненной из баллона воды в мерном стакане будет равен объему воздуха V , вошедшего в баллон через капилляр 3.

5. По формуле

$$\langle \lambda \rangle = \frac{3\pi r^4}{16lP} \sqrt{\frac{\pi RT}{2\mu}} \frac{\Delta P}{V}$$

рассчитывают среднюю длину свободного пробега молекул воздуха. Разность давлений вычисляют по формуле:

$$\Delta P = \rho g \frac{h_1 + h_2}{2},$$

6. Опыт повторяют три раза с одними и теми же значениями V и h_1 .

7. По формуле

$$d = \sqrt{\frac{kT}{\sqrt{2\pi} \langle \lambda \rangle P}}$$

рассчитывают эффективный диаметр молекулы воздуха d . Давление P и температуру T воздуха в лаборатории берут из показаний барометра и термометра.

8. Методом расчета погрешностей косвенных измерений находят относительную E и абсолютную $\Delta \lambda$ погрешность средней длины свободного пробега молекул воздуха.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Запишите рабочие формулы для расчета $\langle \lambda \rangle$ и d , поясните смысл всех величин, входящих в эти формулы.
3. Опишите рабочую установку и порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется эффективным диаметром молекулы? Эффективным сечением?
2. Дайте определение длины свободного пробега молекул газа.
3. Выведите формулу для расчета $\langle \lambda \rangle$:
$$\langle \lambda \rangle = \frac{kT}{\sqrt{2\pi} d^2 P}.$$
4. Выведите рабочие формулы для расчета $\langle \lambda \rangle$ и d .
5. Используя дифференциальный метод, получите формулу для расчета относительной погрешности $\langle \lambda \rangle$, т.е. $E = \frac{\Delta \lambda}{\langle \lambda \rangle}$.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

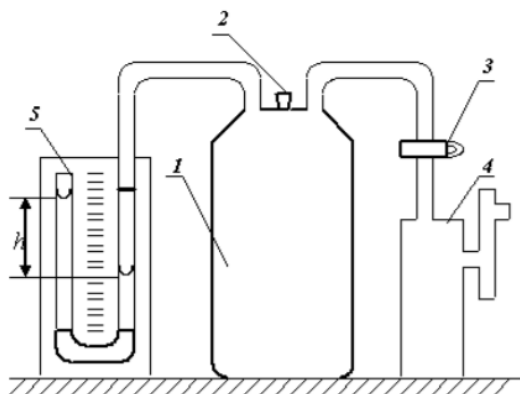
Лабораторная работа № 17

Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме

Цель работы: определить методом Клемана-Дезорма отношение теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме.

Приборы и принадлежности: стеклянный баллон, насос Комовского, U-образный водяной манометр, соединительные шланги

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – стеклянный баллон;
- 2 – пробка;
- 3 – кран;
- 4 – насос Комовского;
- 5 – водяной манометр

1. Пробкой 2 перекрыть отверстие в крышке баллона и открыть кран 3, соединяющий баллон 1 с насосом.

2. Вращая рукоятку насоса, накачивают воздух в баллон так, чтобы разность уровней жидкости в трубках U-образного манометра 5 составила 25 – 30 см.

3. Подождать 2–3 минуты пока жидкость не перестанет перетекать из одной трубки манометра в другую. По шкале манометра измерьте установившуюся в конце изохорного охлаждения разность уровней жидкости в обоих коленах манометра h_1 .

4. На 2–3 секунды вынимают пробку в крышке баллона и выпускают из него часть воздуха. Выждав 1–2 минуты пока газ, охлажденный при адиабатическом расширении, нагреется до комнатной температуры, измеряют разность уровней жидкости в коленах манометра h_2 в конце изохорного нагревания.

5. По формуле

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

вычислить значение γ . Опыт повторить 8–10 раз,

6. Вычислить абсолютную $\Delta\gamma$ и относительную E погрешности результатов измерений, исходя из истинного значения искомой величины:

$$\Delta\gamma = |\langle\gamma\rangle - \gamma_{теор}| \quad \text{и} \quad E = \frac{\Delta\gamma}{\langle\gamma\rangle} \cdot 100\% .$$

7. Данные результатов измерений и вычислений занесите в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство рабочей установки и ход эксперимента.
3. Какой процесс называется адиабатическим? Какие условия соответствуют осуществлению адиабатического процесса на данной установке?

Вопросы для защиты работы

1. Что называют удельной теплоемкостью вещества? Молярной теплоемкостью? Какая связь между ними?
2. Сформулируйте первый закон термодинамики.
3. Чему равны молярные теплоемкости идеальных газов при изопроцессах?
4. Докажите, что $C_p > C_v$.

- Получите уравнение Пуассона для адиабатического процесса.
- Что называется числом степеней свободы?
- Запишите выражение для внутренней энергии идеального газа и поясните его.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2; Дополнительная литература № 3, № 4

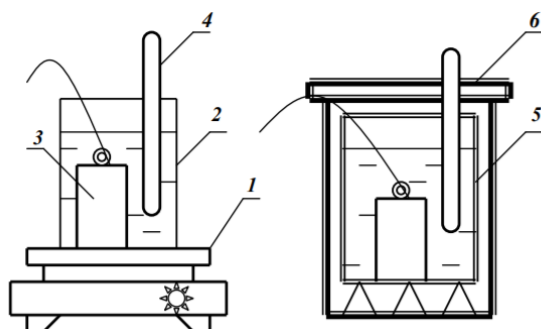
Лабораторная работа № 18

Определение изменения энтропии реальных систем

Цель работы: на основании II закона термодинамики, используя экспериментальные данные, определить изменение энтропии реальных тел.

Приборы и принадлежности: калориметрический стакан, термометр, нагреватель, набор различных тел, мерный стакан

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – электроплитка;
- 2 – стакан с водой;
- 3 – исследуемое тело;
- 4 – термометр;
- 5 – калориметрический стакан;
- 6 – крышка калориметра

- Включите электроплитку и поставьте на нее стакан с водой.
- Опустите за нитку в стакан с водой металлическое тело.
- Воду в стакане довести до кипения и измерить температуру T_1 кипящей воды
- Налейте воду в калориметрический стакан и поставьте его подальше от плитки.
- Измерьте температуру T_2 холодной воды в калориметрическом стакане.
- За нитку вытащите тело из кипящей воды, быстро опустите его в калориметр с холодной водой и закройте крышкой.
- Запишите в таблицу максимальное значение температуры T_0 всей системы «тело – вода – калориметрический стакан».
- Меняя воду в калориметре, проведите измерения по п.п. 2–7 для трех различных металлических тел.
- По формуле

$$\Delta S = \Delta S_T + \Delta S_B + \Delta S_K = m_T C_T \ln \frac{T_0}{T_1} + m_B C_B \ln \frac{T_0}{T_2} + m_K C_K \ln \frac{T_0}{T_2}$$

рассчитайте изменение энтропии системы для всех трех случаев и результаты вычислений занесите в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

- Сформулируйте цель работы.
- Опишите рабочую установку и ход эксперимента.
- Какие допущения делаете, рассматривая систему «тело – вода – калориметрический стакан» как изолированную?
- Напишите рабочую формулу, приведенную в данной работе.
- Какие законы используются для получения расчетной формулы?
- Какие состояния и процессы называются равновесными?
- Что называется изолированной термодинамической системой?
- Напишите формулу для вычисления абсолютной и относительной погрешности измерения ΔS .

Вопросы для защиты работы

- Сформулируйте первый закон термодинамики.

2. Дайте определение обратимых и необратимых процессов. При каких условиях процессы будут обратимыми?
3. Сформулируйте второй закон термодинамики и поясните его физический смысл. Чем он дополняет первый закон термодинамики?
4. Опишите энтропию системы и ее физический смысл.
5. Как вычисляется изменение энтропии при переходе ее из одного состояния в другое?
6. Сформулируйте и напишите второй закон термодинамики, используя понятие энтропии.
7. Статистический смысл энтропии.
8. Какой знак имеет изменение энтропии для рассматриваемой в работе системы тел и почему?
9. Поясните принцип действия тепловой машины.
10. В чем сущность неравенства Клаузиуса?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 4.

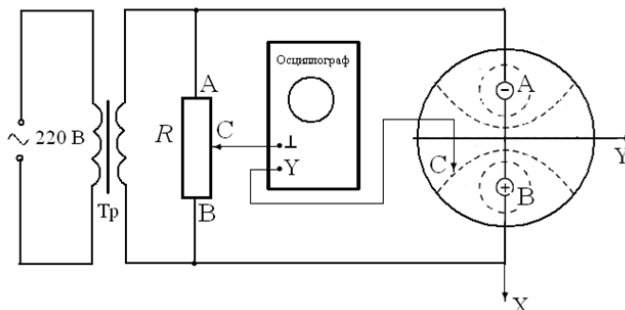
Лабораторная работа № 19

Изучение электростатического поля

Цель работы: получить распределение потенциала для различных конфигураций электрических полей, моделируемых с помощью электролитической ванны.

Приборы и принадлежности: источник питания, осциллограф, ванна с электролитом, набор электродов.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



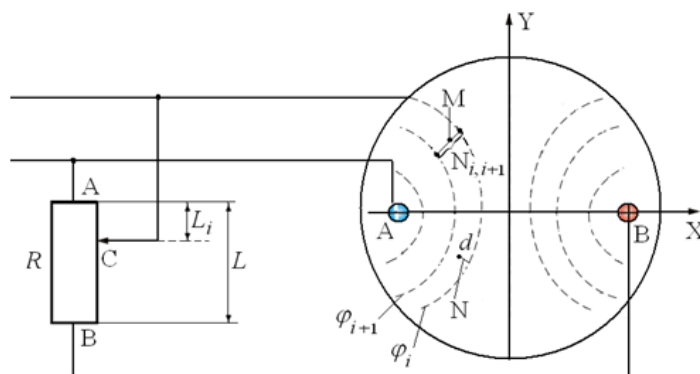
1. Собрать схему
2. На листе миллиметровой бумаги выбрать масштаб и заготовить сетки для каждой пары электродов А и В в соответствующем масштабе.
3. Установить движок потенциометра R на 1-е деление.
4. Перемещать зондовый электрод C в ванне с водой до тех пор, пока вертикальная линия на экране осциллографа не сожмется в точку. На заготовленную координатную сетку нанести координаты положения зонда C. Отсутствие напряжения на входе осциллографа означает, как отмечалось выше, что потенциал зонда C, а значит, и точки, в которой он находился, равен потенциалу движка потенциометра R.
5. Не меняя положения движка потенциометра R, найти еще 9-10 точек с таким же потенциалом φ . Соединить найденные точки линией, это и будет эквипотенциальная линия.
6. Последовательно перемещая движок потенциометра R на следующее деление, согласно пп. 4, 5, построить на координатной сетке все остальные эквипотенциальные линии. Таким образом, на координатной сетке будет получено изображение электростатического поля в виде эквипотенциальных линий, образованного электродами А и В в плоскости поверхности электролита, и, следовательно, найдено распределение потенциала $\varphi = \varphi(x, y)$.

7. Нанести у каждой линии значение потенциала, вычисленное по формуле

$$\varphi_i = U(k_i - 0,5),$$

где

$$\frac{R_{AC}}{R_{AB}} = \frac{L_i}{L} = k_i.$$



8. Определить потенциал и напряженность поля в 4-5 произвольно выбранных или заданных преподавателем точках для одного из смоделированных полей. В соответствии с выбранным масштабом и вычисленными значениями напряженности начертить в выбранных точках вектора \vec{E} .

9. Разность потенциалов между соседними эквипотенциальными линиями определяем по формуле: $U_{i,i+1} = \varphi_i - \varphi_{i+1}$. Напряженность электростатического поля в произвольной точке М (см. рис.) между i -й и $i+1$ -й эквипотенциальными линиями равна

$$E = -\frac{\varphi_i - \varphi_{i+1}}{N_{i,i+1}},$$

где E – среднее значение напряженности между i -й и $i+1$ -й линиями в точке М, $N_{i,i+1}$ – кратчайшее расстояние между этими линиями.

10. Для определения потенциала данной точки d поля используют формулу:

$$\varphi_d = \varphi_i - E \cdot N,$$

где N – отрезок нормали, опущенной из точки d на i -ю линию, измеренный линейкой с учетом выбранного масштаба.

11. Полученные результаты занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Что в себя включает понятие электростатического поля?
3. Графически изобразите электростатическое поле в случае одиночного заряда, одной заряженной плоскости.

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определение электростатического поля.
2. Назовите основные характеристики электростатического поля и их единицы измерения.
3. Что называется силовой линией электростатического поля?
4. Дайте определение напряженности E и потенциала φ электростатического поля.
5. Приведите примеры расчета E и φ для точечного заряда.
6. Что называется разностью потенциалов? Приведите примеры расчета разности потенциалов между двумя заряженными пластинами.
7. Найдите связь между E и φ .
8. Дайте анализ результатов исследований электростатического поля.
9. Каковы Ваши критические замечания по данной работе?
10. Сформулируйте теорему Гаусса для вектора \vec{E} .

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

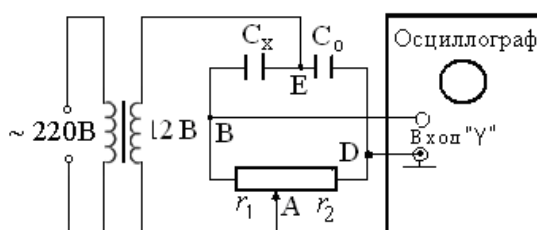
Лабораторная работа № 20

Определение емкости конденсатора с помощью С-моста Уитстона

Цель работы: изучение работы С-моста Уитстона и определение емкости конденсаторов; определение электроемкости конденсаторов при их последовательном и параллельном соединении.

Приборы и принадлежности: набор конденсаторов неизвестной емкости, магазин емкости, реостат, источник питания, осциллограф.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. Собрать схему.
2. Измерить величину неизвестной емкости C_{x1} . Для этого движок потенциометра установить вблизи середины шкалы и подбором величины емкости магазина и корректировкой положения движка потенциометра уравновесить мост, т.е. добиться на экране осциллографа обращения вертикальной линии в точку.
3. Величину неизвестной емкости рассчитать по формуле $C_x = C_0 \frac{l_2}{l_1}$.
4. Вместо C_{x1} подключить C_{x2} и измерить его величину.
5. В качестве C_x подключить поочередно соединенные последовательно и параллельно C_{x1} и C_{x2} и провести измерения по пункту 2.

6. По формулам $C_{\text{пар.}} = C_{x1} + C_{x2}$, $C_{\text{посл.}} = \frac{C_{x1} \cdot C_{x2}}{C_{x1} + C_{x2}}$

рассчитать суммарные электроемкости двух конденсаторов, соединенных параллельно и последовательно.

7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Объясните принцип действия измерительной мостовой цепи.
3. Почему в данной работе схема питается переменным током?
4. Оцените погрешность измерения электроемкостей.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется электроемкостью конденсатора?
2. Выведите условие равновесия С-моста Уитстона.
3. Выведите формулы электроемкостей плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов.
4. Нарисуйте электрическую цепь последовательного и параллельного соединения конденсаторов и получите формулы электроемкостей этих соединений.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

Лабораторная работа № 21

Измерение величины электрического сопротивления с помощью R-моста Уитстона

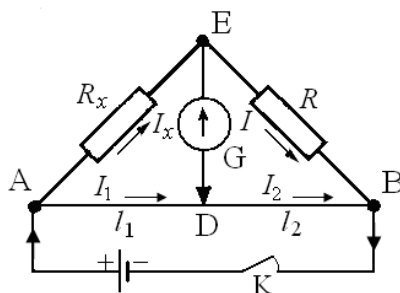
Цель работы:

1. Изучение принципа работы измерительной мостовой схемы.
2. Определение величины сопротивления двух проводников и величины сопротивления при их последовательном и параллельном соединении.

Приборы и принадлежности: реохорд, набор резисторов с неизвестными сопротивлениями, магазин сопротивлений, милливольтметр, источник постоянного тока.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Измерение величины сопротивления двух проводников, а также общего сопротивления при их последовательном и параллельном соединениях.



1. Собрать схему.
2. Измерить величину сопротивления R_{x1} , а также последующих сопротивлений (три раза)
3. Повторить измерения при $l_1 < l_2$ и $l_1 > l_2$.
4. Измеряемая величина сопротивления определяется по формуле: $R_x = R \frac{l_1}{l_2}$.
5. Включить в цепь R_{x2} вместо R_{x1} и измерить его величину.
6. Измерить величины сопротивлений последовательного и параллельного соединений R_{x1} и R_{x2} , включаемых вместо R_x .
7. По формулам $R_{x-посл} = R_{x1} + R_{x2}$ и $R_{x-пар} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}$ рассчитать значения величин сопротивлений.
8. Результаты измерений занести в таблицу.
9. Оценить погрешность измерения величин сопротивлений R_{x1} , R_{x2} , R_x посл. и R_x пар.

Вопросы для допуска к работе

1. Назовите цель работы.
2. Каков принцип действия моста Уитстона?
3. Изменится ли условие равновесия моста, если гальванометр и источник тока поменять местами?
4. Почему гальванометр, применяемый в мосте Уитстона, имеет двухстороннюю шкалу с нулем посередине?

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте законы Кирхгофа, поясните их применение.
2. Используя законы Кирхгофа, выведите условия равновесия моста Уитстона.

- Нарисуйте электрическую цепь последовательного и параллельного соединения проводников и рассчитайте их сопротивления.
- От каких величин зависит сопротивление изотропного проводника?
- Каково практическое использование моста Уитстона?
- Дайте определение электрического потенциала, ЭДС, напряжения.
- Сформулируйте закон Ома для однородного участка цепи.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

Лабораторная работа № 22

Измерение удельного сопротивления

Цель работы: изучение законов постоянного тока и простейших приемов расчета разветвленных электрических цепей; определение удельного сопротивления материала проводника.

Приборы и принадлежности: установка FPM-01.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

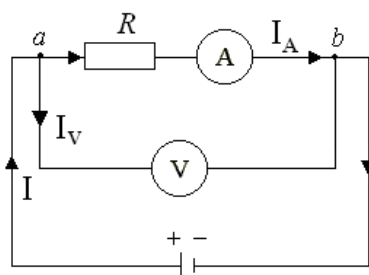


Рис. 1

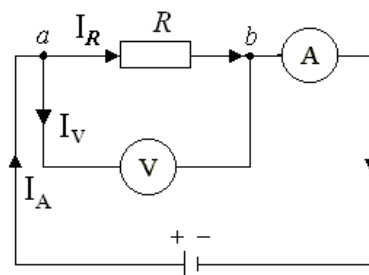


Рис. 2

- Включить прибор на «Точное измерение тока» (рис. 1). Передвинуть кронштейн на отметку 40 см вверх, установить значение силы тока 240 мА по амперметру.
- Установить кронштейн на отметке 32 см (при этом $l = 0,32$ м) и снять показание вольтметра U .
- По формуле

$$\rho_1 = \left(\frac{U}{I} - R_A \right) \frac{S}{l}$$

рассчитать удельное сопротивление ρ_1 нихромовой проволоки.

- Измерения и вычисления повторить для значений $l = 0,36$ м; 0,40 м; 0,44 м; 0,48 м. Полученные данные занести в таблицу, представив результаты в виде $\rho_1 = \langle \rho_1 \rangle \pm \Delta \rho_1$.
- Включить прибор на «точное измерение напряжения» (рис. 2). Прodelать операции, указанные в пп. 2 – 4, заменив в п.3 расчет удельного сопротивления по формуле

$$\rho_2 = \frac{US}{\left(I - \frac{U}{R_V} \right) l}$$

- Данные, полученные при вычислениях и измерениях занести в таблицу, представив результаты измерений в виде $\rho_2 = \langle \rho_2 \rangle \pm \Delta \rho_2$.

Вопросы для допуска к работе

- Какова цель работы?
- Какие способы измерения активного сопротивления используются в данной работе?
- Опишите рабочую установку и ход эксперимента.

4. Запишите рабочие формулы и поясните физический смысл входящих в них величин.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте правила Кирхгофа для расчета разветвленных электрических цепей.
2. Выведите рабочие формулы.
3. При каких соотношениях R , R_A и R_V пользуются первой схемой измерения? Второй? Объясните.
4. Сравните результаты, полученные в данной работе первым и вторым способом. Какие выводы можно сделать относительно точности измерений этими способами? Почему?
5. Почему в п.4 регулятор устанавливают в такое положение, чтобы стрелка вольтметра отклонялась не менее чем на $2/3$ шкалы?
6. Сформулируйте закон Ома для однородного участка цепи.
7. Сформулируйте физический смысл удельного сопротивления ρ .
8. От каких факторов зависит сопротивление R однородного изотропного металлического проводника?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

Лабораторная работа № 23

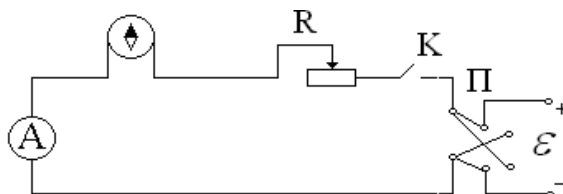
Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли

Цель работы: определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли с помощью тангенс-гальванометра.

Приборы и принадлежности: тангенс-гальванометр, амперметр, реостат, источник постоянного тока, ключ, переключатель полярности.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собрать электрическую цепь из тангенс-гальванометра, реостата R , ключа K , амперметра A и источника \mathcal{E}



2. Совместить плоскость кольца катушки с плоскостью магнитного меридиана Земли.
3. Включить постоянный ток, движком реостата установить по круговой шкале компаса угол отклонения стрелки $\alpha_1 = 45^\circ$. Величину тока измерять по амперметру, угол – по шкале тангенс-гальванометра.
4. Поменять направление тока, поддерживая его по величине неизменным, и проделать те же измерения.
5. Вычислить $\text{tg} \langle \alpha \rangle$ и по формуле

$$H_3 = \frac{I \cdot n}{2R \text{tg} \langle \alpha \rangle},$$

вычислить H_3 . Здесь I – ток, текущий, текущий через витки тангенс-гальванометра ($n = 13$), R – радиус витка. Все измеренные значения и результаты вычислений записать в таблицу.

6. Рассчитать относительную и абсолютную погрешности косвенных измерений горизонтальной напряженности магнитного поля Земли:

$$E = \frac{\Delta H}{\langle H_3 \rangle} = \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta R}{R} + \frac{2\Delta\alpha}{\sin 2\alpha}, \quad \Delta H = E \cdot \langle H_3 \rangle$$

и конечный результат записать в виде: $H_3 = \langle H_3 \rangle \pm \Delta H_3$.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Дайте понятие магнитного поля Земли.
3. Опишите метод определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли H_3 с помощью тангенс-гальванометра.
4. Почему измерения выгоднее проводить при угле отклонения магнитной стрелки $\alpha = 45^\circ$?

Вопросы для защиты работы

1. Дайте понятие магнитного поля.
2. Дайте характеристики магнитного поля. Каковы их единицы измерения в системе СИ?
3. Сформулируйте и запишите закон Био–Савара–Лапласа.
4. Выведите формулу напряженности в центре кругового тока и рабочую формулу.
5. Выведите формулу напряженности магнитного поля, создаваемого прямым током (конечной длины и бесконечной длины).
6. Дайте определение силовой линии магнитного поля.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

Лабораторная работа № 24

Изучение стабилизатора и снятие его характеристик

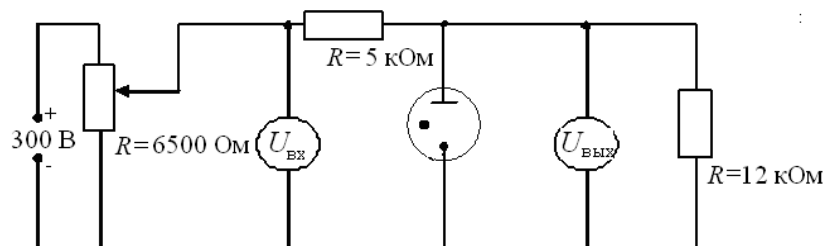
Цель работы: изучение работы стабилизатора и снятие его характеристик.

Приборы и принадлежности:

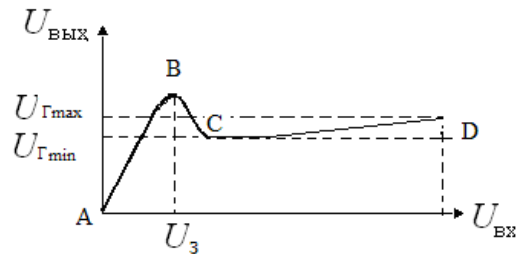
стабилизатор, источник питания, реостат, балластное сопротивление, сопротивление нагрузки, вольтметры, соединительные провода.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собрать схему согласно рисунку.
2. Медленно перемещая движок реостата от начала шкалы, тем самым увеличивая входное напряжение от нуля до напряжения U_3 , при котором происходит зажигание стабилизатора, зафиксировать напряжение U_3 .
3. Произвести измерения. Для этого, изменяя напряжение на входе от 0 до 300 В, через каждые 20 В измерить напряжение на выходе. При этом вблизи напряжения зажигания U_3 за 20 В до него и после него произвести измерения через каждые 4 В для того, чтобы определить максимум кривой зависимости $U_{\text{ВЫХ}}$ от $U_{\text{ВХ}}$. Результаты измерений занести в таблицу.



4. Построить график зависимости $U_{\text{ВЫХ}}$ от $U_{\text{ВХ}}$.



5. По снятой зависимости $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$ определить напряжение зажигания U_3 и максимальное и минимальное значения напряжения горения ($U_{\text{Гмакс}}$, $U_{\text{Гмин}}$).

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Объясните устройство, принцип действия и применение стабилитрона.
3. Какова роль балластного сопротивления?
4. Выберите масштаб для построения графика.

Вопросы для защиты работы

1. Что представляет собой электрический ток в газах?
2. Охарактеризуйте процессы ионизации и рекомбинации.
3. В чем отличие несамостоятельного газового разряда от самостоятельного?
4. Каковы условия существования несамостоятельного и самостоятельного газового разряда?
5. При каких условиях несамостоятельный газовый разряд переходит в самостоятельный?
6. Почему газовый разряд не подчиняется закону Ома?
7. Охарактеризуйте типы самостоятельного разряда.
8. Проанализируйте построенный Вами график зависимости $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

Лабораторная работа № 25

Изучение вакуумного диода и определение удельного заряда электрона

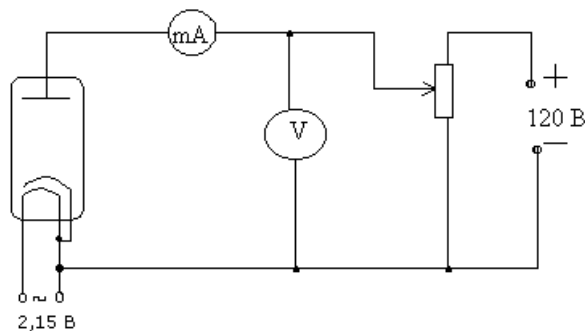
Цель работы: исследование вольтамперной характеристики вакуумного диода; определение удельного заряда электрона на основании уравнения Богуславского-Лэнгмюра.

Приборы и принадлежности:

вакуумный диод, источник тока, миллиамперметр, вольтметр, реостат, соединительные провода.

Порядок выполнения работы и обработка результатов эксперимента

1. Собрать схему согласно рис. 1.
2. Снять зависимость анодного тока от анодного напряжения, изменяя анодное напряжение от 0 В до 120 В через 10 В. Данные измерений и вычисленных значений $U^{3/2}$ занести в таблицу.



3. Построить графическую зависимость I_a от $U_a^{3/2}$.

4. Определить угловой коэффициент, равный тангенсу угла наклона полученной прямой по формуле:

$$K = \frac{I}{U^{3/2}}$$

и рассчитать удельный заряд электрона:

$$\frac{e}{m} = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right)^2 \cdot \left(\frac{9r\beta^2 K}{2\sqrt{2} \cdot l} \right)^2,$$

ϵ_0 – электрическая постоянная; r – радиус анода; l – длина катода; β – коэффициент, зависящий от отношения радиусов анода и катода.

Теоретическое значение удельного заряда равно $\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. Опишите устройство и принцип действия вакуумного диода.
3. Опишите метод измерения удельного заряда электрона.
4. Оцените погрешность метода измерения удельного заряда электрона.

Вопросы для защиты работы

1. Что называется термоэлектронной эмиссией?
2. Каким законам подчиняется ток в вакууме?
3. Объясните отклонение силы тока от закона Ома в вакуумном диоде.
4. Дайте анализ результатов вычислений и измерений.
5. Каковы Ваши критические замечания и суждения по данной работе?

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

Лабораторная работа № 26

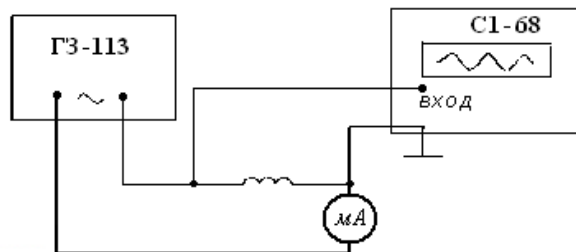
Определение индуктивности соленоида

Цель работы; определение индуктивности соленоида по его сопротивлению переменному току.

Приборы и принадлежности: исследуемый соленоид, звуковой генератор, электронный осциллограф, миллиамперметр, соединительные провода.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Для выполнения работы собрать цепь по схеме.



2. Установить на звуковом генераторе частоту колебаний.
3. Измерить с помощью осциллографа амплитуду напряжения U_m и частоту ν .
4. С помощью миллиамперметра определить действующее значение силы тока в цепи; пользуясь соотношением $I_e = I_m / \sqrt{2}$ и решая его относительно $I_m = \sqrt{2} I_e$, определить амплитуду тока.
5. Данные занести в таблицу.
6. По формуле

$$L = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_m}{I_m}\right)^2 - R^2}}{2\pi\nu}$$

рассчитать индуктивность соленоида.

7. По формуле

$$L = \mu_0 \mu \frac{N^2}{l} \frac{\pi d^2}{4}$$

рассчитать проверочное значение индуктивности соленоида, исходя из его геометрии и числа витков. Здесь $R = 56$ Ом – активное сопротивление соленоида; длина соленоида $l = 40$ см; диаметр витков соленоида $d = 2$ см; число витков соленоида $N = 2000$.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дайте определение индуктивности?
3. Какова единица измерения индуктивности?
4. Запишите рабочую формулу для определения индуктивности соленоида.

Вопросы для защиты работы

1. Получите формулу для определения индуктивности соленоида, исходя из его геометрических размеров и числа витков.
2. Что называется импедансом?
3. Как связаны между собой максимальное и действующее значения силы тока и напряжения в цепи переменного тока?
4. Выведите рабочую формулу индуктивности соленоида.
5. Опишите явление самоиндукции.
6. Каков физический смысл индуктивности?

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 5

Лабораторная работа № 27

Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью электронного осциллографа

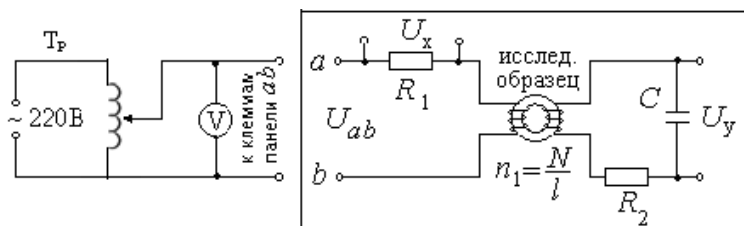
Цель работы: снятие кривой намагничивания, петли гистерезиса и определение затрат энергии на перемагничивание.

Приборы и принадлежности:

электронный осциллограф, трансформатор, вольтметр, реостат, исследуемый трансформатор, конденсатор, сопротивления

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Снятие кривой намагничивания



1. Собрать схему согласно рисунку.
2. С помощью лабораторного автотрансформатора (ЛАТРа) установить максимальное значение напряжение по вольтметру.
3. Включить осциллограф. Рукоятку «Усиление» установить в положение «0,1 В/см». Напряжение U_y подать на вход «Y» усилителя осциллографа, напряжение U_x на вход «X» осциллографа.
4. Для построения графика зависимости $B = f(H)$ определить координаты вершины петли (x, y) , уменьшая напряжение U_{ab} через 4 – 5 В от максимального значения напряжения, при котором петля гистерезиса занимает практически всю площадь экрана осциллографа, до 0 В.

5. Вычислить U_x и U_y для каждой из координат

$$U_x = U'_x \cdot x, \text{ где } U'_x = 0,1 \text{ В/мм} - \text{ масштаб по оси X,}$$

$$U_y = U'_y \cdot y, \text{ где } U'_y = 0,01 \text{ В/мм} - \text{ масштаб по оси Y.}$$

6. Данные измерений и вычислений занести в таблицу 1.
7. По формулам

$$H = \frac{n_1}{R_1} U_x, \quad B = \frac{C R_2}{S N_2} U_y$$

Вычислить H и B для каждой точки петли гистерезиса.

8. Результаты расчетов занести в таблицу 2.
9. Построить график зависимости $B = f(H)$.

2. Снятие петли гистерезиса и определение потерь на перемагничивание сердечника

1. Изображение петли гистерезиса скопировать с экрана осциллографа на кальку при максимальном напряжении и затем перевести изображение на миллиметровую бумагу.
2. Определить площадь S_n полученной петли гистерезиса в мм^2 .
3. Вычисление затрат энергии на перемагничивание в единицу времени произвести по формуле

$$Q = k \cdot S_n \cdot \nu,$$

где Q – количество тепла, выделяемого в единице объема за единицу времени, $\text{Дж}/(\text{с} \cdot \text{м}^{-3})$; ν – частота переменного тока ($\nu = 50 \text{ Гц}$); k – переводной коэффициент, численно равный энергии, отнесенной к единице объема, соответствующей площади в 1 мм^2 на экране осциллографа; S_n – площадь петли гистерезиса в мм^2 .

Вопросы для допуска к работе

1. Какова цель работы?
2. В чем заключается явление гистерезиса?
3. Начертите принципиальную электрическую схему рабочей установки.
4. Опишите метод снятия кривой намагничивания.
5. Как определить затраты на перемагничивание ферромагнетика?

Вопросы для защиты работы

1. На какие типы делятся магнетики? Каковы их основные свойства?
2. Какие ферромагнетики называются «магнитотвердыми», какие «магнитомягкими»?
3. Из каких ферромагнетиков изготавливаются сердечники трансформаторов и дросселей и почему?
4. Как объяснить остаточную намагниченность ферромагнетика?
5. Объясните физический смысл коэрцитивной силы.
6. Выведите рабочие формулы.
7. Что собой представляет ферромагнитный домен?
8. Опишите кривую намагничивания и применение ферромагнетиков.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература № 1, № 2; Дополнительная литература № 3, № 5

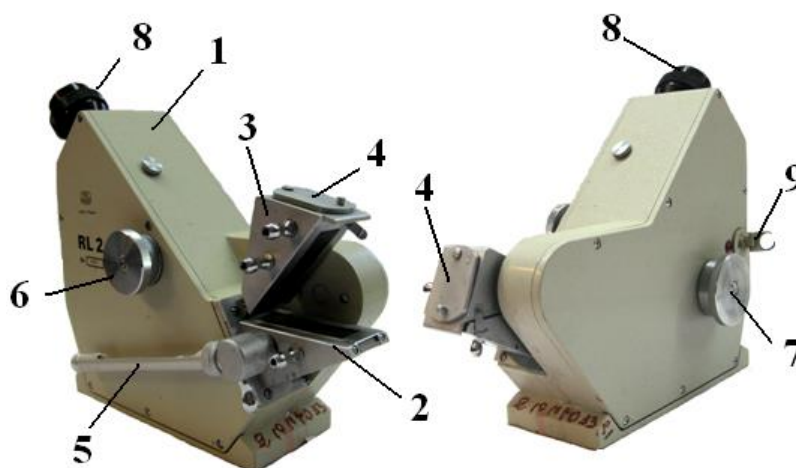
Лабораторная работа № 28

Изучение зависимости показателя преломления раствора от его концентрации

Цель работы: Изучение рефрактометра и измерение с его помощью показателя преломления ряда жидкостей относительно воздуха; нахождение зависимости показателя преломления раствора сахара от его концентрации.

Приборы и принадлежности:

рефрактометр, набор исследуемых жидкостей, растворы сахара с разными концентрациями.



Порядок выполнения работы на рефрактометре rl -2

1. Открывают зеркало подсветки шкалы 9 и устанавливают его так, чтобы изображение шкалы, наблюдаемое в окуляр, было равномерно освещено. Если дневного света недостаточно, включают электролампу. Резкость изображения устанавливается вращением головки окуляра 8.
2. Открывают заслонку окна осветительной призмы 4.
3. Осторожно откидывают верхнюю призму 3 и на поверхность нижней (измерительной) призмы 2 наносят 2-3 капли исследуемого раствора.
4. Опускают верхнюю призму 3.
5. Вращают маховик 7 до тех пор, пока в поле зрения окуляра не появится граница света и тени.
6. Устраняют окраску светотени, вращая рукоятку компенсатора 6.
7. Вращением окуляра 8 зрительной трубы производят дополнительную настройку на резкость изображения.

8. Вращая маховик 7 совмещают границу раздела светотени с центром перекрестия и по шкале показателей преломления производят отсчёт.

9. Всего производят 3 измерения с каждым раствором. Результаты измерений записывают в таблицу 1 и таблицу 2.

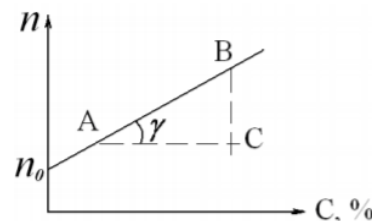
10. Вычерчивают диаграмму зависимости показателя преломления n от концентрации раствора C . На ось ординат также наносятся значения показателя преломления n_0 для дистиллированной воды. Через полученные точки проводят прямую.

11. Из диаграммы $n = f(C)$ находят значение k – инкремента показателя преломления:

$$k = \operatorname{tg} \gamma = \frac{BC}{AC},$$

где BC – разность показателей преломления, AC – разность значений концентрации растворов. Значения AC и BC берут не в сантиметрах, а в единицах величин соответствующих осей.

12. Записывают аналитическую зависимость $n = f(C)$, используя формулу и подставляя вместо k и n_0 найденные значения.



Вопросы для допуска к работе

1. Какие приборы называются рефрактометрами? Где они применяются?
2. Что называется относительным показателем преломления? Абсолютным?
3. Каков физический смысл абсолютного показателя преломления?
4. Как зависит показатель преломления от концентрации раствора?
5. Объясните принцип действия рефрактометра.

Вопросы для защиты работы

1. Поясните оптическую схему рефрактометра.
2. В чем заключается явление полного внутреннего отражения?
3. Проанализируйте по диаграмме полученные результаты и сделайте выводы.
4. Критические замечания к методу измерений.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

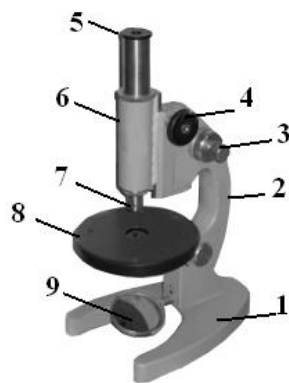
Лабораторная работа № 29

Определение показателя преломления стекла при помощи микроскопа

Цель работы: ознакомление с техническими деталями устройства микроскопа; измерение показателя преломления стеклянных пластинок.

Приборы и принадлежности:

измерительный микроскоп с микрометрическим винтом, микрометр, измеряемые стеклянные пластинки, осветитель.



Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Микрометром измеряют истинную толщину стеклянной пластинки H в том месте, где нанесены штрихи, и берут ее значение в миллиметрах.

2. Определяют кажущуюся толщину стеклянной пластинки h , для чего пластинку кладут на предметный столик 8 микроскопа под объектив 7 так, чтобы оба штриха пересекли оптическую ось прибора. Вращением барашка 4 опускают тубус 6 в крайнее нижнее положение.

3. Вращением винта 3 совмещают метку на корпусе микроскопа с 0 шкалы механизма 3 точной фокусировки.

4. Наблюдая в окуляр 5 и медленно вращая барашек 4, поднимают тубус до появления в поле окуляра резкого изображения риски на нижней поверхности пластинки.

5. Затем, вращая барашек 3 механизма точной фокусировки и считая при этом число оборотов микрометрического винта, получают резкое изображение риски на верхней поверхности пластинки. Количество оборотов микрометрического винта с учетом цены деления даст величину h , мм:

$$h = (NZ + 0,002 m),$$

где N – число полных оборотов барабана винта; Z – шаг винта, равный $Z = 0,002 \times 50 = 0,1$ (мм); 50 – число делений в одном полном обороте барабана; 0,002 – цена одного деления барабана винта в мм; m – число делений в неполном обороте барабана.

6. По формуле

$$n = \frac{H}{h}$$

вычисляют показатель преломления стекла.

7. Измерение истинной и кажущейся толщины каждой пластинки производят не менее трех раз; определяют среднее и истинное значения показателя преломления стекла. Полученные результаты измерений заносят в таблицу.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Поясните физический смысл показателя преломления.
3. Опишите порядок выполнения работы.
4. Объясните принцип действия микроскопа.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте основные законы геометрической оптики.
2. Как связаны показатель преломления среды и скорость распространения света в ней?
3. Почему при рассмотрении предмета через плоскую стеклянную пластинку он кажется расположенным ближе?
4. Начертите ход лучей в микроскопе.
5. Выведите формулу для расчета относительной погрешности, пользуясь дифференциальным методом.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

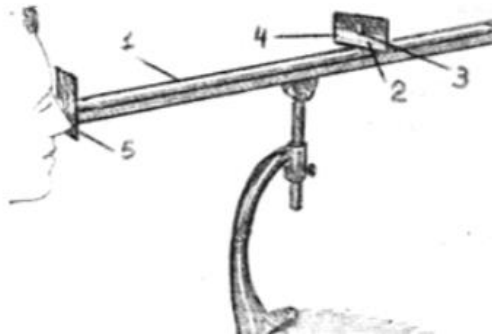
Лабораторная работа № 30

Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки

Цель работы: изучение дифракционного спектра;
определение спектрального состава излучения.

Приборы и принадлежности: источник света, дифракционная решетка, щель, шкала с делениями.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



1. Включают лампу накаливания;
2. По оптической скамье 1 передвигают ползушку 2 с прорезанной в ней щелью 3, устанавливая расстояние R – от щели 3 до решётки 5, заданное преподавателем.
3. По шкале 4 измеряют расстояния S – от центра щели 3, до красной линии спектра первого порядка, от центра щели до зелёной линии спектра первого порядка и от центра щели до фиолетовой линии спектра первого порядка.
4. Изменяют расстояние R , перемещая ползушку на следующее заданное расстояние, и измеряют следующие значения S – от центра щели до красной, зелёной, фиолетовой линии спектра первого порядка.
5. Данные заносят в таблицу.

6. Вычисляют длину волн по формуле $\lambda = \frac{S \cdot d}{m \cdot R}$,

где $d = 0,01$ мм, $m = 1$.

7. Рассчитывают абсолютную и относительную погрешности.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Объясните, в чем заключается явление дифракции света.
3. Опишите порядок выполнения работы.
4. Опишите устройство и назначение дифракционной решетки в данной работе.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса–Френеля.
2. Что такое зоны Френеля? Как они строятся?
3. При каких условиях наблюдается дифракция Фраунгофера? Дифракция Френеля?
4. Поясните дифракцию от одной щели и постройте ход лучей. Каковы условия усиления и ослабления света в этом случае?
5. Дайте определение дифракционной решетки.
6. Постройте ход лучей при дифракции от N щелей. Каковы условия усиления и ослабления света в этом случае?
7. Почему при использовании белого света боковые максимумы радужно окрашены, а центральный максимум белый?

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

Лабораторная работа № 31

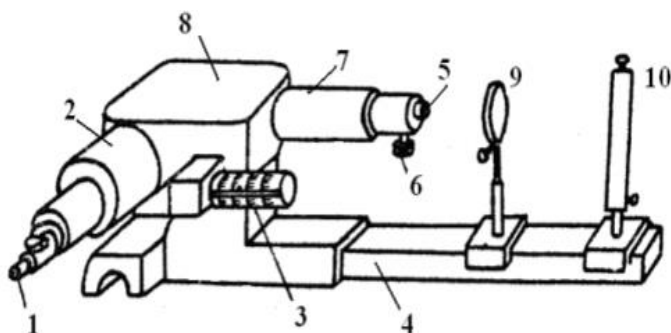
Изучение спектрального аппарата

Цель работы: изучение и градуировка монохроматора, определение дисперсии и разрешающей способности призмы монохроматора.

Приборы и принадлежности: монохроматор УМ-2, ртутная лампа.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Задание А. Отградуировать монохроматор



1 – окуляр; 2 – выходная труба;
3 – барабан поворота диспергирующей призмы с отсчетными делениями;
4 – рельс, на котором крепится источник света и конденсор; 5 – входная щель;
6 – микрометрический винт для регулировки ширины щели; 7 – коллиматор;
8 – диспергирующая призма;
9 – конденсор; 10 – источник света.



1. Включают ртутную лампу 10.

2. Поворачивая барабан 3, просматривают через окуляр 1 весь спектр. На рисунке слева изображен вид поля зрения окуляра с набором спектральных линий и указателем.

3. Совмещают с указателем окуляра последовательно линии ртути от красной до фиолетовой, и делают отсчеты по шкале барабана монохроматора, отмечая цвет линий.

4. Измерения повторяют два раза. При этом следует подводить каждую линию к центру щели только с одной стороны во избежание погрешности за счет люфта барабана.

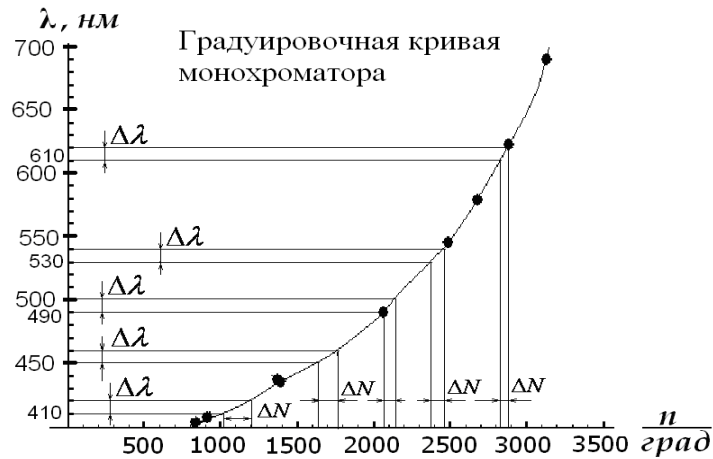
5. Полученные данные заносят в таблицу.

6. Вычисляют среднее значение показаний шкалы барабана для каждой линии.

7. По данным таблицы строят градуировочную кривую монохроматора $N_{\text{бар}} = f_1(\lambda)$. Масштаб следует выбрать так, чтобы диаграмма была достаточно большой и позволяла чётко определить длину волны до 1 нм.

Задание В. Рассчитать линейную дисперсию прибора

1. По градуировочной кривой монохроматора определяют интервалы значений показаний барабана $\Delta N_{\text{бар}}$ для следующих участков спектра: 410, 450, 490, 530, 570, 610 нм. Величина $\Delta\lambda$ берется по указанию преподавателя. Данные заносят в таблицу.



2. Переводят интервалы показаний барабана $\Delta N_{\text{бар}}, \dots^\circ$ в интервалы угла поворота диспергирующей призмы $\Delta\varphi''$, учитывая, что 2° по барабану соответствуют $20''$ поворота призмы. Тогда $\Delta\varphi'' = 10 \cdot \Delta N_{\text{бар}}$. Затем переводят секунды в радианы: $1'' = 4.84 \cdot 10^{-6} \text{ рад}$.

3. По формуле

$$D_\varphi = \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda}$$

вычисляют угловую дисперсию монохроматора, заменяя малые интервалы $\delta\varphi$ и $\delta\lambda$ на $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$.

4. По формуле

$$D_l = f \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda} = f \cdot D_\varphi$$

и данным таблицы 2 вычисляют линейную дисперсию призмы монохроматора: $D_l = f \cdot D_\varphi$ для соответствующих участков спектра (фокусное расстояние $f = 280 \text{ мм}$).

5. По полученным данным строят дисперсионную кривую $D_l = f_2(\lambda)$ на одном графике с градуировочной кривой.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Каково назначение монохроматора?
3. Как градуируется монохроматор?
4. Как рассчитать линейную дисперсию призмы монохроматора и определить ее разрешающую способность?

Вопросы для защиты работы

1. Поясните оптическую схему монохроматора.
2. Каково назначение основных частей монохроматора?
3. По диаграммам $N_{\text{бар}} = f_1(\lambda)$, $D_l = f_2(\lambda)$, $R = f_3(\lambda)$ проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.
4. Опишите практическое использование монохроматора.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

Лабораторная работа № 32

Изучение явления поляризации света

Цель работы: получение и наблюдение картины распределения механических напряжений в прозрачных моделях; проверка закона Малюса.

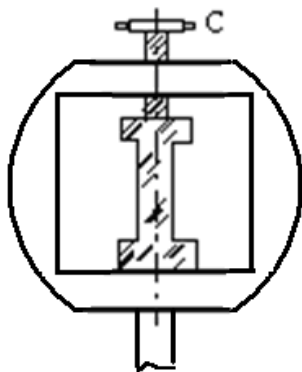
Приборы и принадлежности: полярископ, набор прозрачных моделей, микрометр, фотоэлемент, амперметр.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

Задание А. Наблюдение картины распределения механических напряжений

1. Включают лампу осветителя в сеть переменного тока.

3. Исследуемый образец устанавливают в пресс для сжатия, не зажимая его, и помещают его между поляризатором и анализатором. Наблюдают в окуляр в положении образца. Затем дают нагрузку (деформация сжатия), для чего заворачивают винт С.



4. Рассматривают картину интерференции и зарисовывают изохроматические линии.

5. Такие же действия производят с другими моделями.

Задание В. Проверка закона Малюса

Проверка закона Малюса проводится на установке, оптическая схема которой приведена на рисунке ниже.

1. Включают установку в сеть переменного тока.

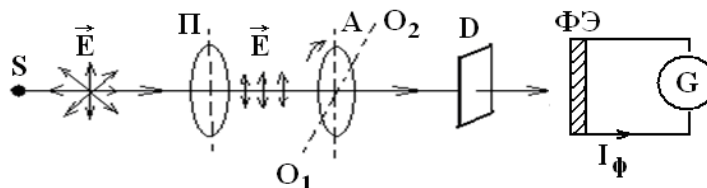
2. Снимают крышку с фотоэлемента и помещают его вплотную к окуляру.

4. Устанавливают на лимбе анализатора угол $\alpha = 90^\circ$, что соответствует углу

$$\varphi = \alpha - \frac{\pi}{2} = 0^\circ$$

и максимальному значению фототока.

5. Поворачивая анализатор, через каждые 30° снимают зависимость силы тока от угла поворота анализатора. Отсчеты производят от 0° до 360° . Результаты измерений заносят таблицу.



S – источник света; P – поляризатор; A – анализатор; O_1O_2 – ось вращения анализатора; D – матовое стекло; $\Phi Э$ – фотоэлемент; G – гальванометр.

Анализатор A может вращаться вокруг оси O_1O_2 . Поворачивая анализатор, изменяем интенсивность света, падающего на фотоэлемент $\Phi Э$, соединенный с гальванометром. В зависимости от интенсивности света сила фототока I_ϕ будет меняться. Для проверки закона Малюса снимают зависимость силы фототока I_ϕ от квадрата косинуса угла φ .

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. В чем заключается явление поляризации света?
3. В чем различие естественного света от поляризованного?
4. В чем заключается явление фотоупругости?
5. Сформулируйте закон Малюса.
6. Опишите порядок проведения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Виды поляризации. Дайте определение плоско поляризованной волны?
2. Явление двойного лучепреломления. Его суть.
3. Свойства обыкновенного и необыкновенного лучей.
4. Волновая поверхность в кристалле. Оптически положительные и оптически отрицательные одноосные кристаллы.
5. Интерференция поляризованных лучей.

6. Призма Николя.
7. Практическое использование метода фотоупругости.
8. Критические замечания к рабочей установке и методу измерений.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

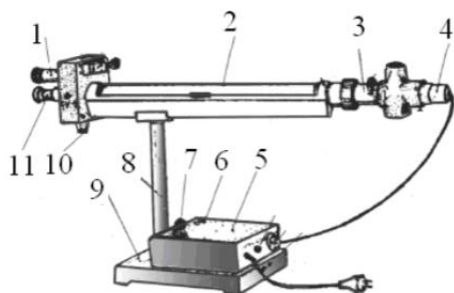
Лабораторная работа № 33

Определение концентрации сахара в растворе по углу вращения плоскости поляризации

Цель работы: градуировка сахариметра, т.е. установление зависимости между делениями шкалы и концентрацией раствора сахара; построение зависимости $N = f(C)$; определение концентрации C_x раствора сахара

Приборы и принадлежности: сахариметр, кювета поляриметрическая, растворы сахара.

Порядок выполнения работы обработка результатов измерений



- 1 – лупа; 2 – кюветное отделение;
- 3 – оправа с поляризатором и полутеневой пластиной;
- 4 – осветительный узел;
- 5 – крышка; 6 – кнопка для включения осветителя;
- 7 – ручка резистора; 8 – стойка; 9 – основание;
- 10 – рукоятка клинового компенсатора;
- 11 – зрительная труба

1. Включают сахариметр в сеть.
2. Окуляр зрительной трубы 11 устанавливают на максимальную резкость изображения вертикальной линии полей сравнения; лупу 1 устанавливают на максимальную резкость изображения шкалы и нониуса.
3. Ручкой 10 добиваются, чтобы половины поля зрения были одинаково окрашены и имели минимальную яркость. Если прибор настроен правильно, то нуль нониуса совпадет с нулем шкалы.
4. Между поляризатором и анализатором в кюветное отделение 2 помещают трубку с раствором сахара известной концентрации C_1 . Так как раствор повернул плоскость поляризации луча, фотометрическое равенство половин поля зрения нарушается, и видна четкая граница различно окрашенных полутеней.
5. С помощью компенсатора 10 восстанавливают фотометрическое равенство, т.е. добиваются того, чтобы полутени стали снова неразличимы, и записывают деления шкалы сахариметра N_1 .
6. Зная концентрацию раствора сахара и среднее удельное вращение α , подсчитывают угол поворота плоскости поляризации φ_1 по формуле

$$\varphi = \alpha \cdot d \cdot C,$$

где d – длина поляриметрической кюветы в дм.

7. Заполняют трубку раствором сахара концентрации C_2 . Находят деление шкалы N_2 и угол поворота φ_2 и т.д.
8. Полученные данные заносят в таблицу.
9. По данным таблицы строят зависимость $N = f(C)$, откладывая по оси ординат деления шкалы прибора, а по оси абсцисс – концентрацию раствора C .

10. Помещают между поляризатором и анализатором раствор сахара неизвестной концентрации C_x и вновь производят измерения, записывая деления шкалы N_x в момент исчезновения границ половин поля зрения.

11. По диаграмме $N = f(C)$ определяют концентрацию C_x раствора сахара.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Объясните принцип действия сахариметра. Опишите порядок выполнения работы.
3. Какие вещества называются оптически активными?
4. От чего зависит поворот плоскости поляризации света в оптически активном веществе?

Вопросы для защиты работы

1. Оптическая схема сахариметра.
2. Объясните по Френелю поворот плоскости поляризации.
3. Зависимость удельного вращения от агрегатного состояния вещества.
4. Анализ диаграммы зависимости $N = f(C)$.
5. Практическое использование данного метода и рабочей установки.

Форма отчетности: отчёт по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6.

Лабораторная работа № 34

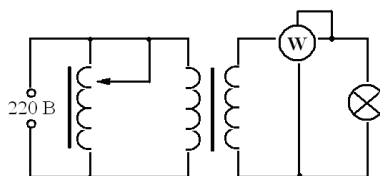
Определение постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка при помощи оптического пирометра

Цель работы: изучение работы оптического пирометра и измерение с его помощью температуры нагретого тела; определение постоянной, в законе Стефана-Больцмана и расчёт постоянной Планка.

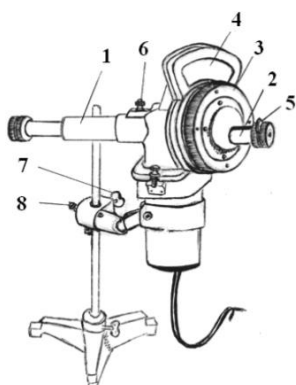
Приборы и принадлежности: пирометр с исчезающей нитью, лампа с вольфрамовой нитью, ваттметр, трансформатор.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Собирают электрическую цепь.



2. Перемещая окуляр пирометра, устанавливают его так, чтобы стала отчетливо видна нить пирометрической лампы.



- 1 – тубус объектива зрительной трубы пирометра;
- 2 – тубус окуляра зрительной трубы;
- 3 – кольцо реостата пирометра;
- 4 – шкала вольтметра пирометра;
- 5 – красный светофильтр;
- 6 – дымчатый светофильтр;
- 7 – винт вертикального перемещения прибора;
- 8 – винт горизонтального перемещения прибора.



3. Медленно вращая кольцо 3 пирометра, изменяют яркость нити пирометра до тех пор, пока средний участок нити эталонной лампы не сравняется с яркостью нити испытуемой лампы (их яркости станут одинаковыми и поэтому нити станут трудноотличимыми). В этот момент производят отсчет по нижней шкале пирометра значения яркостной температуры нити лампы.

4. Так как волосок лампочки накаливания не является абсолютно черным телом, то для определения действительной температуры вводят поправку Δt , которую определяют по диаграмме.

5. Опыт повторяют три раза для различных значений мощности P . Полученные данные заносят в таблицу результатов 1.

6. По формуле

$$\sigma = \frac{P}{S(T^4 - T_0^4)}$$

вычисляют постоянную Стефана-Больцмана и затем находят ее среднее значение. Здесь P – мощность, определяемая ваттметром; T – температура вольфрамовой нити и T_0 – температуры среды, выраженные в кельвинах.

7. Используя формулу

$$h = \sqrt[3]{\frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 \langle \sigma \rangle}}$$

по найденному среднему значению величины $\langle \sigma \rangle$ определяют постоянную Планка h , где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

8. Результаты расчетов записывают в таблицу 2.

9. Оценивают погрешность результатов измерений величин как отклонение от табличного значения:

$$\Delta \sigma = |\langle \sigma \rangle - \sigma_{табл}|, \quad \Delta h = |\langle h \rangle - h_{табл}|,$$

где $\sigma_{табл} = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2 К^4}$, $h_{табл} = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Опишите экспериментальную установку и порядок выполнения работы.
3. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана и поясните физический смысл величин, входящих в него.
4. Запишите рабочие формулы для определения постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Планка

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определение основным спектральным характеристикам теплового излучения.
2. Сформулируйте закон Кирхгофа и поясните физический смысл величин, входящих в него.
3. Объясните физический смысл постоянной σ .
4. Запишите функцию Планка. Выведите закон Стефана-Больцмана.
5. Объясните практическое использование оптического пирометра.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

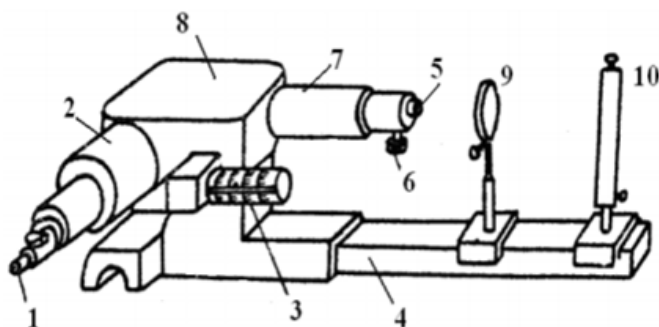
Лабораторная работа № 35

Исследование селективного фотоэффекта

Цель работы: снятие спектральной характеристики селенового фотоэлемента

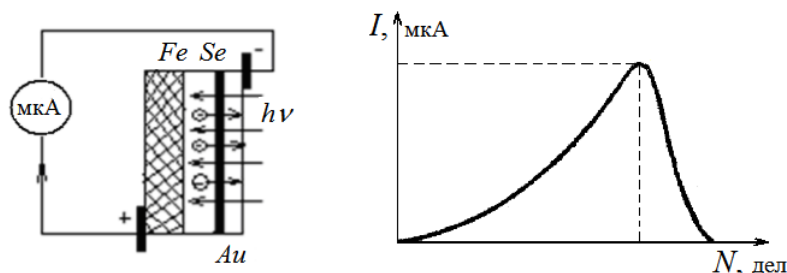
Приборы и принадлежности: монохроматор УМ-2, лампа накаливания, селеновый фотоэлемент, гальванометр, дисперсионная кривая монохроматора УМ-2

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений



- 1 – окуляр; 2 – выходная труба;
- 3 – барабан поворота диспергирующей призмы с отсчетными делениями;
- 4 – рельс, на котором крепится источник света и конденсор;
- 5 – входная щель;
- 6 – микрометрический винт для регулировки ширины щели;
- 7 – коллиматор;
- 8 – диспергирующая призма;
- 9 – конденсор; 10 – источник света.

1. В качестве источника света включают лампу накаливания 10.



2. Устанавливают фотоэлемент вплотную к окуляру 1 выходной щели монохроматора.
3. Устанавливают необходимую ширину щелей монохроматора. Примерная ширина выходной и входной щелей (0,2...0,3) мм.
4. Вращая барабан 3 монохроматора, отмечают показания микроамперметра, соответствующие тем или иным значениям шкалы барабана. В районе максимума чувствительности фотоэлемента поворачивают барабан на меньший угол, чтобы получить большое количество экспериментальных точек (замеров).
5. Результаты измерений заносят в таблицу.
6. Используя дисперсионную кривую монохроматора, определяют длину волны, соответствующую максимальному фототоку.
7. Вычерчивают диаграмму зависимости фототока от длины волны света, т.е. полученная кривая $I = f(\lambda)$ или $I = f(N)$ является спектральной характеристикой фотоэлемента.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Поясните явление фотоэффекта. Какой тип фотоэффекта изучается в работе?
3. Дайте определение спектральной чувствительности фотоэлемента.
4. Опишите порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.
2. Поясните устройство и принцип действия вентильного селенового фотоэлемента.
3. Проведите анализ полученных результатов и сделайте выводы.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

Лабораторная работа № 36

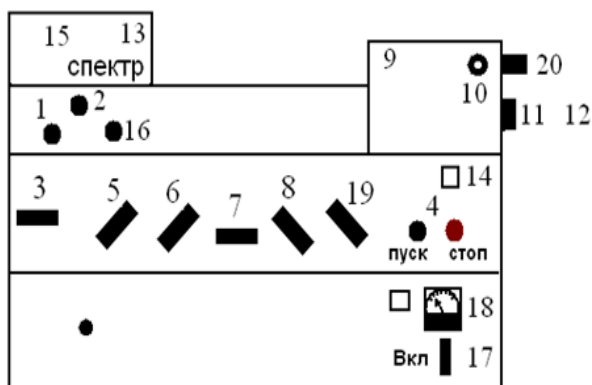
Изучение спектра излучения атомов цинка

Цель работы: исследование спектра излучения паров цинка в видимой области спектра.

Приборы и принадлежности: стилоскоп «Спектр», градуировочная кривая стилоскопа, образец цинка или цинкосодержащего вещества.

Порядок выполнения работы

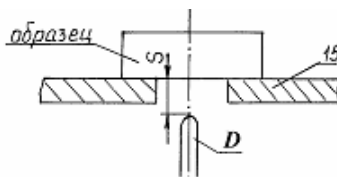
1. Изучить описание стилоскопа «Спектр».



Внешний вид стилоскопа

1 – ручка перемещения медного электрода в горизонтальной плоскости; 2 – ручка поворота медного электрода на оси; 3 – переключатель «анод-катод»; 4 – кнопки «пуск», «стоп»; 5 – переключатель разряда; 6 – переключатель индуктивности; 7 – переключатель емкости; 8 – переключатель фазы; 9 – корпус стилоскопа с оптикой; 10 – окуляр; 11 – маховичок поворота призмы; 12 – барабан с отсчетной шкалой; 13 – откидная крышка столика для образца и электрода; 14 – корпус генератора; 15 – столик для образца; 16 – ручка подъема и опускания медного электрода; 17 – переключатель силы тока; 18 – амперметр; 19 – переключатель количества импульсов; 20 – шкала отсчета положения спектральных линий.

2. Расположить дисковый электрод D относительно поверхности столика 15 в соответствии с рисунком ($S = 2-3$ мм). Расстояние S регулируется вращением ручки 16. На столик 15 поместить образец цинка или цинкосодержащего вещества (например, латунь), расположив его над дисковым электродом.



Расположение дискового электрода относительно столика:

15 – столик для образца; D – дисковый электрод;

S – расстояние между образцом и электродом

3. Установить переключатели «Переключ. тока» в положение «5А», переключатели «Катод» и «Анод» – в положение «выкл.», «комбинированный разряд» – в положение П, «Индуктивность» – «0», «Емкость» – «0», «Фаза» – «60°», «Количество импульсов» – «1». Включить генератор в сеть 220 В и нажать кнопку «Пуск». Если дуга не зажигается, обратиться к преподавателю или лаборанту.

4. Белую точку, нанесенную на маховичке 11 установить против обозначения шкалы 20.

5. Исследовать спектр цинка, вращая маховичок 11 и рассматривая линии цинка в окуляр 10 стилоскопа. При этом необходимо учитывать, что *наблюдаемый спектр представляет собой наложение двух спектров:* спектра меди (от дискового электрода) и спектра цинка. Поэтому при определении искомым линий триплета цинка следует руководствоваться взаимным расположением линий и градуировочным графиком стилоскопа. Линии триплета следует искать в диапазоне $465 < \lambda < 485$ нм (голубые линии спектра).

6. Установить каждую найденную линию триплета против треугольного выреза визира. Записать числовые отсчеты по шкале 20. По градуировочному графику определить длины волн линий триплета. Данные занести в таблицу результатов.

7. Выключить стилоскоп (кнопка «Стоп»).

8. Определить расстояние между энергетическими уровнями, ответственными за спектральные линии по формуле:

$$\Delta E = h\nu = hc/\lambda,$$

где h – постоянная Планка; c – скорость света; λ, ν – длина волны и частота излучаемого света. Результат выразить в эВ.

9. Начертить для атома Hg ($n = 6$), Cd ($n = 5$) и Zn ($n = 4$) фрагменты полной энергетической схемы, отображающие расположение уровней энергии n^1S_0 , $(n+1)^3S_1$, n^3P_0 , n^3P_1 , n^3P_2 , используя таблицу и рисунок.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Опишите рабочую установку.
4. Поясните природу линейчатых спектров атомов.
5. Опишите порядок обработки результатов.

Вопросы для защиты работы

1. Какие квантовые числа задают состояние электронов в атоме? Как они обозначаются?
2. Сформулируйте принцип Паули.
3. Объясните энергетическую диаграмму атома натрия и ее отличие от энергетической диаграммы атома водорода
4. Объясните причины расщепления уровней натрия на 2 подуровня.
5. Объясните причину мультиплетности уровней атомов Hg , Cd и Zn .
6. Как определить для многоэлектронных атомов полные орбитальный и полный спиновый моменты импульсов атома? Какую связь называют LS -связью?
7. Какими выражениями определяются значения результирующих моментов атома?
8. Объясните схему энергетических уровней атома ртути.
9. Дайте анализ фрагментов полной схемы энергетических уровней атомов ртути, кадмия и цинка.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

Лабораторная работа № 37

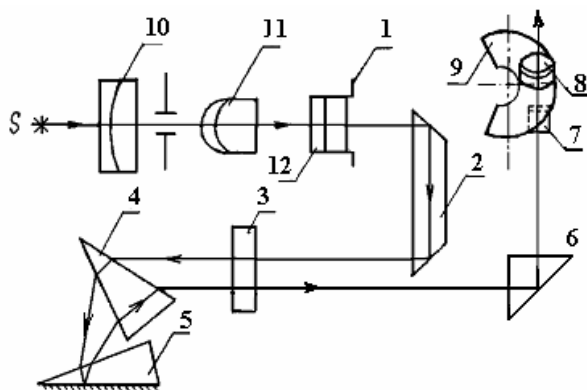
Качественный спектральный анализ

Цель работы: провести качественный анализ образцов латуни.

Приборы и принадлежности: стилоскоп СЛ-12 «Спектр», образцы латуни, эталонные образцы, градуировочный график.

Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений

1. Ознакомьтесь со стилоскопом, ниже приведена оптическая схема стилоскопа СЛ-12.



- 1 – входная щель стилоскопа;
- 2 – отражательная призма;
- 3 – объектив;
- 4 и 5 – диспергирующие призмы;
- 6 – прямоугольная призма;
- 7 – зеркало;
- 8 – окуляр;
- 9 – фотометрический клин;
- 10, 11, 12 – трехлинзовая система.

2. Расположить дисковый электрод D относительно поверхности столика 1 в соответствии с рисунком ($S = 2-3$ мм). Поместить на столик медный электрод-образец, расположив его над дисковым электродом.

3. Установить переключатели «Переключ. тока» в положение «5А»; переключатели – «Катод», «Анод» – в положение «Выкл»; «Комбинированный разряд» – в положение 2; «Индуктивность» – «0»; «Емкость» – «0»; «Фаза» – -60° ; «Количество импульсов» – 1. Включить генератор в сеть 220 В и нажать кнопку «Пуск».

4. Белую точку, нанесенную на маховичке 11, установить против обозначения шкалы 20.

5. Исследовать спектр меди, рассматривая его линии в окуляр стилоскопа. Вращая маховичок 11, качественно ознакомиться со спектром, различая менее интенсивные линии от более интенсивных.

В качестве отправных линий можно выбрать характерные линии в спектре меди. Особенно характерными являются яркие зеленые линии:

$$\lambda = 510,5 \text{ нм}; \lambda = 515,3 \text{ нм}; \lambda = 521,8 \text{ нм} - 522 \text{ нм (дублет)}.$$

6. Наблюдают наиболее интенсивные линии спектра меди: две в желтой части спектра, три – в зеленой, четыре – в синей и четыре – в фиолетовой части спектра. Каждую линию устанавливают против визира окуляра. Записывают их числовые отсчеты по шкале 20. Отключить генератор от сети.

7. Исследовать спектр цинка. Для этого поместить на столик вместо медного образец цинка. Снова зажечь дугу. Наблюдаемый при этом спектр, представляет собой наложение спектра меди и спектра цинка. Поэтому в анализируемом спектре наряду с линиями цинка обязательно будут присутствовать линии меди, отмеченные в пункте 6. Сравнивая наблюдаемый спектр со спектром меди, отметить интенсивные линии цинка. Характерными в спектре цинка являются красная линия с длиной волны

$$636,4 \text{ нм} \text{ и голубые с длинами волн } 481,0 \text{ нм}; 472,2 \text{ нм}; 468,0 \text{ нм}.$$

8. Исследовать спектр латуни. Для этого поместить на столик вместо цинкового электрода латунный. Снова зажечь дугу. Сравнить спектр латуни со спектром меди. В нем обязательно будут присутствовать все интенсивные линии, характерные для спектра меди (постоянный электрод – медный).

В спектре латуни наблюдается наличие четырех интенсивных линий, отсутствующих в спектре меди. Одна имеет красный цвет, другие три – голубой. Записать в протокол соответствующие отсчеты. Отключить генератор от сети. Сравнивая полученный спектр со спектром цинка, убедиться, что появившиеся линии являются линиями цинка, т.е. латунь – это сплав меди с цинком.

9. Обработать результаты измерений, относящиеся к спектру меди. На миллиметровой бумаге построить масштабную линейку спектра меди, где по горизонтали отложить отсчеты по барабану (по шкале 20), каждую линию спектра (согласно п. 6) изобразить вертикальной линией.

10. По имеющемуся в лаборатории градуировочному графику определить длины волн, исследованных линий спектра меди. Выписать у линий масштабной линейки (построенной в соответствии с п.9) длину волны в нм.

11. Обработать результаты измерений, относящиеся к спектру цинка. На миллиметровой бумаге построить масштабную линейку спектра цинка, где по горизонтали отложить отсчеты по барабану. Каждую линию спектра изобразить вертикальной линией и написать длину волны.

12. Построить масштабную линейку спектра латуни, на которой отметить исследованные спектральные линии. По градуировочному графику определить длины волн исследованных линий. Сопоставляя линейки спектров, сделать вывод о химическом составе латуни.

Вопросы для допуска к работе

1. Сформулируйте цель работы.
2. Дать определение качественного спектрального анализа.
3. Объяснить устройство стилоскопа СЛ-12.
4. Привести порядок выполнения работы.

Вопросы для защиты работы

1. Пояснить оптическую схему стилоскопа СЛ-12.
2. Назвать виды спектров.
3. Почему каждый элемент имеет свои характерные линии?
4. В чем состоит преимущество спектрального анализа по сравнению с химическим?
5. Дать критические замечания к работе.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, выполненный по образцу, в соответствии с заданием.

Основная литература

№ 1, № 2

Дополнительная литература

№ 3, № 6

9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

В процессе изучения физики студент должен выполнить контрольную работу. Решение задач в контрольной работе является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса. Перед выполнением контрольной работы студенту необходимо внимательно ознакомиться с примерами решениями задач по данной контрольной работе, уравнениями и формулами, а также со справочным материалом, приведенным в конце методических указаний. Выбор задач производится по таблице вариантов, приведенной в методических указаниях (номером варианта является последняя цифра в номере зачетки). Правила оформления контрольной работы и примеры решения задач:

1. Условия задач студенты переписывают полностью без сокращений.

2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).

Пример такой записи.

В задаче указано: «За время $t = 0,5$ мин вагон прошел путь $s = 11$ км, масса вагона $m = 16$ т».

Записывают:

$$t = 0,5 \text{ мин} = 30 \text{ с};$$

$$s = 11 \text{ км} = 11 \cdot 10^3 \text{ м};$$

$$m = 16 \text{ т} = 16 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

Фрагмент задачи из раздела «Электромагнетизм».

«Рамка площадью $S = 50 \text{ см}^2$, содержащая $N = 100$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 40 \text{ мТл}$). Частота вращения рамки $n = 960 \text{ об/мин}$ ».

Записывают:

$$S = 50 \text{ см}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$N = 100 \text{ витков};$$

$$B = 40 \text{ мТл} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ Тл};$$

$$n = 960 \text{ об/мин} = 16 \text{ об/с}.$$

Еще один пример задачи из раздела «Оптика».

«На дифракционную решетку, содержащую $n = 500$ штрихов на 1 мм , падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ ».

Записывают:

$$n = 500 \frac{\text{шт}}{\text{мм}} = 5 \cdot 10^2 \frac{\text{шт}}{10^{-3} \text{ м}} = 5 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1}$$

здесь слово «штрихи» можно опустить, тогда:

$$\lambda = 0,5 \text{ мкм} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

3. Все задачи следует решать в международной системе единиц (СИ).

4. К большей части задач необходимы поясняющие чертежи или графики с обозначением всех величин. Чертежи следует выполнять аккуратно при помощи чертежных инструментов; объяснение решения должно быть согласовано с обозначениями на чертежах.

5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.

6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.

7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.

9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.

Например, для определения расстояния s , которое пройдет тело массой m до остановки, двигаясь равнозамедленно под действием силы трения $F_{тр}$, была получена формула:

$$s = \frac{V_0^2 \cdot m}{2F_{тр}}$$

где V_0 – скорость движения тела в начальный момент времени.

Осуществим проверку размерности полученной формулы:

$$[s] = \left[\frac{V_0^2 \cdot m}{F_{тр}} \right] = \left[\frac{(m^2/c^2) \cdot кг}{Н} \right] = \left[\frac{m^2 \cdot кг}{c^2 \cdot кг \cdot м/c^2} \right] = [м].$$

Здесь, исходя из второго закона Ньютона, единицу измерения силы 1Н расписывают как 1(кг · м/с²).

10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

11. Вычисления следует производить с точностью, соответствующей точности исходных числовых данных условия задачи. Если исходные численные значения даны с точностью до одного знака, то и расчет выполняется с точностью до одного знака. Если они даны с точностью до двух (трех) знаков, то и расчет выполняется с точностью до двух (трех) знаков. Числа следует записывать, используя множитель 10, например, не 0,000347, а $3,47 \cdot 10^{-4}$.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются, для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения практических занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7;

Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;

Adobe Reader.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудиторий</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР</i>
ЛР	Лаборатория оптики и фи-	Учебная мебель, микроскоп МБУ-4А; пирометр с исчезающей нитью ОПИР-9, ЛАТР, ваттметр ДБЗ9;	28 – 37

	зика твердого тела	установка МУК-0; монохроматор УМ-2, УФ лампа, фотоэлемент источник питания ИПС1, блок амперметра-вольтметра АВ1, стенд с объектами исследований СЗ-ОК01; спектральный аппарат СПЕКТР; вольтметр В7-35; полярископ СМ-3; лампа ФЛ 74011; сахариметр RL-2	
ЛР	Лаборатория механики и молекулярной физики	Учебная мебель, FPM-07 – для измерения ускорения свободного падения; FPM-08 – для измерения импульса и механической энергии; FPM-09 – для определения скорости полета пули; FPM-15 – маятник Обербека; FPM-07 – наклонный маятник; FPM-03 – маятник Максвелла; FPM-05 – крутильный маятник с миллисекундомером; FPM-06 – универсальный маятник; установка для определения теплоемкостей газа методом Клемана-Дезорма; электрическая плитка ЭПШ1-0; FPM-10; звуковой генератор ГЗ-109, осциллограф Н3013; генератор сигналов низкочастотный ГЗ-102.	1 – 18
ЛР	Лаборатория электричества и электромагнетизма	Учебная мебель, магазин сопротивления МСР-60, гальванометр М45МОМЗ, реостат РСР; осциллограф С1-73, реостат РСР 500, магазин емкостей Р5025; реостат РСР 1280, вольтметр В7-35, эл. осциллограф УПМ; источник питания АГАТ, амперметр Э514, тангенсгальванометр, реостат РСР 33; вольтметр В7-35, вольтметр Э58; установка FPM-01; осциллограф С1-75, генератор Л 31, вольтметр В7-35; генератор сигналов ГЗ-102; плитка электрическая ЭПШ1-0; осциллограф Н3013, С1-68	19 – 27
кр	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	
СР	Читальный зал №1	Учебная мебель, 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	

Приложение 1

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессио-	1. Механика	1.1. Введение. Кинематика поступательного и вращательного движения	экз. вопросы № 1.1 – 1.3
			1.2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона	экз. вопросы № 1.4, 1.5
			1.3. Силы в механике и их классификация	экз. вопросы № 1.6 – 1.9
			1.4. Законы сохранения. Кинетическая энергия, работа, мощность	экз. вопросы № 1.10
			1.5. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической	экз. вопросы № 1.11, 1.12

	нальных задач		энергии.	
			1.6. Динамика вращательного движения твердого тела. Момент силы, момент инерции	экз. вопросы № 1.13, 1.14
			1.7. Основной закон динамики вращательного движения	экз. вопросы № 1.15, 1.16
			1.8. Кинематика гармонических колебаний	экз. вопросы № 1.17, 1.18
			1.9. Сложение гармонических колебаний	экз. вопросы № 1.19, 1.20
			1.10. Динамика гармонических колебаний.	экз. вопросы № 1.21, 1.22
			1.11. Затухающие и вынужденные механические колебания	экз. вопросы № 1.23, 1.24
		2. Молекулярная физика и термодинамика	2.1. Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния.	экз. вопросы № 2.1
			2.2. Основное уравнение МКТ идеального газа	экз. вопросы № 2.2–2.4
			2.3. Элементы классической статистики: распределение Максвелла, Больцмана.	экз. вопросы № 2.5–2.7
			2.4. Физическая кинетика: явления переноса	экз. вопросы № 2.8
	2.5. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.		экз. вопросы № 2.9, 2.10	
	2.6. МКТ теплоемкости идеального газа		экз. вопросы № 2.11–2.13	
	2.7. Круговой процесс. Энтропия. Второй закон термодинамики. Цикл Карно и его КПД		экз. вопросы № 2.14–2.16	
	3. Электромагнетизм	3.1. Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность как силовая характеристика поля	экз. вопросы № 3.1, 3.2	
		3.2. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме	экз. вопросы № 3.3	
		3.3. Потенциал электрического поля. Работа сил электростатического поля.	экз. вопросы № 3.4 – 3.6	
		3.4. Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле	экз. вопросы № 3.7 – 3.9	
		3.5. Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	экз. вопросы № 3.10 – 3.11	
		3.6. Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля.	экз. вопросы № 3.12	
		3.7. Постоянный электрический ток. Закон Ома. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока	экз. вопросы № 3.13 – 3.18	
3.8. Классическая электронная теория электропроводности металлов		экз. вопросы 3.19		
3.9. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме		экз. вопросы 3.20		

		3.10. Постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера, сила Лоренца	вопросы к зачету № 3.21 – 3.24
		3.11. Магнитный поток. Работа проводника с током в магнитном поле. Закон полного тока. Контур с током в магнитном поле	экз. вопросы № 3.25 – 3.29
		3.12. Магнитное поле в веществе. Намагниченность вещества. Виды магнетиков и их свойства	вопросы к зачету № 3.30 – 3.33
		3.13. Электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность, взаимная индукция	экз. вопросы № 3.34 – 3.38
		3.14. Взаимные превращения электрических и магнитных полей	экз. вопросы № 3.39
		3.15. Электрические колебания	экз. вопросы № 3.40 – 3.42
	4. Оптика	4.1. Электромагнитные волны	экз. вопросы № 4.1
		4.2. Элементы геометрической оптики	экз. вопросы № 4.2 – 4.3
		4.3. Световая волна. Интерференция световых волн	экз. вопросы № 4.4 – 4.9
		4.4. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	экз. вопросы № 4.10 – 4.14
		4.5. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	экз. вопросы № 4.15 – 4.19
		4.6. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	экз. вопросы № 4.13
		4.7. Тепловое излучение и его основные характеристики. Законы теплового излучения	экз. вопросы № 4.20 – 4.23
		4.8. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	экз. вопросы № 4.24
		4.9. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	экз. вопросы № 4.25, 4.26
	5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц	5.1. Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома.	экз. вопросы № 5.1 – 5.3
		5.2. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества	экз. вопросы № 5.4
		5.3. Уравнение Шредингера. Квантование энергии и момента импульса. Туннельный эффект	экз. вопросы № 5.5 – 5.7
		5.4. Атом водорода в квантовой механике. Периодическая система элементов Менделеева.	экз. вопросы № 5.8 – 5.9
		5.5. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. Радиоактивность	экз. вопросы № 5.10 – 5.13
		5.6. Ядерные реакции. Деление ядер. Ядерный реактор.	экз. вопросы № 5.14, 5.15
		5.7. Термоядерные реакции синтеза – основной источник энергии звезд	экз. вопросы № 5.16

			5.8. Физическая картина мира. Виды взаимодействия и классы элементарных частиц	экз. вопросы № 5.17, 5.18
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------	---------------------------

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-4	способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	<p>1.1. Кинематика поступательного движения: мат. точка, траектория, путь, вектор перемещения, скорость, ускорение.</p> <p>1.2. Кинематика вращательного движения: угловая скорость, ускорение. Связь между линейными и угловыми величинами.</p> <p>1.3. Нормальное, тангенциальное и полное ускорение.</p> <p>1.4. Масса тела. Сила. Законы Ньютона.</p> <p>1.5. Импульс тела, импульс силы. Закон сохранения импульса.</p> <p>1.6. Классификация сил. Вид трения. Силы трения.</p> <p>1.7. Виды деформации. Упругие силы. Закон Гука.</p> <p>1.8. Сила тяжести и вес.</p> <p>1.9. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Космические скорости.</p> <p>1.10. Работа и мощность механической силы. Кинетическая энергия.</p> <p>1.11. Поле сил. Консервативные и неконсервативные силы и системы. Потенциальная энергия.</p> <p>1.12. Закон сохранения полной энергии в механике.</p> <p>1.13. Момент инерции материальной точки, момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.</p> <p>1.14. Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси.</p> <p>1.15. Понятие момента силы, момента инерции твердого тела относительно неподвижной оси. Основной закон динамики вращательного движения.</p> <p>1.16. Момент импульса материальной точки, твердого тела относительно неподвижной оси. Закон сохранения момента импульса.</p> <p>1.17. Основные характеристики колебательного движения: частота, фаза, период, амплитуда. Уравнение гармонического ос-</p>	1. Механика

		<p>циллятора.</p> <p>1.18. Скорость, ускорение и энергия частицы, совершающей гармонические колебания.</p> <p>1.19. Сложение двух гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биение.</p> <p>1.20. Сложение двух взаимноперпендикулярных колебаний одинаковой частоты. Фигуры Лиссажу.</p> <p>1.21. Пружинный маятник. Период колебания пружинного маятника.</p> <p>1.22. Физический и математический маятники. Периоды их колебаний. Приведенная длина физического маятника.</p> <p>1.23. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность системы.</p> <p>1.24. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза при вынужденных колебаниях. Резонанс и его роль в технике.</p>	
		<p>2.1. Термодинамический и статический методы исследования. Модель идеального газа и его уравнение состояния.</p> <p>2.2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа. Давление идеального газа.</p> <p>2.3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа. Молекулярно-кинетический смысл температуры.</p> <p>2.4. Газовые законы и их графики.</p> <p>2.5. Число степеней свободы. Теорема о равномерном распределении энергии. Внутренняя энергия идеального газа.</p> <p>2.6. Распределение Максвелла. Опыт Штерна.</p> <p>2.7. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.</p> <p>2.8. Явление переноса. Число столкновений. Эффективное сечение, средняя длина свободного пробега. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение (вязкость) газов.</p> <p>2.9. Внутренняя энергия идеального газа. Количество теплоты. Первый закон термодинамики.</p> <p>2.10. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.</p> <p>2.11. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.</p> <p>2.12. Работа газа в изопроцессах.</p> <p>2.13. Теплоемкость вещества. МКТ теплоемкости идеального газа.</p> <p>2.14. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Принцип работы теп-</p>	<p>2. Молекулярная физика и термодинамика</p>

		<p>ловой и холодильной машин.</p> <p>2.15. Цикл Карно и его КПД.</p> <p>2.16. Приведенная теплота. Энтропия. Второй закон термодинамики. Неравенство Клаузиуса.</p>	
		<p>3.1. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.</p> <p>3.2 Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Силовые линии электрического поля. Напряженность поля точечного заряда.</p> <p>3.3. Принцип суперпозиции полей. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса и ее применение к расчету электрических полей.</p> <p>3.4. Работа электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.</p> <p>3.5. Потенциал и разность потенциалов. Потенциал поля точечного заряда.</p> <p>3.6. Связь потенциала с напряженностью электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности и их свойства.</p> <p>3.7. Диполь в электрическом поле. Диэлектрики. Свободные и связанные заряды. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации.</p> <p>3.8. Электрическое поле внутри диэлектрика. Электрическое смещение.</p> <p>3.9. Сегнетоэлектрики и их свойства.</p> <p>3.10. Проводники в электрическом поле. Свойства заряженных проводников.</p> <p>3.11. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.</p> <p>3.12. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Плотность энергии электростатического поля.</p> <p>3.13. Электрический ток. Условия существования электрического тока. Сила и плотность тока.</p> <p>3.14. Закон Ома для однородной цепи в интегральной и дифференциальной форме.</p> <p>3.15. Сопротивление проводника. Соединение проводников. Сверхпроводники и их свойства.</p> <p>3.16. Разность потенциалов. ЭДС и напряжение. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи.</p> <p>3.17. Законы Кирхгофа.</p> <p>3.18. Работа силы тока. Мощность тока. КПД источника тока. Закон Джоуля-Ленца.</p> <p>3.19. Природа носителей тока в металлах. Элементарная классическая теория элек-</p>	<p>3. Электромагнетизм</p>

		<p>тропроводности металлов.</p> <p>3.20. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме.</p> <p>3.21. Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции.</p> <p>3.22. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле прямолинейного проводника с током конечной и бесконечной длины; поле кругового тока.</p> <p>3.23. Закон Ампера. Сила Ампера. Взаимодействие параллельных токов.</p> <p>3.24. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Формула Лоренца. Ускорители заряженных частиц.</p> <p>3.25. Магнитный момент кругового тока. Рамка с током в магнитном поле.</p> <p>3.26. Магнитный поток. Работа проводника и контура с током в магнитном поле.</p> <p>3.27. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме (теорема о циркуляции вектора B)</p> <p>3.28. Поле соленоида и тороида.</p> <p>3.29. Эффект Холла.</p> <p>3.30. Молекулярные токи. Намагниченность.</p> <p>3.31. Напряженность магнитного поля.</p> <p>3.32. Вычисление поля в магнетиках.</p> <p>3.33. Виды магнетиков и их свойства.</p> <p>3.34. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца.</p> <p>3.35. Вывод уравнения Фарадея-Максвелла для ЭДС.</p> <p>3.36. Вращение рамки в магнитном поле.</p> <p>3.37. Индуктивность контура. Самоиндукция.</p> <p>3.38. Энергия магнитного поля.</p> <p>3.39. Токи смещения. Вихревое электрическое поле. Уравнения Максвелла и их физический смысл.</p> <p>3.40. Электрические колебания. Идеальный колебательный контур. Формула Томсона.</p> <p>3.41. Свободные затухающие электрические колебания. Добротность системы.</p> <p>3.42. Вынужденные электрические колебания. Резонанс.</p>	
		<p>4.1. Электромагнитные волны. опыты Герца. Энергия, импульс и давление электромагнитных волн.</p> <p>4.2. Законы геометрической оптики.</p> <p>4.3. Смысл абсолютного и относительного показателя преломления. Закон отражения. Явление полного внутреннего отражения.</p> <p>4.4. Интерференция световых волн. Условия максимума и минимума интерференции.</p> <p>4.5. Интерференция от когерентных источ-</p>	<p>4. Оптика</p>

		<p>ников. Оптический путь. Оптическая разность хода волн.</p> <p>4.6. Способы получения интерференции: опыт Юнга, бизеркало и бипризма Френеля.</p> <p>4.7. Интерференция от тонких пленок.</p> <p>4.8. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона.</p> <p>4.9. Применение интерференции: просветление оптики, интерферометр Майкельсона.</p> <p>4.10. Явление дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.</p> <p>4.11. Дифракция света от круглого отверстия и диска.</p> <p>4.12. Дифракция Фраунгофера: дифракция света на одной щели, на N-щелях. Дифракционная решетка.</p> <p>4.13. Характеристики спектральных приборов и аппаратов: дисперсия и разрешающая сила.</p> <p>4.14. Пространственная решетка. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Формула Вульфа-Брэггов. Рентгеноструктурный анализ.</p> <p>4.15. Естественный и поляризованный свет. Поляроид. Закон Малюса.</p> <p>4.16. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера.</p> <p>4.17. Двойное лучепреломление. Поляризационные приборы.</p> <p>4.18. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации.</p> <p>4.19. Виды излучений. Основные характеристики теплового излучения.</p> <p>4.20. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина и Релея-Джинса.</p> <p>4.21. Квантовая природа излучения. Формула Планка. Объяснение законов Стефана-Больцмана, Вина и Релея-Джинса.</p> <p>4.22. Оптическая пирометрия.</p> <p>4.23. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта.</p> <p>4.24. Энергия и импульс фотона. Давление света.</p> <p>4.25. Эффект Комптона и его элементарная теория.</p>	
		<p>5.1. Закономерности в атомных спектрах.</p> <p>5.2. Ядерная модель атома Резерфорда. Постулаты Бора.</p> <p>5.3. Теория Бора водородоподобного атома. Недостатки теории Бора.</p> <p>5.4. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.</p> <p>5.5. Уравнение Шредингера. Физический</p>	<p>5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц</p>

		<p>смысл Ψ-функции.</p> <p>5.6. Квантование энергии и момента импульса.</p> <p>5.7. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.</p> <p>5.8. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа.</p> <p>5.9. Правило отбора и принцип минимума энергии. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома.</p> <p>5.10. Основные свойства и строение атомных ядер. Энергия связи ядра, дефект массы.</p> <p>5.11. Ядерные силы и их свойства.</p> <p>5.12. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада</p> <p>5.13. Правила радиоактивного смещения (α, β^\pm-распад). Активность радиоактивного изотопа.</p> <p>5.14. Типы ядерных реакций. Деление ядер. Цепная ядерная реакция.</p> <p>5.15. Управляемая цепная реакция. Атомный реактор. Типы реакторов. Атомная энергетика.</p> <p>5.16. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы управления термоядерным синтезом.</p> <p>5.17. Физическая картина мира. Виды взаимодействия и классы элементарных частиц.</p> <p>5.18. Частицы и античастицы. Нейтрино. Кварки. Великое объединение.</p>	
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенции (ОПК-4)

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: – основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;</p> <p>уметь: – выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;</p> <p>владеть:</p>	отлично	<p>обучающийся</p> <p>1) знает основные физические явления и основные законы физики, единицы физических величин, необходимые для применения в конкретной области;</p> <p>2) умеет проводить физический эксперимент, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов при конструировании и эксплуатации наземно-транспортных машин и комплексов с применением стандартных программных средств;</p> <p>3) владеет основными методами</p>

<p>- методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.</p>		<p>теоретического и экспериментального исследования физических явлений, навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей в конкретной предметной области.</p>
	<p>хорошо</p>	<p>обучающийся 1) знает основные физические явления и основные законы физики, единицы физических величин, необходимые для применения в конкретной области; 2) умеет проводить физический эксперимент, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов при конструировании и эксплуатации наземно-транспортных машин и комплексов с применением стандартных программных средств; 3) владеет основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений, навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей в конкретной предметной области. Но обучающийся допустил не более двух-трех недочётов и может исправить их самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.</p>
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руковод-</p>

	неудовлетворительно	ством преподавателя. обучающийся 1) не знает основные физические явления и основные законы физики, единицы физических величин, необходимые для применения в конкретной области; 2) не умеет проводить физический эксперимент, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов при конструировании и эксплуатации наземно-транспортных машин и комплексов с применением стандартных программных средств; 3) не владеет основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений, навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей в конкретной предметной области.
--	----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Физика» направлена на ознакомление с фундаментальными физическими законами, теориями, методами классической и современной физики; на получение теоретических знаний и практических навыков использования физических законов и явлений, проведения экспериментальных исследований, ознакомление с современной научной аппаратурой и оценки погрешности измерения для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины «Физика» предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- контрольные работы;
- самостоятельную работу обучающихся;
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Механика» студенты должны уяснить представления об инерциальной системе отсчета, о материальной точке, о массе, силе, механической работе и механической энергии. Ознакомиться с понятиями: механическое движение, путь, перемещение, равномерное и неравномерное движение, мгновенная скорость, средняя скорость, ускорение, импульс тела, мощность, КПД простого механизма, амплитуда, период и частота колебаний. Изучить основные законы механики: законы Ньютона, всемирного тяготения, Гука, Амонтон-Кулона. Уметь различать такие понятия как масса и вес тела, хорошо знать законы сохранения, используемые в механике: законы сохранения импульса и момента импульса тела, закон сохранения механической энергии. Знать формулы расчёта силы тяжести, силы трения, работы силы, потенциальной и кинетической энергии тела, мощности, КПД.

В ходе освоения раздела 2 «Молекулярная физика и термодинамика» студенты должны уяснить представление об идеальном газе, законах, которым подчиняется идеальный газ, и в

каких случаях можно использовать модель идеального газа для описания процессов, происходящих в реальном газе. Студенты должны получить представления о термодинамическом и статистическом методах исследований, знать основные положения молекулярно-кинетической теории и основные законы (начала) термодинамики.

В ходе освоения раздела 3 «Электромагнетизм» обучающиеся должны уяснить основные характеристики электростатического поля: электрический заряд, напряженность, потенциал, взаимосвязь напряженности и потенциала, закон Кулона о взаимодействии точечных зарядов, теорему Гаусса для оценки напряженности электрических полей, создаваемых протяженными заряженными телами. Во второй части раздела «Электромагнетизм» студенты знакомятся с законами постоянного электрического тока для расчета характеристик простейших электрических цепей. В третьей части раздела 3 студенты изучают магнитное поле и его характеристики, взаимодействие проводников с токами, действие магнитного поля на проводники с токами и движущиеся электрические заряды, явления электромагнитной индукции, самоиндукции и взаимной индукции. Главное при изучении раздела «Электромагнетизм» студенты должны уяснить, что электрические и магнитные явления взаимосвязаны, что в природе существует единое электромагнитное поле, которое распространяется в пространстве со скоростью света в виде электромагнитных волн.

При освоении раздела 4 «Оптика» студенты получают представления о волновых и квантовых свойствах света, о корпускулярно-волновом дуализме (двойственности) излучения, знакомятся с гипотезой М. Планка, с квантованием энергии излучения (поглощения), с явлением фотоэффекта, эффекта Комптона, с волновыми свойствами микрочастиц, корпускулярно-волновом дуализме материи в целом.

В ходе освоения раздела 5 «Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц» студенты получают знания о закономерностях в спектре атома водорода, рассматривают теорию атома водорода Н. Бора и постулаты Бора. Выясняют, что теория Н. Бора является полуклассической, справедлива только для водородоподобных атомов. Для описания излучения (или поглощения) энергии атомами более сложных химических элементов используют квантовую механику, где обучающиеся знакомятся с необычными свойствами микрочастиц, для описания движения которых используют уравнения квантовой механики, в частности, уравнение Шредингера. В последней части раздела 5 студенты изучают элементы ядерной физики: состав атомного ядра, свойства ядерных сил, знакомятся с понятиями дефекта массы ядра, энергии связи ядра, получают представления о явлении радиоактивности, законе радиоактивного распада, α -, β -, γ -излучении, цепной ядерной реакции и термоядерном синтезе, протекающем в недрах звезд.

Последняя лекция трехсеместрового курса физики посвящена современной физической картине мира и опирается на такие понятия как, виды взаимодействия в природе, классификацию элементарных частиц и античастиц, законы сохранения.

В результате освоения курса физики обучающийся должен научиться применять полученные знания, получить представление о современной физической картине мира, позволяющей в будущем ориентироваться в потоке научной и технической информации, обеспечивающей ему возможность использования физических законов в процессе работы по своему профилю; формирование правильного понимания границ применимости физических понятий, законов, умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью эксперимента и теоретических методов исследования.

При подготовке к экзамену рекомендуется внимательно прочитать и уяснить суть требований конкретного экзаменационного вопроса. В отдельной тетради на каждый экзаменационный вопрос следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, цифры). Вопросы программы, которые остаются неясными, необходимо написать на полях конспекта, чтобы выяснить на консультации. Основные положения темы (правила, законы, определения и др.) после глубокого осознания их сути следует заучить, повторяя несколько раз.

Выполнение лабораторных работ помогает лучше понять суть изучаемых теоретических явлений и процессов, а также на практике познакомиться с физическими приборами и методикой физических измерений, что обеспечивает осознанное и прочное усвоение изучаемых основ дисциплины.

При подготовке к контрольной работе происходит закрепление навыков самостоятельной работы, способности использовать полученные теоретические знания при решении различных физических задач.

Самостоятельную работу необходимо начинать с проработки конспекта лекций, делая в нем соответствующие записи из основной и дополнительной литературы, а также рекомендуемых ресурсов и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Самостоятельная работа создаёт условия для формирования у обучающихся готовность и умения использовать различные средства информации с целью поиска необходимого знания.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснять вопросы, вызвавшие трудности при самостоятельной работе или недостаточно усвоенные на лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций, практических и лабораторных занятий) в сочетании с внеаудиторной работой.

Приложение 2

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины ФИЗИКА

1. Цель и задачи дисциплины

Создание базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, формирование целостного представления о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, знакомство с научными методами познания. Формирование у студентов подлинно научного мировоззрения, применение положений фундаментальной физики при создании и использовании новых технологий при разработке, а также при эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Задачами изучения дисциплины являются:

- получение студентами достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной и технической информации;
- усвоение основных физических явлений и законов физики, методов физического исследования, являющихся базой при дальнейшем решении производственных задач;
- формирование правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных методов исследования.

2. Структура дисциплины

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 288 часа, 8 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1 – Механика

2 – Молекулярная физика и термодинамика

3 – Электромагнетизм

4 – Оптика

5 – Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4: способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	1. Механика	1.1. Введение. Кинематика поступательного и вращательного движения	1 кр
			1.2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона	1 кр ЛР 1
			1.3. Силы в механике и их классификация	1 кр ЛР 3; 10
			1.4. Законы сохранения. Кинетическая энергия, работа, мощность	1 кр ЛР 2; 4
			1.5. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.	1 кр ЛР 8
			1.6. Динамика вращательного движения твердого тела. Момент силы, момент инерции	1 кр ЛР 6, 7
			1.7. Основной закон динамики вращательного движения	1 кр ЛР 5.
			1.8. Кинематика гармонических колебаний	1 кр
			1.9. Сложение гармонических колебаний	1 кр
			1.10. Динамика гармонических колебаний.	1 кр ЛР 9
			1.11. Затухающие и вынужденные механические колебания	1 кр ЛР 10
		2. Молекулярная физика и термодинамика	2.1. Термодинамическая система. Модель идеального газа и его уравнение состояния.	1 кр ЛР 12
			2.2. Основное уравнение МКТ идеального газа	1 кр
			2.3. Элементы классической статистики: распределение Максвелла, Больцмана.	1 кр ЛР 16
			2.4. Физическая кинетика: явления переноса	1 кр ЛР 13-15
			2.5. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.	1 кр
			2.6. МКТ теплоемкости идеального газа	1 кр ЛР 17
			2.7. Круговой процесс. Энтропия.	1 кр

		Второй закон термодинамики. Цикл Карно и его КПД	ЛР 18
3. Электромагнетизм	3.1. Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность как силовая характеристика поля	2 кр ЛР 19	
	3.2. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме	2 кр	
	3.3. Потенциал электрического поля. Работа сил электростатического поля.	2 кр ЛР 19	
	3.4. Электрическое поле в веществе: диэлектрики в электрическом поле	2 кр	
	3.5. Электрическое поле в веществе: проводники в электрическом поле	2 кр	
	3.6. Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля.	2 кр ЛР 20	
	3.7. Постоянный электрический ток. Закон Ома. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока	2 кр ЛР 21	
	3.8. Классическая электронная теория электропроводности металлов	2 кр	
	3.9. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме	2 кр ЛР 24	
	3.10. Постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера и сила Лоренца	2 кр ЛР 23	
	3.11. Магнитный поток. Работа проводника с током в магнитном поле. Закон полного тока. Контур с током в магнитном поле	2 кр ЛР 26	
	3.12. Магнитное поле в веществе. Намагниченность вещества. Виды магнетиков и их свойства	2 кр ЛР 27	
	3.13. Электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность, взаимная индукция	2 кр ЛР 26	
	3.14. Взаимные превращения электрических и магнитных полей	2 кр	
	3.15. Электрические колебания	2кр	
4. Оптика	4.1. Электромагнитные волны	2 кр	
	4.2. Элементы геометрической оптики	2 кр ЛР 28-29	
	4.3. Световая волна. Интерференция световых волн	2 кр ЛР 32	
	4.4. Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера	2 кр ЛР 30	

			4.5. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера	2 кр ЛР 32
			4.6. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	2 кр ЛР 31
			4.7. Тепловое излучение и его основные характеристики. Законы теплового излучения	2 кр ЛР 34
			4.8. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта	2 кр ЛР 35
			4.9. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона	2 кр
	5. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц		5.1. Ядерная модель атома. Теория Бора водородоподобного атома.	2 кр
			5.2. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества	2 кр
			5.3. Уравнение Шредингера. Квантование энергии и момента импульса	2 кр
			5.4. Атом водорода в квантовой механике. Периодическая система элементов Менделеева.	2 кр ЛР 36
			5.5. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. Радиоактивность	2 кр
			5.6. Ядерные реакции. Деление ядер. Ядерный реактор.	2 кр
			5.7. Термоядерные реакции синтеза – основной источник энергии звезд	2 кр
			5.8. Физическая картина мира. Виды взаимодействия и классы элементарных частиц	2 кр
			экз. билеты	

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
Знать: ОПК-4 – основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;	зачтено	обучающийся 1) знает основные физические законы и другие сведения, необходимые для применения в конкретной области; 2) умеет проводить физический эксперимент, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики; 3) владеет основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений, навыками решения задач по физике.

<p>ОПК-4 уметь: – выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;</p> <p>ОПК-4 владеть: - методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств</p>	<p>не зачтено</p>	<p>обучающийся</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) не знает основные физические законы и другие сведения, необходимые для применения в конкретной области; 2) не умеет проводить физический эксперимент, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики; 3) не владеет основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений, навыками решения задач по физике.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» от «Об» марта 2015 г. № 162

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130, для заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130.

Программу составил:

Махро И.Г., к.ф.-м.н., доцент _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физики от «_____» _____ 20____ г., протокол № _____

И.о. заведующего кафедрой МиФ _____ Медведева О.И.

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой СДМ _____ Фигура К.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией естественнонаучного факультета от «_____» _____ 20____ г., протокол № _____

Председатель методической комиссии ЕН факультета _____ Варданян В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____