

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шиломаева Ирина Алексеевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 27.06.2025 16:17:25
Уникальный программный ключ:
8b264d3408be5f4f2b4acb7cfae7e625f7b6d62e

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Тучковский филиал Московского политехнического университета

УТВЕРЖДАЮ

заместитель директора по УВР

_____ О.Ю. Педашенко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.37.03 Физика

Направление подготовки

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов**

Профиль подготовки

Автомобильная техника и сервисное обслуживание

Квалификация (степень)
выпускника

Бакалавр

Форма обучения
заочная

Тучково 2025

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 N 916 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 августа 2020 г., регистрационный № 59405).

Организация-разработчик: Тучковский филиал Московского политехнического университета

Разработчик:

Извекова К. В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физика» является изучение основных физических явлений, фундаментальных понятий, законов и теории классической и современной физики. Развитие у студентов общего физического мировоззрения, физического и научного мышления, умение видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности бакалавра, решения теоретических и практических задач в профессиональной деятельности.

Задачей дисциплины является обучение студентов работе с основными физическими объектами, понятиями, методами; формирование навыков физико-математического мышления, а также аналитического и численного решения возникающих при этом задач; логического мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физика» является частью Модуля «Математические и естественно-научные дисциплины» и относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, согласно ФГОС ВО для направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности ИОПК-1.2 Владеет естественнонаучными и общетехническими знаниями и методами математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Знать: фундаментальные законы физики, в т.ч. физические основы механики; молекулярную физику и термодинамику, электричество и магнетизм, оптику, атомную и ядерную физику; основные физические явления, фундаментальные понятия; - законы и теории классической физики Уметь: использовать физические законы для решения инженерных задач; определять сущность физических процессов, объяснять в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента; строить простейшие теоретические модели физических явлений; использовать физические законы для овладения основами теории и практики инженерного обеспечения в профессиональной деятельности Владеть: методами решения инженерных задач; методами исследований и анализом полученных результатов; методами статистической обработки результатов опытов, способностью к обобщению, формулировать выводы; методиками научных исследований

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в часах
Общая трудоемкость дисциплины	216(6 зачетных единиц)
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	24
Аудиторная работа (всего), в том числе:	24
Лекции	8
Семинары, практические занятия	8
Лабораторные работы	8
Внеаудиторная работа (всего):	192
в том числе: консультация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	192
Вид промежуточной аттестации обучающегося	зачет/экзамен

4.2 Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)							Компетенции
		Всего	Из них аудиторные занятия			Самостоятельная работа	Курсовая работа	Контрольная работа	
			Лекции	Лабораторные работы	Практические /семинарские				
Тема 1 Механика	1-2	37	1	2	2	32	-	-	ОПК-1
Тема 2 Молекулярная физика и термодинамика	1-2	37	1	2	2	32	-	-	ОПК-1
Тема 3 Колебания и волны	1-2	35	1	-	2	32	-	-	ОПК-1
Тема 4 Электричество и магнетизм	1-2	36	2	2	-	32	-	-	ОПК-1
Тема 5 Оптика	1-2	36	2	2	-	32	-	-	ОПК-1
Тема 6 Атомная и ядерная физика	1-2	35	1	-	2	32			ОПК-1
Итого по дисциплине		216	8	8	8	192			

4.3 Содержание дисциплины «Физика» по темам

Тема 1 Механика

«Кинематика поступательного и вращательного движения точки» Кинематика поступательного и вращательного движений тела. Основные понятия кинематики поступательного движения тела: движение, траектория, путь, вектор перемещения, скорость и ускорение. Уравнение скорости и пройденного пути материальной точки. Основные понятия кинематики вращательного движения тела: угол поворота, угловая скорость, частота и период вращения, угловое ускорение. Связь между линейными и угловыми величинами. Уравнение угловой скорости и угла поворота.

«Динамика поступательного и вращательного движения» Динамика поступательного и вращательного движений тела. Основные понятия динамики поступательного движения тела: инерция, масса, сила, импульс силы, импульс тела. Законы Ньютона - законы динамики движения тел. Виды сил. Основные понятия динамики вращательного движения тела: момент силы, момент инерции и момент импульса. Уравнение динамики вращательного движения тела. Энергия. Работа. Мощность. Аналогия в описании поступательного и вращательного движений.

«Момент импульса. Закон сохранения момента импульса» Законы сохранения в механике. Замкнутая система тел, внутренние и внешние силы. Упругий и неупругий удары. Закон сохранения импульса и его связь с однородностью пространства. Закон сохранения момента импульса и его связь с изохронностью пространства. Закон сохранения энергии и его связь с однородностью времени. Закон сохранения механической энергии при отсутствии.

«Элементы механики сплошных сред» Элементы механики жидкостей. Плотность вещества. Давление в жидкостях и газах. Атмосферное и избыточное давления. Измерение давления. Закон Паскаля. Выталкивающая сила и закон Архимеда. Характеристики течения. Поток жидкости и уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость. Ламинарное течение в трубах; формула Пуазейля. Турбулентное течение в трубах.

Лабораторная работа

Измерение размеров и определение объёмов тел правильной геометрической формы

Изучение основного закона динамики вращательного движения

Практическое занятие

Решение задач

Тема 2 Молекулярная физика и термодинамика

«Молекулярно-кинетическая теория» Молекулярная физика. Идеальный газ.

Изопроцессы, их графическое и математическое описание. Опытные законы идеального газа. Законы Авогадро и Дальтона, парциальное давление. Уравнение термодинамического состояния идеального газа. Основное уравнение МКТ. Распределение молекул по скоростям. Распределение Больцмана.

«Термодинамика» Термодинамика. Внутренняя энергия идеального газа и способы её изменения. Работа газа при изменении объёма. Теплоемкость вещества. Адиабатический процесс. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам. Явления переноса. Реальные газы и жидкости.

«Элементы физической кинетики» Круговые процессы (циклы). Прямой, обратный цикл (положительная, отрицательная работы). Обратимые, необратимые процессы. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно, примеры из практики. Второе начало термодинамики.

Лабораторная работа

Измерение температурного коэффициента линейного расширения

Определение вязкости жидкостей методом Стокса

Тема 3 Колебания и волны

«Гармонические колебания» Колебания и волны. Колебания, их виды и характеристики. Гармонические электромагнитные колебания в электрическом колебательном контуре. Переменный электрический ток. Волны, их виды и характеристики. Звуковые волны. Электромагнитные волны. Энергия и интенсивность электромагнитных волн.

«Волны» Волновое движение. Плоская гармоническая волны. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах, жидкостях и твердых телах. Элементы акустики. Эффект Доплера. Поляризация волн.

Практическое занятие

Решение задач

Тема 4 Электричество и магнетизм

«Электродинамика» Электростатика. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Диэлектрики в электрическом поле.

Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике.

«Законы постоянного тока» Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Закон Видемана-Франца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.

«Магнетизм» Магнитостатика. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока). Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков. Электромагнитная индукция. Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля. Уравнения Максвелла. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.

Лабораторная работа

Измерение диэлектрической проницаемости

Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника тока

Тема 5 Оптика

«Законы геометрической оптики» Введение. Законы геометрической оптики. Закон Френеля.

«Волновая оптика» Интерференция волн. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерференция в тонких пленках. Стоячие волны. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений. Поляризация волн. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Прохождение света через линейные фазовые пластинки. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Полное отражение и его применение в технике. Брюстеровское отражение.

«Квантовая оптика» Квантовые свойства электромагнитного излучения. Тепловое

излучение и люминесценция. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Абсолютно черное тело. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза квантов. Формула Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Планетарная модель атома. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Линейчатые спектры атомов. Элементы квантовой механики. Гипотеза де Бройля. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Одномерный потенциальный порог и барьер. Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.

Лабораторная работа

Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки. Изучение явления дифракции света на дифракционной решетке.

Исследование закона Малюса и закона Брюстера. Явление поляризации света: стопа Столетова и исследование закона Малюса

Тема 6 Атомная и ядерная физика

«Основы физики атомного ядра» Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции.

«Элементарные частицы» Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки.

Практическое занятие

Определение активности радиоактивного источника по истечении определенного времени и дозы облучения на рабочем месте. Изучение дозиметра и измерение экспозиционной и эквивалентной доз облучения.

4.4. Практическая подготовка

Практическая подготовка реализуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Объем занятий в форме практической подготовки составляет 16 часов.

Вид занятия	Тема занятия	Количество часов	Форма проведения	Коды компетенции
Практическое занятие 1	Тема 1 Механика	2	Измерение размеров и определение объемов тел правильной геометрической формы Изучение основного закона динамики вращательного движения	ОПК-1
Лабораторное занятие 1	Тема 1 Механика	2	Решение задач	ОПК-1
Практическое занятие 2	Тема 2 Молекулярная физика и термодинамика	2	Выполнение практического задания. Решение задач Индивидуальная самостоятельная работа	ОПК-1
Лабораторное занятие 2	Тема 2 Молекулярная физика и термодинамика	2	Измерение температурного коэффициента линейного расширения Определение вязкости жидкостей методом Стокса	ОПК-1
Практическое занятие 3	Тема 3 Колебания и волны	2	Решение задач	ОПК-1
Лабораторное занятие 3	Тема 4 Электричество и магнетизм	2	Измерение диэлектрической проницаемости Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника тока	ОПК-1
Лабораторное занятие 4	Тема 5 Оптика	2	Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки. Изучение явления дифракции света на дифракционной решетке. Исследование закона Малюса и закона Брюстера. Явление поляризации света: стопа Столетова и исследование закона Малюса	ОПК-1
Практическое занятие 4	Тема 6 Атомная и ядерная физика	2	Определение активности радиоактивного источника по истечению определенного времени и дозы облучения на рабочем месте. Изучение дозиметра и измерение экспозиционной и эквивалентной доз облучения.	ОПК-1

4.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом по дисциплине в объеме 192 часа.

Самостоятельная работа реализуется в рамках программы освоения дисциплины в следующих формах:

- работа с конспектом занятия (обработка текста);
- проработка тематики самостоятельной работы;
- написание контрольной работы;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к сдаче зачета, экзамена.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний студентов;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию, учебную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- развитию исследовательских умений студентов.

Технология организации самостоятельной работы обучающихся включает использование информационных и материально-технических ресурсов филиала:

- библиотеку с читальным залом, компьютерные классы с возможностью работы в Интернет;
- аудитории для самостоятельной работы.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультирование по выполнению задания, который включает цель задания, его содержания, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки.

Во время выполнения обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы и при необходимости преподаватель может проводить индивидуальные и групповые консультации.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами обучающихся в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

- просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем;
- организация самопроверки, взаимопроверки выполненного задания в группе;
- обсуждение результатов выполненной работы на занятии;
- проведение письменного опроса;
- проведение устного опроса; организация и проведение индивидуального собеседования;
- организация и проведение собеседования с группой.

5. Оценочные материалы по дисциплине

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств по дисциплине приведён в Приложении 1 (фонд оценочных средств) к рабочей программе дисциплины.

6. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

6.1 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Демидченко, В. И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 581 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010079-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858485>.

2 Кузнецов, С. И. Физика. Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учебное пособие / С. И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2020. — 248 с. - ISBN 978-5-9558-0317-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1084382> (дата обращения: 11.06.2022). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

2 . Гузева, Т. А. Определение физико-механических характеристик полимерных композиционных материалов : учебно-методическое пособие / Т. А. Гузева, Г. Е. Нехороших, А. И. Долгих. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 60 с. — ISBN 978-5-7038-5259-0. — Текст : электронный // Лань : 68 электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205583> (дата обращения: 11.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Периодика

1. Научное приборостроение / гл. ред. В.Е.Курочкин. – Санкт-Петербург : Институт аналитического приборостроения РАН, 2021. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/3111?category=931>. – Текст : электронный.

6.2 Перечень материально-технического, программного обеспечения

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
Б1.О.37.03 Физика	Лекционная аудитория	учебные места, оборудованные блочной мебелью; рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба; компьютер преподавателя с выходом в сеть Интернет; экран, мультимедийный проектор; тематические стенды.	Microsoft Windows XP Microsoft Office Kaspersky Endpoint для бизнеса КонсультантПлюс AdobeReader Cisco WebEx Информационно-коммуникационная платформа «Сферум» Образовательная платформа https://mospolytech-tuchkovo.online/
	Лаборатория физики	Учебные места, оборудованные блочной мебелью, компьютерами с выходом в сеть интернет, рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, компьютер преподавателя с выходом в сеть интернет, экран, мультимедийный проектор, лабораторное	Microsoft Windows XP Microsoft Office Kaspersky Endpoint для бизнеса КонсультантПлюс AdobeReader Cisco WebEx Информационно-коммуникационная платформа «Сферум» Образовательная платформа https://mospolytech-tuchkovo.online/

		оборудование, тематические стенды, презентационный материал	
	Аудитория для самостоятельной работы	учебные места, оборудованные блочной мебелью, компьютерами с выходом в сеть Интернет, многофункциональное устройство	Microsoft Windows XP Microsoft Office Kaspersky Endpoint для бизнеса КонсультантПлюс AdobeReader Cisco WebEx Информационно- коммуникационная платформа «Сферум» Образовательная платформа https://mospolytech-tuchkovo.online/

7. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Обучение по дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Содержание образования и условия организации обучения, обучающихся с ограниченными возможностями здоровья определяются адаптированной образовательной программой, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии).

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления

материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

8. Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

**Фонд оценочных средств
для текущего контроля и промежуточной аттестации при изучении
учебной дисциплины
Б1.О.37.03 Физика**

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1 Механика	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	практические работы (отдельный материал); доклады, устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 2 Молекулярная физика и термодинамика	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	практические работы (отдельный материал); доклады, устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 3 Колебания и волны	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	практические работы (отдельный материал); доклады, устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 4 Электричество и магнетизм	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	практические работы (отдельный материал); доклады, устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 5 Оптика	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	практические работы (отдельный материал); доклады, устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 6 Атомная и ядерная физика	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	практические работы (отдельный материал); доклады, устный опрос, собеседование; тест, экзамен

Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП прямо связаны с местом дисциплин в образовательной программе.

Каждый этап формирования компетенции, характеризуется определенными знаниями, умениями и навыками и (или) опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются в процессе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине (практике) и в процессе итоговой аттестации. Дисциплина является промежуточным этапом комплекса дисциплин, в ходе изучения которых у студентов формируются компетенция ОПК-1.. Формирования компетенции ОПК-1. начинается с изучения дисциплин общеобразовательной подготовки. Завершается работа

по формированию у студентов указанных компетенций в ходе учебной практики, производственной практики, государственной итоговой аттестации, выполнении выпускной квалификационной работы. Итоговая оценка сформированности компетенции ОПК-1. определяется в подготовке и сдаче государственного экзамена, в выполнении и защите выпускной квалификационной работы.

2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

2.1.1. Вопросы к зачету (1 семестр)

1. Механика. Разделы механики: кинематика, динамика и статика. Материальная точка. Система материальных точек.
2. Система отсчета. Кинематические уравнения движения материальной точки. Траектория, перемещение, путь.
3. Средняя и мгновенная скорость. Ускорение. Тангенциальная и нормальная составляющие ускорения.
4. Вращательное движение. Период и частота вращения. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между линейными и угловыми величинами.
5. Масса тела. Сила. Законы Ньютона. Силы трения и упругости.
6. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Центр масс системы материальных точек и закон движения центра масс.
7. Работа. Энергия. Мощность. Консервативные силы. Закон сохранения энергии. Диссипативные системы.
8. Центральные удар. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар.
9. Момент инерции. Теорема Штейнера. Момент силы.
10. Гармонические колебания и их характеристики. Период и частота колебаний.
11. Гармонический осциллятор. Маятники: пружинный, физический и математический.
12. Свободные затухающие колебания и их анализ.
13. Вынужденные механические колебания. Резонанс.
14. Основные понятия МКТ и термодинамики (статический и термодинамический методы исследования, термодинамическая система, температура, давление и объем, термодинамическая шкала, идеальный газ, диффузия).
15. Изопроцессы в газах: изохорический, изобарический и изотермический процессы.
16. Закон Дальтона. Основное уравнение МКТ. Вывод уравнения Клайперона-Менделеева. Уравнение состояния газа.
17. Функция распределения молекул идеального газа по скоростям. Закон Максвелла. Распределение Больцмана.

18. Число степеней свободы. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема.
19. Удельная и молярная теплоемкость. Уравнение Майера.
20. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
21. Адиабатный процесс. Работа газа в адиабатном процессе.
22. Круговой процесс (цикл). Обратимый и необратимый процессы. Энтропия.
23. Второе начало термодинамики. Тепловой двигатель. Теорема Карно. Холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.
24. Парообразование. Плавление. Фазовые переходы. Тепловое расширение.

2.1.2. Вопросы к экзамену (2 семестр)

Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона. Диэлектрическая проницаемость. Электрическая постоянная.

2. Электрическое поле. Напряженность. Индукция поля и ее связь с напряженностью.

3. Графическое изображение электрического поля. Теорема Остроградского-Гаусса.

4. Напряженность поля, создаваемого бесконечно заряженной плоскостью, двумя плоскостями.

5. Напряженность поля точечного заряда, системы зарядов.

6. Работа силы поля при перемещении зарядов. Потенциал. Потенциал электрического поля системы точечных зарядов.

7. Напряженность и потенциал поля заряженной сферы.

8. Электрическая емкость проводников. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Соединение конденсаторов.

9. Энергия системы неподвижных точечных зарядов заряженного проводника электрического поля.

10. Причины возникновения тока. Сила и плотность тока. Напряжение. Электродвижущая сила. Сторонние силы.

11. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи и для полной цепи.

12. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

13. Законы Кирхгофа для разветвленной цепи.

14. Магнитное поле электрического тока. Магнитная индукция и напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная постоянная.

15. Закон Био-Саварра-Лапласа. Напряженность магнитного кругового тока.

16. Напряженность магнитного поля прямого тока.

17. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов.

18. Действие магнитного поля на заряд, движущийся в магнитном поле. Сила Лоренца.

19. Возникновение индукционного тока. ЭДС индукции. Закон Фарадея-Максвелла. Правило Ленца.

20. Поступательное движение прямолинейного провода в магнитном поле. Вычисление ЭДС индукции.

21. Вращательное движение рамки в магнитном поле. Вычисление ЭДС индукции.

22. Самоиндукция. Взаимоиндукция и индуктивность. Индуктивность соленоида и тороида.

23. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии.

24. Краткий исторический обзор взглядов на природу света. Корпускулярная и волновая теории света. Электромагнитная природа света.

25. Применение принципа Гюйгенса к световым волнам. Вывод законов отражения

и преломления на основе волновых представлений. Полное внутреннее отражение.

26. Интерференция света. Способы получения когерентных волн. Щели Юнга, зеркала Френеля.

27. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников (щели Юнга).

28. Интерференция в тонких пленках.

29. Интерференция света. Кольца Ньютона.

30. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.

31. Дифракционная решетка и ее применение.

32. Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера.

33. Поляризатор и анализатор. Закон Малюса.

34. Тепловое излучение или отличие его от других видов излучения. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа.

35. Законы излучения абсолютно черного тела.

36. Фотоэлектрический эффект. Способы его наблюдения. Основные законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

37. Краткий очерк развития представлений о строении атома. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа частиц. Ядерная модель атома.

38. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.

39. Постулаты Бора. Дискретность энергетических уровней в атоме. Опыты Франка и Герца.

40. Атом водорода и его спектр по теории Бора.

41. Радиоактивные излучения. Закономерности альфа- и бета распадов. Закон смещения.

42. Закон радиоактивного распада. Активность.

43. Искусственное расщепление ядер. Тепловой эффект ядерной реакции.

Критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	теоретическое содержание материала освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному
«хорошо»	теоретическое содержание материала освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
«удовлетворительно»	теоретическое содержание материала освоено частично, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки
«не удовлетворительно»	теоретическое содержание материала не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близких к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.

2.2 ТИПОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

Тема 1 Механика

Задание 1 Самолет движется равномерно со скоростью 1080 км/ч. За какое время он пролетит 1500 м?

- а) 5 с б) 25 с в) 13,3 с

Задание 2 Сила в 10^{-3} Н действовала на покоящееся тело массой 5 г и привела его в равноускоренное движение. Какую скорость приобретет тело через 4 с?

- а) 0,8 м/с б) 4 м/с в) 1,8 м/с

Тема 2 Молекулярная физика и термодинамика

Задание 1 Находившийся в закрытом баллоне газ нагрели от 300 до 340 К, причем давление возросло на 0,6 МПа. Найти первоначальное давление. Расширением баллона пренебречь.

- а) 4,5 МПа б) 6 МПа в) 8 МПа

Задание 2 В неизолированной термодинамической системе изменение внутренней энергии равно сумме переданного количества теплоты и работы внешних сил. Это формулировка:

- а) 1 закона термодинамики б) второго закона термодинамики в) закона сохранения энергии

Тема 3 Колебания и волны

Задание 1 ПЕРИОД КОЛЕБАНИЯ — время одного полного колебания точки. Верно ли это утверждение?

- а) да б) нет

Задание 2 Если длина нити математического маятника увеличиться в 4 раза, как изменится период колебаний?

- а) не измениться б) увеличится в два раза в) уменьшится в четыре раза

Тема 4 Электричество и магнетизм

Задание 1 Три сопротивления по 3 Ом подключены параллельно. Каково сопротивление участка?

- а) 1 Ом б) 3 Ом в) 9 Ом

Задание 2 Явление возникновения ЭДС в электрической цепи в результате изменения силы тока в этой же цепи называется

- а) САМОИНДУКЦИЕЙ б) ИНДУКТИВНОСТЬЮ

Тема 5 Оптика

Задание 1 Световой поток, посылаемый лампой на площадку $0,04\text{ м}^2$, равен 2000 лм. Определить угол падения лучей, если максимальная освещенность равна 10^5 лк.

- а) 60° б) 30° в) 90°

Задание 2 Предмет расположен на расстоянии 70 см от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 35 см. Во сколько раз изображение меньше предмета?

- а) в 3 раза б) в 2 раза в) в 4 раза

Тема 6 Атомная и ядерная физика

Задание 1 В каком случае может развиваться цепная ядерная реакция в уране с повышенным содержанием урана 235?

а) если масса урана превосходит критическую массу б) при нагревании в) в любом случае

Задание 2 За какое время распадется 80% атомов радиоактивного изотопа хрома, если его период полураспада 27,8 сут?

- а) 65 суток б) 30 суток в) 40 суток

Критерии оценивания

% верных решений (ответов)	Шкала оценивания
85-100%	«отлично»
70-84%	«хорошо»
51-69%	«удовлетворительно»
50% и менее	«не удовлетворительно»

2.3. ТЕМЫ ДЛЯ ДОКЛАДОВ (РЕФЕРАТОВ)

1. «Связь физики с другими науками».
2. «Все о человеческом биополе».
3. «Характеристика основных источников света».
4. «Сущность внешнего фотоэффекта».
5. «Особенности интерференции света».
6. «Магниты: специфика их взаимодействия с другими предметами».
7. Скорость света: методы определения.
8. Резерфорд и его опыты.

9. Теория упругости.
10. Методы получения полупроводниковых пластин.
11. Действие поляризационных приборов.
12. Потеря тепловой и электрической энергии во время автоперевозок.
13. Распространение радиоактивных волн.
14. Баллистическая межконтинентальная ракета.
15. Принцип действия радиоактивных двигателей.
16. Проявление законов силы трения в повседневной жизни человека.
17. Способы умягчения воды.
18. Электромагнитные волны и электромагнитное излучение.
19. Принцип действия аккумуляторов.
20. Экспериментальное исследование электромагнитной индукции.
21. Функционирование электростанций.
22. Преобразований энергий.
23. Использование электроэнергии.
24. Ядерная энергетика.
25. Действие оптических приборов.
26. От водяных колес до турбин.
27. Солнце как источник энергии.
28. Ультразвук и возможности его применения.
29. Представление картины мира с точки зрения физики.
30. Энергия водных источников.
31. Виды источников искусственного освещения.
32. Изучение физики с помощью компьютерных технологий.

Критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает тему доклада, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер
«хорошо»	Обучающийся в целом раскрывает тему доклада, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера.
«удовлетворительно»	Обучающийся в целом раскрывает тему доклада и допускает ряд неточностей, фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов или их раскрывает содержательно, но допуская значительные неточности
«не удовлетворительно»	Обучающийся не владеет выбранной темой

2.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Измерение размеров и определение объёмов тел правильной геометрической формы

Цель работы: приобретение навыков пользования штангенциркулем и микрометром. Измерение размеров заданных тел.

Приборы и принадлежности: 1) штангенциркуль, 2) микрометр, 3) измеряемые тела.

Для определения объёма тела правильной геометрической формы бывает достаточно измерить его линейные размеры. Из измерительных инструментов в этом случае обычно используются штангенциркуль и микрометр.

ЗАДАНИЕ 1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНКИ С ПОМОЩЬЮ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯ

Штангенциркуль представляет собой линейку, на которой нанесена шкала, разделённая на миллиметры. Эта шкала называется *основной*. Линейка снабжена двумя ножками, из которых одна подвижная. На подвижной ножке штангенциркуля имеется вторая шкала – *нониус*. Нониус представляет собой короткую линейку, скользящую вдоль основной шкалы вместе с ножкой. В некоторых штангенциркулях нониус разделён на 10 равных делений, а вся его длина 19 мм, т.е. каждое деление нониуса короче 2-х мм основной шкалы на 0,1 мм. Когда ножки штангенциркуля сдвинуты до соприкосновения, то ноль нониуса совпадает с нулём основной шкалы, а деление 10 нониуса совпадает с

делением 19 основной шкалы (рис. 1). Такой прибор даёт возможность измерять размеры тел с точностью до 0,1 мм.

Измеряемое тело помещают между ножками штангенциркуля и сдвигают подвижную ножку до полного соприкосновения с телом. Затем производят отсчёт. Сначала нужно отсчитать, сколько целых миллиметров укладывается до нулевого деления нониуса по основной шкале. Если бы ноль нониуса точно совпадал с каким-нибудь делением основной шкалы, то мы бы получили размеры тела в целых миллиметрах. Но обычно ноль нониуса не совпадает с делением основной шкалы и смещается от него на некоторую долю.

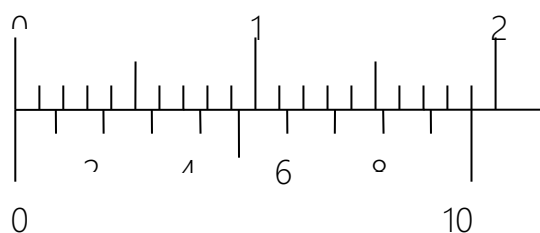


Рис. 1. Нониус с

отсчётом до 0,1 мм

Рассмотрим рис. 2. Прежде всего определим, сколько целых миллиметров укладывается до нулевого деления нониуса. В данном случае до нулевого деления укладывается 2 мм. Но размеры тела больше, чем 2 мм, т.к. нулевое деление нониуса лежит между вторым и третьим делением основной шкалы.

Нужно определить, какое деление нониуса точно совпадает с делением основной шкалы. На рис. 2 с делением основной шкалы совпадает восьмое деление нониуса, что соответствует 0,8 мм. Таким способом могут быть измерены все наружные размеры тела.

Для определения внутренних размеров, например, диаметр отверстий и т.п. пользуются ножками,

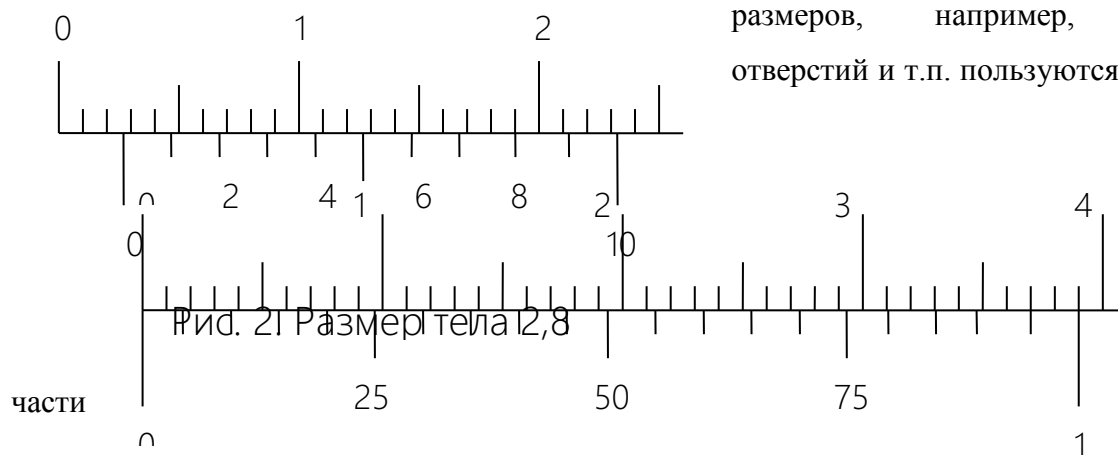


Рис. 3. Нониус с отсчётом до 0,05 мм.

штангенциркуля.

При измерении внутренних размеров отверстия эти ножки спускают в отверстие и там раздвигают до соприкосновения со стенками, после чего производят отсчёт по

основной шкале и нониусу таким же путём, как это было описано выше.

В других штангенциркулях нониус разделён на 20 делений и имеет длину 39 мм, т.е. каждое деление нониуса короче 2-х мм основной шкалы на 0,05 мм. Такой прибор даёт возможность измерять размеры тел с точностью до 0,05 мм (рис. 3).

При пользовании этим штангенциркулем также определяют сначала, сколько целых миллиметров укладывается до нулевого деления нониуса, а затем определяют, какое деление нониуса точно совпадает с делением шкалы.

Пример: ноль нониуса расположен между делением 11 и 12 основной шкалы. Совпадает с делением основной шкалы пятое деление нониуса. Размер тела $11 + 5 \cdot 0,5 = 11,25$ мм.

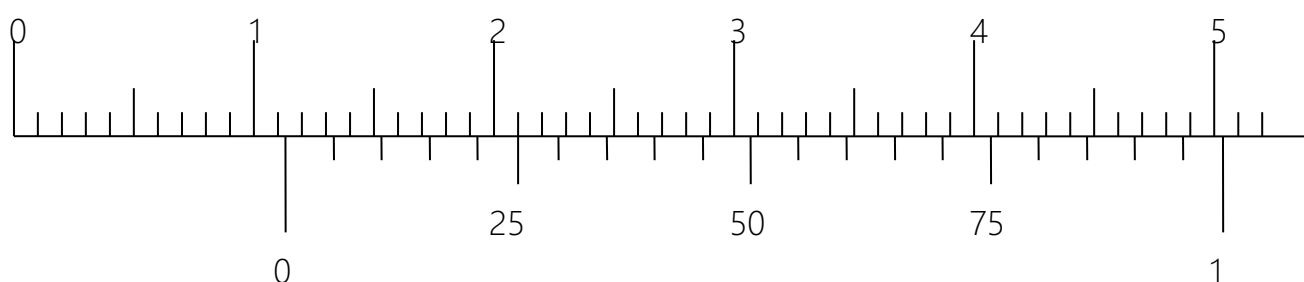


Рис. 4. Размер тела 11,25 мм.

На практике для отсчёта сотых долей совпадающее деление нониуса умножать не приходится. Как видно из рис. 4 против пятого деления нанесено число 25, против десятого деления – число 50 и т.д. Числа, отсчитанные на шкале нониуса, и соответствуют сотым долям.

Объём параллелепипеда равен произведению его длины l на ширину a и высоту h . Измерение каждой из этих величин производится многократно и определяется среднее арифметическое $\langle l \rangle$, $\langle a \rangle$, $\langle h \rangle$. Тогда объём будет равен:

$$\langle V \rangle = \langle l \rangle \cdot \langle a \rangle \cdot \langle h \rangle. \quad (1)$$

Чтобы определить погрешности измерения объёма, следует сначала определить погрешности, сделанные при измерении l , a и h .

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Произвести измерение длины l , ширины a и высоты h прямоугольной пластинки (параллелепипеда). Измерение каждой величины провести несколько раз, наиболее важно определить максимальное и минимальное значение $l_{\max}$ и $l_{\min}$, $a_{\max}$ и $a_{\min}$, $h_{\max}$ и $h_{\min}$. Среднее значение находится как полусумма измеренных максимального и

минимального значений. Например, $\langle l \rangle = \frac{l_{\max} + l_{\min}}{2}$. Результаты всех измерений занести в таблицу 1 с указанием единиц измерения.

Таблица 1 Измерения размеров пластинки

$l_{\max} =$	$a_{\max} =$	$h_{\max} =$
$l_{\min} =$	$a_{\min} =$	$h_{\min} =$
$\langle l \rangle =$	$\langle a \rangle =$	$\langle h \rangle =$
$\Delta l_p =$	$\Delta a_p =$	$\Delta h_p =$
$\Delta l =$	$\Delta a =$	$\Delta h =$
$\varepsilon_l =$	$\varepsilon_a =$	$\varepsilon_h =$

2. Абсолютную погрешность измерения Δl_p длины оценить по любой из формул:

$$\Delta l_p = \langle l \rangle - l_{\min} = l_{\max} - \langle l \rangle = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2}.$$

Найденную абсолютную погрешность нужно обязательно сравнить с погрешностью измерительного прибора δ , в данном случае штангенциркуля, она указана на его подвижной шкале (нониусе). В качестве окончательного результата следует взять наибольшую из величин δ и Δl_p , т.е.

$$\Delta l = \delta, \text{ если } \delta > \Delta l_p;$$

$$\Delta l = \Delta l_p, \text{ если } \Delta l_p > \delta;$$

$$\Delta l = \sqrt{\Delta l_p^2 + \delta^2}, \text{ если } \Delta l_p \approx \delta.$$

$$\text{Относительная погрешность длины: } \varepsilon_l = \frac{\Delta l}{\langle l \rangle}.$$

Аналогичным образом находятся погрешности ширины и высоты.

Все результаты занести в таблицу 1.

3. Вычислить объём пластинки по формуле: $\langle V \rangle = \langle l \rangle \cdot \langle a \rangle \cdot \langle h \rangle$. Записать результат в таблицу 2. Погрешность объёма можно оценить следующим способом: вычислить наибольшее значение объёма по данным измерениям, т.е.

$$\begin{aligned} V_{\max} &= l_{\max} \cdot a_{\max} \cdot h_{\max} = (\langle l \rangle + \Delta l)(\langle a \rangle + \Delta a)(\langle h \rangle + \Delta h) = \langle l \rangle(1 + \varepsilon_l) \cdot \langle a \rangle(1 + \varepsilon_a) \cdot \langle h \rangle(1 + \varepsilon_h) = \\ &= \langle l \rangle \cdot \langle a \rangle \cdot \langle h \rangle (1 + \varepsilon_l)(1 + \varepsilon_a)(1 + \varepsilon_h) = \langle V \rangle (1 + \varepsilon_l)(1 + \varepsilon_a)(1 + \varepsilon_h) \approx \\ &\approx \langle V \rangle (1 + \varepsilon_l + \varepsilon_a + \varepsilon_h) = \langle V \rangle (1 + \varepsilon_V) = \langle V \rangle + \Delta V. \end{aligned}$$

Аналогичным образом эту оценку можно было бы сделать через минимальное

значение: $V_{\min} = \langle V \rangle - \Delta V$.

Результат принято записывать в следующем виде:

$$V = \langle V \rangle \pm \Delta V, \quad (2)$$

причём погрешность находится либо как $\Delta V = V_{\max} - \langle V \rangle = \langle V \rangle - V_{\min}$, либо

находится по правилу сложения максимальной относительной погрешности:

$$\Delta V = \varepsilon_V \cdot \langle V \rangle, \text{ где } \varepsilon_V = \varepsilon_l + \varepsilon_a + \varepsilon_h. \quad (3)$$

Таблица 2 Вычисление объёма пластинки

Объём $\langle V \rangle$, мм ³	Средняя абсолютная погрешность ΔV , мм ³	Средняя относительная погрешность ε_V	Окончательный результат $V = \langle V \rangle \pm \Delta V$

ЗАДАНИЕ 2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА ШАРА С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕТРА

Микрометр служит для измерения размеров небольших предметов с точностью до 0,01 мм. Он имеет вид скобы, в которой измеряемый предмет зажимается при помощи винта А (рис. 5). На неподвижной трубке Е нанесена линейная шкала с ценой деления 0,5 мм. На трубке винтовым движением перемещается барабан С. На окружности барабана нанесена шкала, имеющая 50 делений, цена деления 0,01 мм. При измерении предмет зажимают между винтом А и упором Г. Для этого вращают головку В до соприкосновения винта с измеряемым предметом. Когда нажим достигает достаточной силы, винт автоматически выключается и головка В издаёт треск. После этого вращение следует прекратить, чтобы не смять резьбу винта.

Размеры предмета отсчитывают по линейной шкале с точностью до 0,5 мм, по шкале барабана с точностью до 0,01 мм.

Пример: на рис. 5 по линейной шкале отсчитывается 4 мм, а по круговой шкале 0,41 мм. Измеряемая длина $4 + 0,41 = 4,41$ мм.

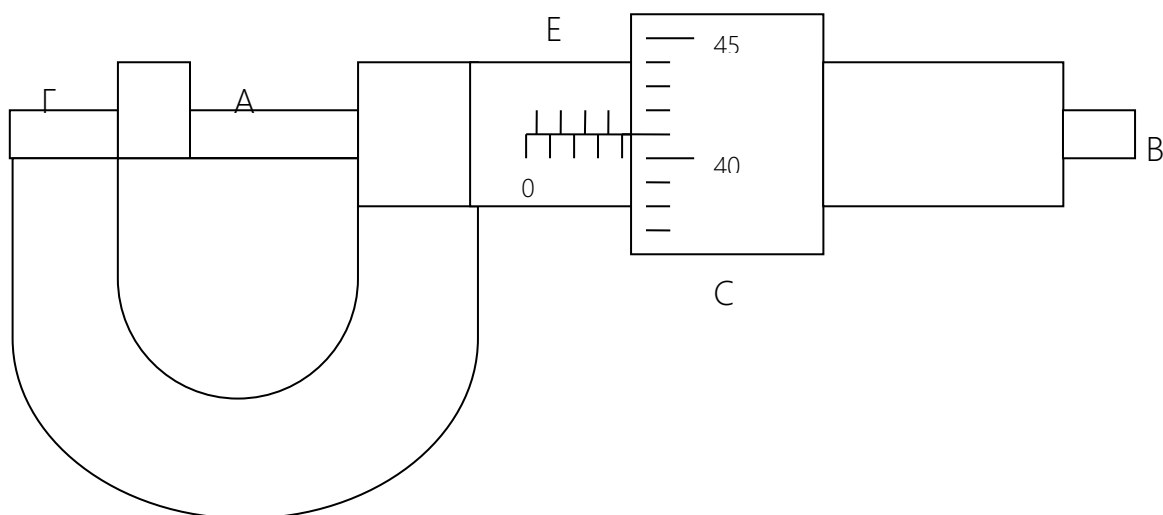


Рис 5. Микрометр.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Произвести измерение диаметра шара микрометром несколько раз в разных направлениях, важно определить наибольшее и наименьшее значение диаметра. Результаты измерений занести в таблицу 3.

2. Среднее значение диаметра вычислить по формуле: $\langle d \rangle = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$.

3. Абсолютную погрешность измерения Δd_p можно найти по любой из формул:

$$\Delta d_p = \langle d \rangle - d_{\min} = d_{\max} - \langle d \rangle = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}.$$

Её следует сравнить с погрешностью микрометра δ и в качестве окончательного результата записать наибольшее значение $\Delta d = \max\{\Delta d_p, \delta\}$. Относительную

погрешность вычислить по формуле: $\varepsilon_d = \frac{\Delta d}{\langle d \rangle}$.

3. Все результаты занести в таблицу

4. Вычислить объём шара по формуле: $\langle V \rangle = \frac{\pi}{6} \langle d \rangle^3$ и записать в таблицу 4.

5. Для оценки погрешности объёма вычислить максимальное (или минимальное) значение объёма и вычесть из него $\langle V \rangle$:

$$\Delta V = V_{\max} - \langle V \rangle = \frac{\pi}{6} (d_{\max}^3 - \langle d \rangle^3) = \frac{\pi}{6} [(\langle d \rangle + \Delta d)^3 - \langle d \rangle^3] \approx$$

$$\approx \frac{\pi}{6} [(\langle d \rangle^3 + 3\Delta d \cdot \langle d \rangle^2 + \dots) - \langle d \rangle^3] = \frac{\pi}{6} \langle d \rangle^2 \cdot 3\Delta d = \frac{\pi}{6} \langle d \rangle^3 \frac{\Delta d}{\langle d \rangle} = 3\langle V \rangle \varepsilon_d = \langle V \rangle \varepsilon_V,$$

откуда следует и правильная формула вычисления относительной погрешности:

$$\varepsilon_V = 3\varepsilon_d. \text{ Отсюда определяется средняя абсолютная погрешность: } \Delta V = \langle V \rangle \cdot \varepsilon_V.$$

Все результаты занести в таблицу 4.

Таблица 3 Измерение диаметра шара

$d_{\max}$	$d_{\min}$	$\langle d \rangle$	Δd_p	Δd	ε_d	$\langle d \rangle \pm \Delta d$

Таблица 4 Вычисление объёма шара

Объём шара $\langle V \rangle$, мм ³	Средняя абсолютная погрешность ΔV , мм ³	Средняя относительная погрешность ε_V	Окончательный результат $(\langle V \rangle \pm \Delta V)$ мм ³

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется абсолютной погрешностью измерения, что она показывает?
2. Что называется относительной погрешностью измерения, что она показывает?
3. Что такое нониус? Как он устроен?
4. Расскажите устройство штангенциркуля.
5. Расскажите устройство микрометра.
6. Произведите установку микрометра на ноль.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Изучение основного закона динамики вращательного движения с помощью прибора Обербека

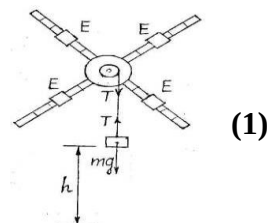
Цель работы: изучить действие основного закона динамики вращательного движения.

Приборы и принадлежности: прибор Обербека, набор грузов, штангенциркуль, линейка.

1. КРАТКАЯ ТЕОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Основной закон динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси: Если на тело, имеющее ось вращения действует сила, то тело приобретает угловое ускорение ε , величина которого прямо пропорциональна моменту M действующей силы F и обратно пропорциональна моменту инерции I этого тела: $\varepsilon = M/I$.

Линейная зависимость углового ускорения ε от величины M проверяется экспериментально с помощью «прибора Обербека».



2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1). Диаметр шкива d определяется штангенциркулем. Радиус: $r = d/2$.

$r, \text{м}$	$\Delta r, \text{м}$	δr	$h, \text{м}$	$\Delta h, \text{м}$	δh

2). Необходимо измерить высоту h и время t движения груза m .

Таблица 2

№	$m, \text{кг}$	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$t_3, \text{с}$	$t_4, \text{с}$	$t_5, \text{с}$	$t_{\text{ср}}, \text{с}$	$\Delta t, \text{с}$	δt
1	0,2								
2	0,3								
3	0,4								
4	0,5								

Таблица 3

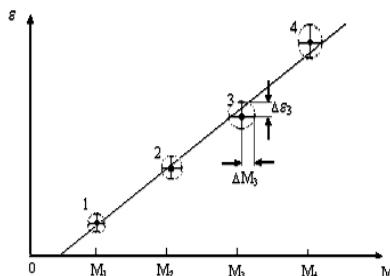
№	$m, \text{кг}$	$a, \text{м/с}^2$	$M, \text{Н} \cdot \text{м}$	$\varepsilon, \text{рад/с}^2$	$\Delta \varepsilon$	$\delta \varepsilon$	$\varepsilon \pm \Delta \varepsilon$
1	0,2						
2	0,3						
3	0,4						
4	0,5						

3). Ускорения a определяем по $a = 2h/t^2$, где h – высота движения груза за время t . По значениям a_1, a_2, a_3, a_4 рассчитаем моменты сил M_1, M_2, M_3, M_4 : $M = m(g - a)r$, и угловые ускорения: $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$: $\varepsilon = 2h/(t^2 r)$.

4). Оценим относительную $\delta \varepsilon$ и абсолютную $\Delta \varepsilon$ погрешности углового ускорения ε :

$$\delta \varepsilon = \Delta h/h + 2\Delta t/t_{\text{ср}} + \Delta r/r; \quad \Delta \varepsilon = \varepsilon \delta \varepsilon.$$

5). Построить график: $\varepsilon = f(M)$.



Контрольные вопросы

1. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение.
2. Момент инерции материальной точки и твердого тела.
3. Теорема Штейнера.
4. Момент силы. Плечо силы.
5. Момент количества движения.
6. Основной закон динамики вращательного движения.
7. Закон сохранения момента количества движения.
8. Абсолютная и относительная погрешности прямых и косвенных измерений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.

Определение коэффициента линейного расширения твердых тел.

Цель работы: определение температурного коэффициента линейного расширения стержней из твердых материалов.

Оборудование: прибор для определения коэффициента линейного расширения (ПРТТ), стержневые образцы (стальной, алюминиевый, стеклянный), индикатор ИЧ, штангенциркуль.

Краткая теория.

При изменении температуры объем твердого тела изменяется: при увеличении температуры объем возрастает, при охлаждении тела сжимаются. Явление изменения размеров и объема твердых тел с изменением температуры называется **тепловым расширением**.

Каковы причины расширения тел при нагревании? Почему при нагревании (охлаждении) средние расстояния между атомами увеличиваются (уменьшаются)?

Молекулярная картина теплового расширения. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия молекул от расстояния между ними позволяет выяснить причину возникновения теплового расширения. Рассмотрим на рис. 1 и рис. 2 как зависят силы межмолекулярного взаимодействия молекул и потенциальная энергия взаимодействия молекул от расстояния между ними.

Если молекулы находятся на расстояниях, превышающих их размеры в несколько раз, то силы взаимодействия между ними практически не сказываются, **силы взаимодействия коротко-действующие**. На расстояниях, превышающих 2-3 диаметра молекул, сила отталкивания F_2 практически равна нулю. Заметна лишь сила притяжения F_1 . По мере уменьшения расстояния сила притяжения возрастает, одновременно с этим растет и сила отталкивания. На некотором расстоянии r_0 , примерно равном диаметру молекулы, модуль силы притяжения равен модулю силы отталкивания. При дальнейшем уменьшении расстояния начинают перекрываться электронные оболочки молекул, что приводит к очень быстрому возрастанию силы отталкивания. Кривые сил взаимодействия несимметричны. Расстояние r_0 является положением равновесия атома. В этом положении его потенциальная энергия меньше, чем в любом соседнем положении - график зависимости потенциальной энергии от расстояния проходит через минимум в этой точке (рис. 2).

Таким образом, молекула (атом) находится внутри потенциальной ямы и совершает колебания не выходя из этой "ямы", от одной ее "стенки" до другой.

Кривая потенциальной энергии сильно несимметрична. Она очень быстро возрастает от минимального значения E_{p0} при уменьшении r и сравнительно медленно растет при увеличении r . При абсолютном нуле в состоянии равновесия молекулы находились бы друг от друга на расстоянии r_0 , соответствующем минимальному значению потенциальной энергии E_{p0} . По мере нагревания кинетическая энергия молекул увеличивается и они начинают совершать колебания около положения равновесия. Размах

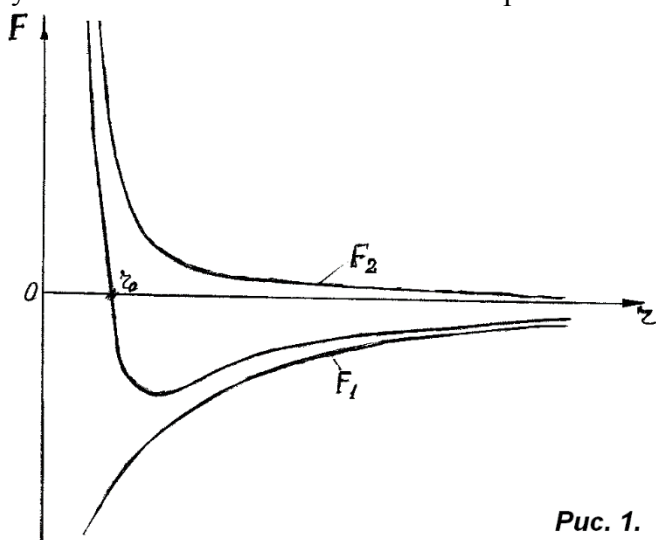


Рис. 1.

колебаний определяется средним значением энергии. Если бы кривая потенциальной энергии была бы симметрична, то среднее положение молекулы по-прежнему соответствовало бы расстоянию r_0 . Что означало бы общую неизменность средних расстояний между молекулами при нагревании, гармоничность колебаний около положения равновесия, и, следовательно,

отсутствие теплового расширения.

На самом деле атомы кристаллической решетки совершают ангармонические (т.е. не гармонические) колебания.

При повышении температуры размах колебаний увеличивается, т.к. возрастает

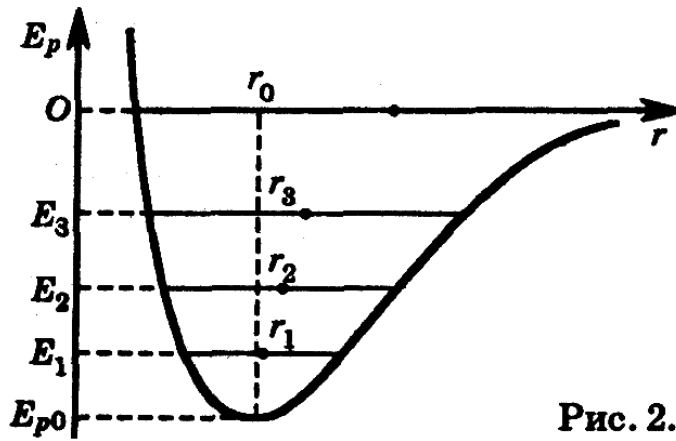


Рис. 2.

энергия (энергетический уровень) частицы. Так, например, при температуре T_1 энергетический уровень E_1 , при T_2 – уровень E_2 . В первом случае частица колеблется около положения r_1 , во втором с большей амплитудой – около r_2 , которые соответствуют новым положениям

равновесия. Из рис.2 видно, что при повышении температуры эта точка – точка положения равновесия – смещается вправо, т.е. в сторону больших межатомных расстояний. Отсюда очевидна причина теплового расширения тел.

Количественно тепловое расширение характеризуется коэффициентами линейного и объемного расширения. Пусть тело при температуре T_1 имеет длину ℓ_1 , а при температуре $T_2 = T_1 + \Delta T$ (где ΔT – сравнительно небольшой интервал температур) имеет длину ℓ_2 , тогда коэффициент линейного расширения определяется из соотношения:

$$\alpha = \frac{\ell_2 - \ell_1}{\ell_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta \ell}{\ell_1 \Delta T}, \quad (1)$$

т.е. физический смысл коэффициента линейного расширения α – коэффициент линейного расширения α показывает на какую долю своего первоначального значения изменяются линейные размеры тела при изменении температуры на один Кельвин.

Аналогично коэффициент объемного расширения β определяется из соотношения:

$$\beta = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}, \quad (2)$$

т.е. коэффициент объемного расширения β равен относительному изменению объема $\Delta V / V_1$ при изменении температуры на 1 К, или показывает, на какую часть изменяется каждая единица начального объема при изменении температуры на 1 К.

Из формул (1) и (2) следует, что

$$\ell_2 = \ell_1(1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad (3)$$

$$V_2 = V_1(1 + \beta \cdot \Delta T) \quad (4)$$

Вследствие анизотропии кристаллов коэффициент линейного расширения α может быть различным в разных направлениях, поэтому $\beta = \alpha_x + \alpha_y + \alpha_z$.

Для кристаллов с кубической симметрией, а также для изотропных тел (большинство металлов), коэффициент линейного расширения одинаков по всем

направлениям, и в этом случае

$$\beta \cong 3\alpha \quad (5)$$

Коэффициенты линейного расширения практически остаются постоянными, если интервалы температур, в которых они измеряются, сравнительно небольшие (несколько десятков градусов). Вообще же коэффициенты теплового расширения (α и β) зависят от температуры: с понижением температуры коэффициенты α и β уменьшаются, а при приближении к температуре абсолютного нуля стремятся к нулю.

Для большинства веществ коэффициент линейного расширения мал, его значения составляют $10^{-5} \div 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Особенно мал коэффициент линейного расширения в диапазоне температур от -30°C до $+100^\circ \text{C}$ у инвара (сплав железа и никеля). Поэтому инвар применяют для

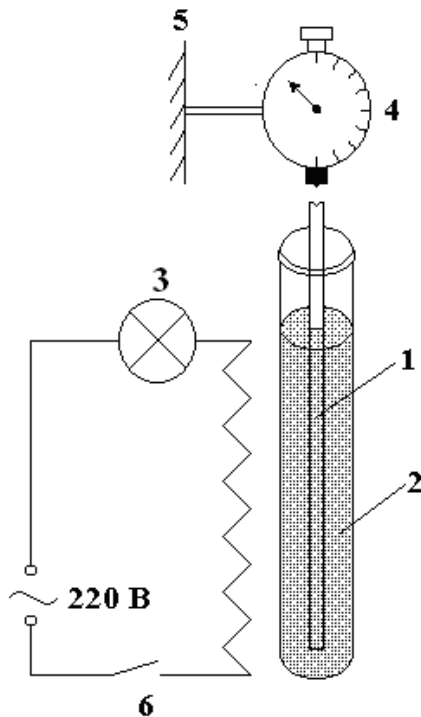


Рис. 3.

изготовления точных инструментов, используемых при определении размеров тел. Линейные размеры самого инструмента из инвара мало зависят от колебаний температур.

Тепловое расширение тел учитывается при конструировании всех установок, приборов и машин, работающих в переменных температурных условиях.

Описание установки.

Устройство измерительного прибора показано на рис. 3. Испытуемый стержень (1), находящийся в пробирке (2) с водой комнатной температуры, помещается в электрический нагреватель. Верхний конец стержня касается штока индикатора-измерителя длины (4), который укреплен на кронштейне (5) (кронштейн может поворачиваться вокруг оси стойки на 90°).

Нагреватель включается в сеть напряжением 220 В с помощью кнопки (6); при включении должна загореться лампочка (3). Испытуемые стержни нагреваются от комнатной температуры до температуры кипения воды 100°C (373 К).

Порядок выполнения работы

Задание 1. Измерение удлинения стержней при нагревании и вычисление коэффициента линейного расширения.

1. Измерьте штангенциркулем начальную длину стержня ℓ_1 и соответствующую температуру T_1 (комнатная температура).
2. В пробирку (2) вставьте стержень (1) и заполните ее водой на один сантиметр ниже края пробирки (2).
3. Вставьте пробирку со стержнем в гнездо нагревателя, подведите шток индикатора (4) и установите его на стержень. Поддерживая рукой корпус индикатора и вращая его обойму, установите нуль шкалы против конца стрелки.
4. Включите кнопкой (6) нагреватель. При появлении интенсивного испарения выключите нагреватель кнопкой (6) и следите (нагревание по инерции будет продолжаться) за показаниями индикатора. Максимальное показание индикатора, соответствующее кипению воды, и есть $\Delta\lambda$.
5. Осторожно (с помощью сухой тряпки) извлеките пробирку со стержнем из нагревателя, вылейте горячую воду и поставьте пробирку в пробиркодержатель.
6. Аналогичные действия и измерения (см. пункты 1-5) проделайте с другими стержнями.
7. После остывания стержней и пробирки до комнатной температуры измерения повторите.
8. Вычислите средний температурный коэффициент α по формуле (1) для каждого стержня. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу №1.

Таблица №1.

Образец	$\ell_1, \text{мм}$	$\Delta\ell, \text{мм}$			$\Delta\ell_{\text{ср}}, \text{мм}$	$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	$\alpha_{\text{ср}}, \text{K}^{-1}$
		Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3				
1.								
2.								

Задание 2. Вычисление погрешности измерений.

Относительная погрешность вычисляется по формуле:

$$E_2 = \frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{\Delta(\Delta\ell)}{\Delta\ell} + \frac{\Delta(\Delta T)}{\Delta T} + \dots,$$

Найдите окончательное значение

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm \Delta\alpha.$$

Контрольные вопросы

1. Что понимается под тепловым расширением тел?
2. Чем объяснить, что частицы (атомы) кристаллической решетки при постоянной температуре располагаются на определенных расстояниях?
3. В каком случае увеличение амплитуды колебаний частиц с ростом температуры приводит к увеличению среднего расстояния между ними, т.е. к тепловому расширению тела?
4. Каков физический смысл коэффициентов теплового расширения твердых тел? Запишите формулы, по которым рассчитываются эти коэффициенты.
5. Зависят ли коэффициенты теплового расширения α и β от температуры?
6. Как учитывается на практике линейное расширение тел?
7. Приведите примеры использования теплового расширения в технике.
8. В центре металлической пластины имеется круглое отверстие. Как будет изменяться диаметр отверстия при нагревании?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Определение вязкости жидкостей методом Стокса

Теоретическое введение

Вязкость (внутреннее трение) – это свойство жидкостей и газов оказывать сопротивление перемещению одной части жидкости (газа) относительно другой. Между движущимися друг относительно друга слоями жидкости или газа возникают силы внутреннего трения, направленные по касательной к поверхности слоев. Действие этих сил проявляется в том, что со стороны слоя, движущегося быстрее, на слой, движущийся медленнее, действует ускоряющая сила. И наоборот, слой, движущийся быстрее, замедляет свое движение под действием сил внутреннего трения. Сила внутреннего трения F тем больше, чем больше рассматриваемая площадь поверхности слоя S (рисунок 1), и зависит от того, насколько быстро меняется скорость течения жидкости при переходе от слоя к слою.

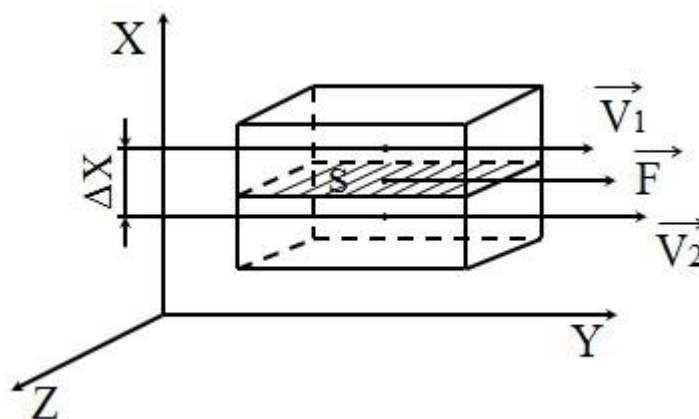


Рис. 1.

На рис. 1 представлены два слоя, отстоящие друг от друга на расстояние Δx и движущиеся со скоростями $\vec{V}_1$ и $\vec{V}_2$. Показана сила $\vec{F}$, действующая на менее быстрый верхний слой. Разность скоростей слоев $\vec{V}_2 - \vec{V}_1 = \Delta \vec{V}$. Направление, в котором отсчитывается расстояние между слоями, перпендикулярно ΔV скорости течения слоев. Величина $\overline{\Delta x}$ показывает как быстро меняется скорость при переходе от слоя к слою в направлении x , перпендикулярном направлению движения слоев, и называется градиентом скорости. Таким образом, модуль силы внутреннего трения

$$F = \eta \left| \frac{\Delta V}{\Delta x} \right| S,$$

где коэффициент пропорциональности η , зависящий от природы жидкости и газа, называется динамической вязкостью (или просто вязкостью).

Существует два режима течения жидкостей. Течение называется ламинарным (слоистым). Если каждый выделенный тонкий слой скользит относительно соседних, не перемешиваясь с ними, и турбулентным (вихревым), если вдоль потока происходит интенсивное вихреобразование и перемешивание жидкости (газа). В системе СГС вязкость измеряется в г/см·с. Эта единица называется пуазом (Пз). В системе СИ единица вязкости - Паскаль-секунда (Па·с). Коэффициент вязкости зависит от температуры, причем, характер этой зависимости для жидкостей и газов различен (для жидкостей η с увеличением температуры уменьшается, а у газов, наоборот, увеличивается), что указывает на различие в них механизмов внутреннего трения. Внутреннее трение в газах, согласно представлениям молекулярно-кинетической теории, вызвано переносом импульса (количества движения) от молекул быстро движущегося слоя к молекулам более медленного слоя вследствие теплового хаотического движения. В результате происходит торможение одного слоя и ускорение другого.

Содержание работы

В работе производится измерение вязкости жидкости по

измерению скорости установившегося равномерного движения маленьких твердых шариков при их падении в исследуемой жидкости.

Для тел шарообразной формы сила сопротивления движению в жидкости определяется по формуле Стокса (1):

$$F_{\text{тр}} = -6\pi\eta r v. \quad (1)$$

При падении шарика в жидкости на него, кроме силы сопротивления (1), действует сила Архимеда:

$$F = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 g \quad \text{и}$$

сила тяжести

$$mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g, \quad \text{где } \rho_1$$

и ρ – плотности жидкости и шарика, r – радиус шарика.

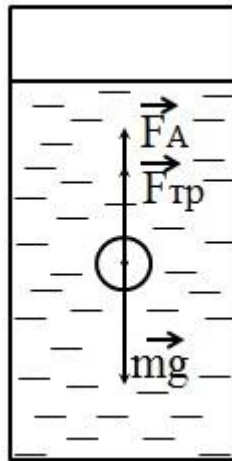


Рис. 2.

Все три силы направлены по вертикали (рис. 2) и уравнение движения шарика имеет вид:

$$m \frac{dv}{dt} = \frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \rho_1) g - 6\pi\eta r v, \quad (2)$$

Скорость установившегося равномерного движения можно определить непосредственно из (2). Движение с постоянной скоростью начинается с момента, когда сила сопротивления уравнивается разностью силы

dv тяжести и

подъемной силы. Полагая в (2) $\frac{dv}{dt} = 0$, получим

$$v_0 = \frac{2}{9} \frac{r^3(\rho - \rho_1)g}{\eta} . \quad (3)$$

Решая (3) относительно η , будем иметь:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho - \rho_1)g}{v_0} . \quad (4)$$

Зная величины, входящие в правую часть равенства (4), можно определить коэффициент внутреннего трения жидкости.

Порядок выполнения

Принадлежности: 1. Стекланный цилиндр с исследуемой жидкостью.

2. Секундомер. 3. Шарики из стали. 4. Измерительный микроскоп.

5. Масштабная линейка.

Задание 1. Измерение радиуса шарика.

На предметное стекло микроскопа уложить 10 шариков. Перемещая тубус микроскопа, навести микроскоп на резкость и по шкале окулярного микрометра измерить в определенной последовательности диаметр шариков.

Цена деления окулярного микрометра зависит от длины тубуса и указана в паспорте установки.

Значения радиусов шариков, занумерованные в порядке измерения, занести в протокол измерений (таблица 1).

Таблица 1

№ измерения	r , см	t , с	v_0 , см/с	η , г/см·с
1.				
2.				
3.				
10.				

Задание 2. Измерение скорости установившегося движения шариков.

Осторожно опуская шарики в цилиндр с жидкостью по возможности ближе к его оси, измерить секундомером время движения шарика между метками, нанесенными на

цилиндре.

Измерения произвести для десяти шариков в той же последовательности, что и в задании 1. Для каждого шарика вычислить скорость установившегося движения. Результаты измерений и вычислений занести в протокол измерений (табл. 1).

Задание 3. Расчет коэффициента вязкости, относительной и абсолютной погрешности измерения.

Для каждого измерения по формуле (4) вычислить коэффициент вязкости жидкости. Плотность материала шариков и плотность жидкости заданы в паспорте установки.

Найти среднее значение коэффициента вязкости.

Определить максимальную относительную погрешность в измерении вязкости жидкости по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\eta}{\eta} = \frac{2\Delta r}{r} + \frac{\Delta\rho}{\rho-\rho_1} + \frac{\Delta\rho_1}{\rho-\rho_1} + \frac{\Delta\ell}{\ell} + \frac{\Delta t}{t}.$$

Погрешность измерения радиуса Δr равна цене деления шкалы окулярного микрометра, погрешность в измерении высоты $\Delta\ell$ равна цене деления линейки.

Найти абсолютную погрешность $\Delta\eta = \varepsilon \cdot \eta$ и результат записать в виде:

$$\eta = \langle \eta \rangle \pm \Delta\eta.$$

Контрольные вопросы

1. Что называется коэффициентом вязкости жидкости и газа?
2. Дайте определение единицы вязкости в системах СГС и СИ.
3. Объясните механизм явлений переноса в газах на основании представлений молекулярно-кинетической теории.
4. Объясните распределение скоростей в потоке жидкости или газа в цилиндрической трубке и дайте вывод формулы (4).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Измерение диэлектрической проницаемости

Цель работы: изучить метод измерения диэлектрической проницаемости.

Приборы и принадлежности: ЛКЭ-1,2,6 (генератор сигналов функциональный ГСФ-2, осциллограф-мультиметр С1-112А, провода соединительные, конденсатор

разборный, набор диэлектриков, штангенциркуль, блок «Поле в веществе».)

Описание метода и экспериментальной установки

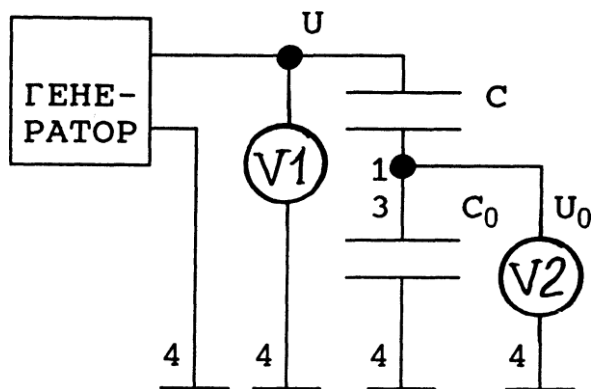


Рис.3.1

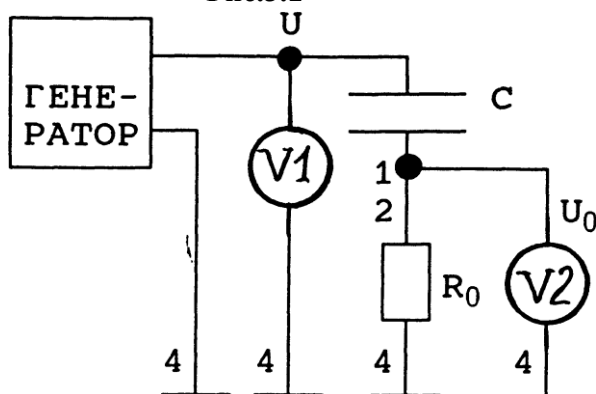


Рис.3.2

Диэлектрическая проницаемость определяется по измерению емкости плоского конденсатора с диэлектриком.

Сравнивают напряжение U_C на исследуемом конденсаторе C и напряжение U_0 на соединённом с ним последовательно эталонном конденсаторе C_0 или эталонном сопротивлении R_0 (рис.3.1 и 3.2). Если напряжения на эталонных элементах много меньше напряжения на исследуемом конденсаторе, в качестве U_C можно взять напряжение генератора U . В качестве вольтметров $V1$ и $V2$ используют осциллограф, измеряя размахи напряжения.

Для схемы на рис.3.1 при произвольной форме и частоте сигнала:

$$C = \frac{C_0 U_{C0}}{U - U_{C0}} \quad (3.1)$$

Для схемы на рис.3.2 при синусоидальном сигнале частотой ν :

$$U_C = \sqrt{(U^2 - U_R^2)}; \quad C = \frac{U_{R0}}{2\pi\nu R_0 U_C} \quad (3.2)$$

I. Емкость конденсатора.

Цель: проверить формулу для емкости плоского конденсатора.

Порядок работы

1. Определить емкость разборного конденсатора при воздушном зазоре:
 - 1.1. С помощью штангенциркуля снять размеры конденсатора, вычислить его площадь S .
 - 1.2. Определить емкость воздушного конденсатора по формуле:

$$C_B = \frac{\epsilon_0 S}{d_0},$$

где $d_0 = 2$ мм.

2. Пользуясь соединительными проводами, собрать электрическую схему, предложенную на рис.3.1, оставляя гнезда для V_1 и V_2 , которые будут измеряться осциллографом.
3. Подготовьте к работе осциллограф – мультиметр:
 - 3.1. Включите осциллограф – мультиметр в сеть 220 В.
 - 3.2. Тумблером «MAINS» включите прибор и переключателем «oscilloscope/multimeter» переведите прибор в режим осциллографа.
 - 3.3. Присоедините специальный провод к входу «Y» осциллографа.
4. Подготовьте к работе генератор:
 - 4.1. Включить генератор в сеть 220 В.
 - 4.2. Тумблером «Сеть» на ГСФ-2 включить генератор.
 - 4.3. Тумблер «ГЕН/ВНЕШ» в положение «ГЕН».
 - 4.4. На выходе ГСФ-2 установите синусоидальное напряжение частотой $\nu = 2 - 3$ кГц.
 - 4.5. Подключить генератор к выходам «вых» и «общ».
 - 4.6. Тумблер « $\approx/0/=$ » в положение « $\approx$ », тумблер «20В/1А» в положение «20В».
6. Представьте собранную схему и подготовленные приборы на проверку преподавателю или лаборанту.
7. Ручкой «амплитуда» доведите размах напряжения на генераторе до 30 В.
8. Осциллографом измерьте напряжение генератора U и напряжение на конденсаторе U_{C0} , записав в таблицу результатов.
9. Соберите схему, представленную на рис.3.2 и снимите таким же образом напряжение на генераторе U и на сопротивлении U_{R0} .
10. По формулам (3.1) и (3.2) определить ёмкость воздушного конденсатора C_B и найти его среднее значение.

10. Результаты представить в виде таблицы:

Результаты эксперимента

$$C_B = \frac{\varepsilon_0 S}{d_0} = \text{--- пФ.}$$

$$C_0 = 9.8 \text{ нФ}; \quad R_0 = 1,9 \text{ кОм.}$$

Таблица 3.1

$\nu =$	Гц	$U =$	В	$U_{R0} =$	В	$C_B =$	пФ
$\nu =$	Гц	$U =$	В	$U_{C0} =$	В	$C_B =$	пФ

$$\langle C_B \rangle = \text{--- пФ.}$$

2. Диэлектрическая проницаемость.

Цель: найти значение диэлектрической проницаемости для разных диэлектриков.

Сравнивая ёмкость C_1 конденсатора без диэлектрика с воздушным зазором d_0 с ёмкостью C конденсатора с диэлектриком толщиной d , находим диэлектрическую проницаемость:

$$\varepsilon = \frac{C}{C_B} \frac{d}{d_0}. \quad (3.3)$$

Порядок работы

1. Измерить штангенциркулем толщину пластины диэлектрика, записав в таблицу 3.2.
2. Поместить его в разборный конденсатор и используя схему рис.3.1 при помощи осциллографа измерить размахи напряжения от генератора U и напряжения на конденсаторе, записав в таблицу 3.2.
3. По формуле (3.1) вычислить ёмкость конденсатора.
4. Используя формулу (3.3) найти значение диэлектрической проницаемости.
5. Результаты оформить в виде таблицы:

Таблица 3.2

образец	d , мм	U , В	U_{C0} , мВ	C , пФ	ε
стекло					
оргстекло					
текстолит					

6. Сделать вывод по полученным значениям диэлектрической проницаемости, сравнив с табличными значениями.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения.

ЦЕЛЬ: научиться опытным путём определять ЭДС и внутреннее сопротивление источника напряжения.

ОБОРУДОВАНИЕ: источник электроэнергии, реостат, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода.

Теоретические сведения

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ — замкнутая система проводников, включающая в себя источник тока, потребители электроэнергии, соединительные провода и выключатель.

Внешней частью цепи называют потребители тока, а внутренней — принято называть источник тока.

Величина, характеризующая зависимость электроэнергии, приобретенной зарядом в генераторе, от внутреннего устройства этого генератора, называется ЭДС генератора:

$$\varepsilon = \frac{A}{q}$$

где ε — электродвижущая сила (ЭДС) (В), A — работа сторонних сил (Дж), q — перемещаемый заряд (Кл)

Очевидно, что источник электроэнергии также является проводником тока, поэтому тоже обладает сопротивлением, которое принято называть **ВНУТРЕННИМ**. Тогда:

$$\varepsilon = U + I \cdot r$$

где r — внутреннее сопротивление (Ом)

Ход работы:

1. Собрать цепь, соединив последовательно источник электроэнергии, реостат, амперметр, ключ.
2. К зажимам источника электроэнергии присоединить вольтметр.
3. Зачертить схему полученной электрической цепи.
4. В тетради начертить таблицу:

СИЛА ТОКА, А	НАПРЯЖЕНИЕ, В	ЭДС, В	ВНУТРЕННЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, Ом
$I_1 =$	$U_1 =$	$\varepsilon =$	$r =$
$I_2 =$	$U_2 =$		

5. Разомкнуть цепь и измерить ЭДС источника электроэнергии. Результат записать под таблицей:

$$\mathcal{E}_{\text{без нагрузки}} =$$

6. Измерить силу тока в цепи и напряжение, замкнув ключ. Показания записать в таблицу.
7. С помощью реостата изменить сопротивление цепи и снова измерить силу тока и напряжение. Показания записать в таблицу (вторая строка).
8. Составить формулы внутреннего сопротивления и ЭДС источника электроэнергии и по этим формулам определить внутреннее сопротивление и ЭДС источника электроэнергии по данным двух измерений – силы тока и напряжения.
9. Рассчитать погрешность, с которой выполнили работу:

$$\Pi = \frac{|\mathcal{E}_{\text{табл}} - \mathcal{E}_{\text{без нагрузки}}|}{\mathcal{E}_{\text{без нагрузки}}} \cdot 100 (\%)$$

10. Сделать выводы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Определение длины волны светового излучения с помощью дифракционной решётки

Цель: Познакомиться на опыте с явлением многолучевой интерференции световых волн. Используя решётку с известным расстоянием между штрихами измерить длину волны светового излучения.

Оборудование:

1. Штатив.
2. Дифракционная решётка 100 штрихов на мм.
3. Измерительная лента.

Теория

Дифракция волн - огибание волнами различных препятствий (неоднородностей).

Препятствия нарушают прямолинейность распространения фронта волны.

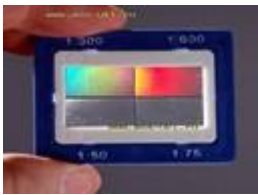
Дифракция волн свойственна всякому волновому движению; проявляется особенно отчетливо в случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней, однако проявляется всегда. Для увеличения яркости дифракционной картины нужно пропускать свет через несколько параллельных щелей. В этом случае кроме явления

дифракции будет происходить ещё и явление интерференции, т.к. лучи, идущие от всех лучей, оказываются когерентными.

Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой большое число параллельных и очень близко расположенных узких щелей, которые пропускают или отражают свет.

Дифракционные решетки с различным числом щелей на 1 мм:



Параллельный пучок света с длиной волны λ , проходя через дифракционную решётку, вследствие дифракции за решёткой, распространяется по всевозможным направлениям и интерферирует. На экране, установленном на пути интерферирующего света, можно наблюдать интерференционную картину:

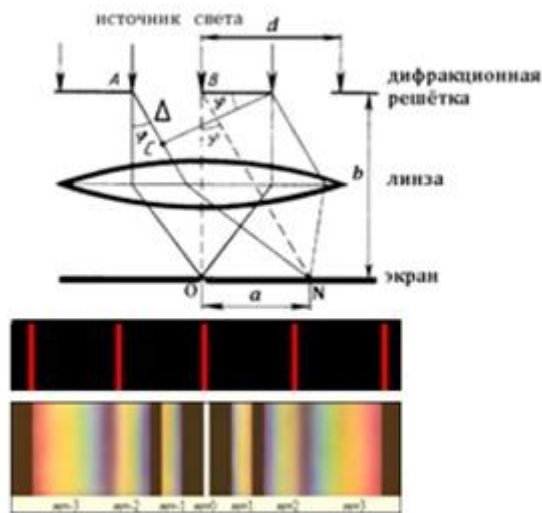


Максимумы света наблюдаются в точках экрана, для которых выполняется условие максимума:



Условие максимума: на разности хода волн укладывается четное число полуволен (целое число длин волн): $\Delta = k \cdot \lambda$, (1)

где $\Delta = AC$ - разность хода волн; λ - длина световой волны; k - номер максимума.



Центральный максимум (в точке O) называют **нулевым**; для него $\Delta=0$. Слева и справа от него располагаются максимумы высших порядков.

Условие возникновения максимума можно записать иначе:

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

где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3...$

Здесь d - период дифракционной решётки в мм, φ - угол, под которым виден световой максимум k -го порядка в точке N на расстоянии a от нулевого максимума, а λ - длина волны.

Так как углы дифракции малы, то для них можно принять: $\sin \varphi \approx \tan \varphi$, а $\tan \varphi = a/b$.

Поэтому: $k\lambda = d \cdot \frac{a}{b}$, и искомая длина световой волны равна $\lambda = \frac{d \cdot a}{k \cdot b}$ (2)

В данной работе формулу (2) используют для вычисления длины световой волны.

Из условия максимума следует $\sin \varphi = (k \cdot \lambda) / d$.

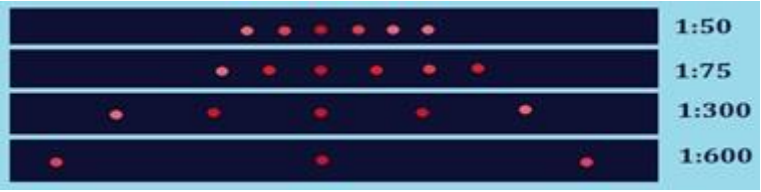
Пусть $k=1$, тогда $\sin \varphi_{кр} = \lambda_{кр} / d$ и $\sin \varphi_{ф} = \lambda_{ф} / d$.

Известно, что $\lambda_{кр} > \lambda_{ф}$, следовательно $\sin \varphi_{кр} > \sin \varphi_{ф}$. Т.к. $y = \sin \varphi$ - функция возрастающая, то $\varphi_{кр} > \varphi_{ф}$

Поэтому фиолетовый цвет в дифракционном спектре располагается ближе к центру.

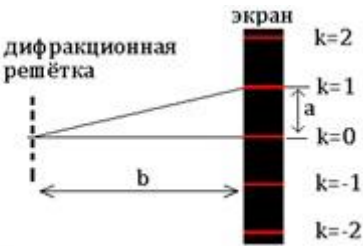
Между максимумами расположены минимумы освещенности. Чем больше общее число щелей и чем ближе друг к другу они расположены, тем более широкими промежутками разделены максимумы.

Картина дифракции лазерного излучения красной окраски на решётках с различным числом щелей на 1 мм:



Ход работы

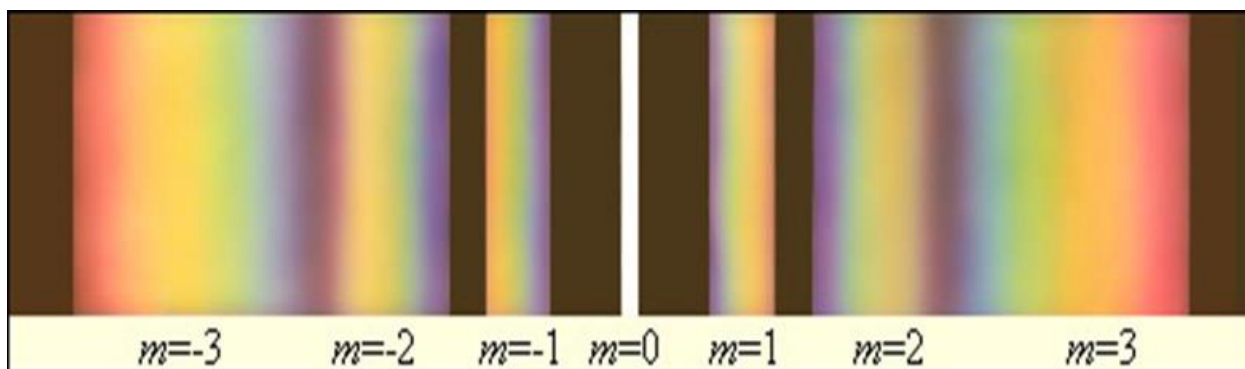
1. Перенести рисунок в тетрадь.



2. Подготовить таблицу для записи результатов измерений:

Порядок спектра, цвет <i>k</i>	Постоянная решётки, <i>d</i> мм	Расстояние от решётки до экрана, <i>b</i> мм	Расстояние от нулевого максимума до максимума <i>k</i> -порядка <i>a</i> мм	Длина волны, нм	Средняя длина волны нм	Относительная погрешность измерения δ %
1-ый, красный	1:100=0,001					
2-ой, красный	1:100=0,001					
1-ый, фиолетовый	1:100=0,001					
2-ой, фиолетовый	1:100=0,001					

3. Укрепить в штативе линейку с экраном и закрепить на направляющей линейки дифракционную решётку.
4. Установить расстояние от решётки до экрана 40 см (***b***). Результат записать в таблицу.
5. Смотря через дифракционную решётку, направить прибор на источник света. Пронаблюдать спектр:



Измерить на экране расстояние ***a*** между нулевым максимумом и максимумом **1-го порядка для красного света**. Результат записать в таблицу.

6. Измерить на экране расстояние ***a*** между нулевым максимумом и максимумом **2-го порядка для красного света**. Результат записать в таблицу.
7. Повторить опыт, измерив на экране расстояние ***a*** между нулевым максимумом и максимумом **1-го и 2-го порядка для фиолетового света**. Результат записать в таблицу.

$$\lambda = \frac{d \cdot a}{k \cdot b}$$

8. По формуле $\lambda = \frac{d \cdot a}{k \cdot b}$ рассчитать длину волны излучения.
9. Найти среднее значение длины волны светового излучения для красного $\lambda_{кр}$
 $ср = (\lambda_{кр1} + \lambda_{кр2})/2$
и фиолетового света $\lambda_{ф}$ $ср = (\lambda_{ф1} + \lambda_{ф2})/2$

10. Зная истинное значение длины волны лазерного излучения, рассчитать относительную погрешность измерений:

$$\delta = (\lambda_{кр ср} - \lambda_{кр табл}) / \lambda_{кр табл} * 100\% \quad \text{и} \quad \delta = (\lambda_{ф ср} - \lambda_{ф табл}) / \lambda_{ф табл} * 100\%$$

Диапазон длин волн, нм

Красный 625—740 нм ($\lambda_{кр табл} = 680$ нм)

Фиолетовый 380—440 нм ($\lambda_{\text{ф табл}} = 410 \text{ нм}$)

11. Записать вывод по результатам выполненной работы.

12. Ответить письменно на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие волны называются когерентными?
2. В чём заключается явление дифракции?
3. Какие свойства света подтверждает дифракция света?
4. При каких условиях наблюдается дифракция света?
5. Как образуется дифракционный спектр?
6. Почему максимумы располагаются как слева, так и справа от нулевого максимума?
7. В чём разница в дифракционных картинах решёток с 50 и 300 штрихами на одном миллиметре?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Изучение явления поляризации света.

Закон Малюса

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является изучение поляризации света и ознакомление с методами получения плоско поляризованного света.

2. Задачи лабораторной работы

1. Исследование зависимости интенсивности плоско поляризованного света, прошедшего через поляризатор, от угла между плоскостями поляризатора и анализатора.
2. Проверка справедливости закона Малюса.

3. Экспериментальное оборудование, приборы и принадлежности



Рис. 1

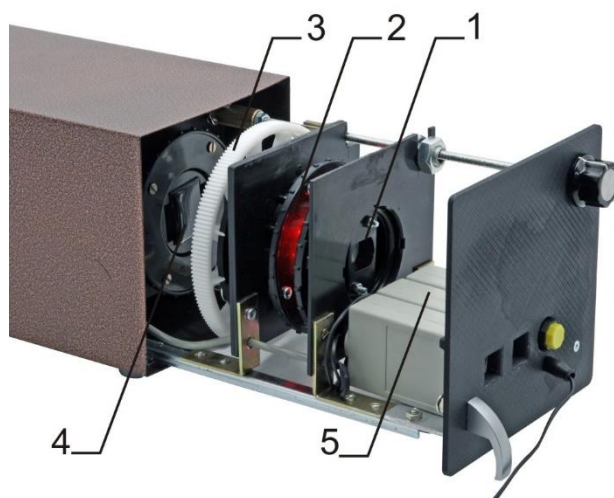


Рис. 2

Лабораторная установка, представляет собой заключенный в сдвижной светонепроницаемый кожух прибор (рис.1), у которого есть рабочее (рис.1) и настроечное (рис.2).

В установку (рис. 2,3) входит источник излучения 1 (светодиодная матрица), поляризатор 2, анализатор 3 с механическим приводом вращения, фотометрический датчик 4 для измерения интенсивности света и датчик угла поворота анализатора 5.

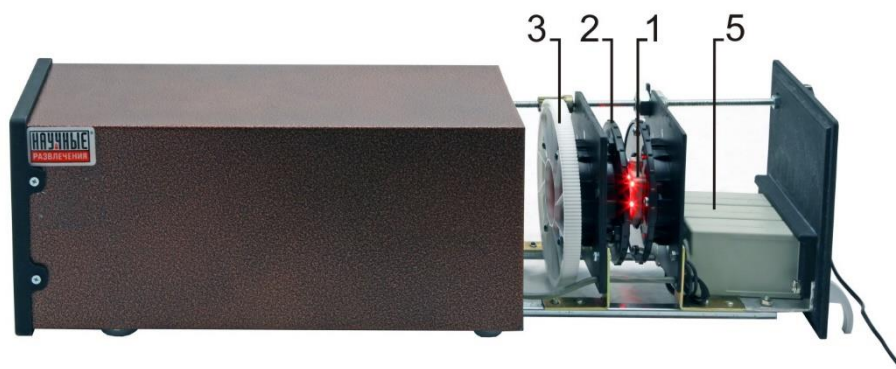


Рис. 3

К приборам и принадлежностям относятся компьютер с необходимым программным обеспечением и измерительные кабели.

4. Теоретическая часть

Свет представляет собой поперечную электромагнитную волну. В однородных средах вектора напряженностей электрического поля E и магнитного поля H колеблются во взаимно перпендикулярных плоскостях (рис.2). Электромагнитное излучение, в котором направление электрического поля E остается неизменным, называется *линейно* или *плоско поляризованным излучением*, а плоскость, проведенная через направление

вектора $\vec{E}$, (его называют *световым вектором*) и направление распространения колебаний называется *плоскостью поляризации*.

В излучении естественного источника направление электрического поля хаотически меняется, оставаясь, однако, перпендикулярным направлению распространения волны. Такое излучение называется *неполяризованным*.

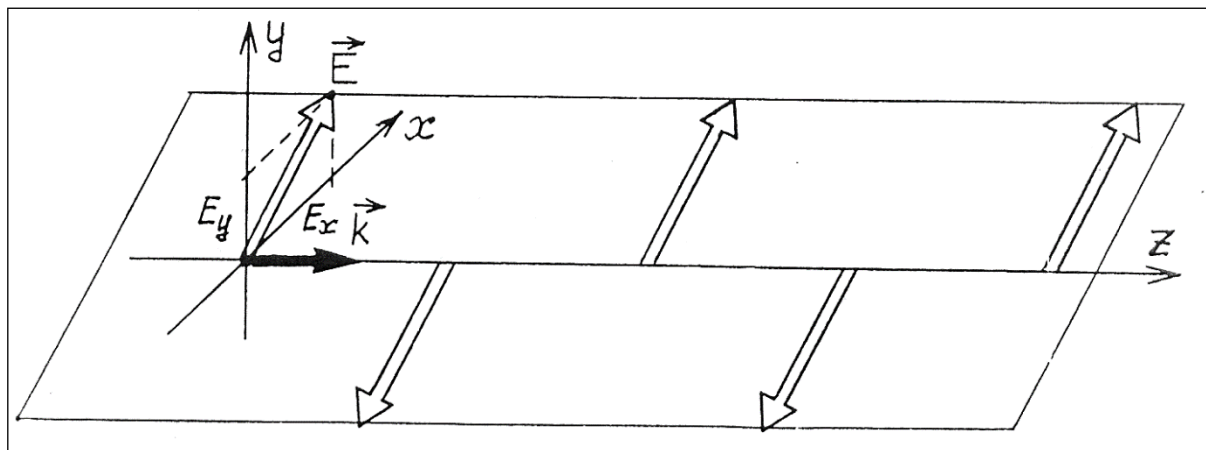


Рис.4

Большинство источников испускает некогерентный неполяризованный свет. Неполяризованный свет можно поляризовать с помощью поляризационных приборов. Такие приборы называются *поляризаторами*.

Обычный свет образован излучением большого числа молекул и атомов, излучающих независимо друг от друга. Световой вектор волны является результатом суперпозиции электрических полей цугов, испускаемых всеми атомами источника. Каждый атом во время акта излучения испускает цуг волн, плоско поляризованный в определенной плоскости, и, из-за очень большого количества излучающих атомов, направление вектора $\vec{E}$, хотя и остается перпендикулярным оси z, меняется беспорядочно.

Свет, в котором из-за хаотического изменения направления вектора $\vec{E}$ все направления светового вектора равновероятны называется *неполяризованным* или *естественным*. Наиболее близок к естественному прямой солнечный свет.

Пусть пучок света монохроматический с угловой частотой ω . 12

$$E_x = E_{x0} \cos(\omega t), \quad E_y = E_{y0} \cos(\omega t + \varphi). \quad (1)$$

Здесь E_{x0} и E_{y0} – амплитуды колебаний x-ой и y-ой компонент, а φ – разность фаз между ними. φ всегда можно выбрать так, чтобы его модуль не превышал π . Вообще говоря, уравнения (1) описывают эллипс. Этот эллипс конец светового вектора проходит за один период колебаний. Если $0 < \varphi < \pi$, вращение происходит по часовой стрелке, и такой свет называется *право эллиптически* или *положительно поляризованным*. Если $-\pi < \varphi < 0$, то световой вектор вращается против часовой стрелки. Такой свет называется *лево эллиптически* или *отрицательно поляризованным*.

Эллипс может вырождаться в отрезок прямой линии, если $\varphi = 0$ или $\pm\pi$, такой свет является линейно поляризованным. Если $E_{x0} = E_{y0}$ и $\varphi = \pm\pi/2$, эллипс превращается в

окружность. Такая волна называется *циркулярно поляризованной* или *поляризованной по кругу*. Если $\varphi = \pi/2$, свет право циркулярно поляризован, если $\varphi = -\pi/2$, – лево циркулярно поляризован.

Немонохроматический свет не может быть положительно или отрицательно поляризован, так как содержит компоненты, колеблющиеся с разными частотами, но может быть плоско поляризован. Немонхроматический свет, не являющийся ни естественным, ни линейно поляризованным, называется *частично поляризованным*.

Для произвольных декартовых осей x и y , перпендикулярных направлению распространения волны, любую световую волну можно представить как результат наложения двух фракций, одна из которых линейно поляризована параллельно оси x , а другая – параллельно оси y .

Естественный свет частично поляризуется при отражении, преломлении и даже при рассеянии в атмосфере. Например, если свет падает на границу раздела двух прозрачных сред под таким углом, что отраженный и преломленный луч перпендикулярны, отраженный луч будет линейно поляризован перпендикулярно плоскости падения (закон Брюстера).

Свет с линейной поляризацией создают *лазеры* – источники оптического излучения, в рабочей зоне которого созданы специальные условия для того, чтобы атомы среды излучали согласованно. Из естественного света можно получить поляризованный свет, используя различные оптические явления

Поляризационные устройства. Дихроизм

Двулучепреломляющие кристаллы (исландский шпат, кварц, натронная селитра и др.) можно использовать для получения линейно поляризованного света, но удобнее для этого так называемые *поляризационные призмы* – склеенные прозрачным клеем кристаллические трехгранные призмы со специально подобранными углами, из которых хотя бы одна вырезана из оптически анизотропного кристалла.

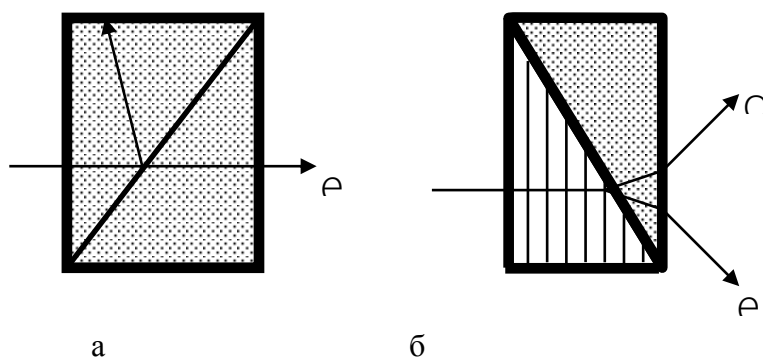


Рис. 4. Поляризационные призмы Глана (а) и Волластона (б). У кристаллов указаны направления оптических осей.

При преломлении в одной призме луч разделяется на две фракции. При преломлении на границе первой и второй призм либо одна из фракций отражается назад или на затемненную грань (см. рис. 4 а). Такие поляризационные призмы называются *однолучевыми*. Либо угол между направлениями распространения фракций увеличивается настолько, что их можно использовать независимо (см. рис. 4 б). Такие поляризационные призмы называются *двулучевыми*. В честь создателя первой поляризационной призмы шотландского ученого У. Николя такие поляризационные устройства иногда называют *николями*.

Третий способ получения линейно поляризованного света – использование так

называемых *дихроичных кристаллов*. Дихроизм (*греч.* двуцветный) – различное поглощение света в зависимости от его поляризации. Дихроизм бывает *линейный* – различное поглощение света двух взаимно перпендикулярных поляризаций, и *круговой* – различное поглощение света с правой и левой круговой поляризацией. Проще объяснить линейный дихроизм. В связи со строением кристаллической решетки электроны могут оказаться более подвижны в одном направлении, чем в перпендикулярном ему. Фракция, поляризованная в том направлении, в котором электроны более подвижны, тратит больше энергии на раскачку электронов и быстрее затухает. В конечном счете, эта энергия переходит в тепло.

Самый известные линейно дихроичные кристаллы – турмалин и герпатит (сульфат йодистого хинина). При прохождении через пластину турмалина толщиной в 1 мм обыкновенный луч практически полностью поглощается.

Еще удобнее, чем кристаллические пластины т. н. *поляроиды*. Поляроид представляет собой прозрачную пленку, в которую внедрены мельчайшие кристаллы или молекулы полимера с сильным линейным дихроизмом. Для сохранности поляризующая пленка защищена с двух сторон прозрачными пластинами. Поляроид действует как единый дихроичный кристалл.

Устройства, с помощью которых можно получить линейно поляризованный свет, называются *поляризаторами*. Плоскость, в которой они поляризуют проходящий через них свет, называется *плоскостью пропускания* данного поляризатора. Те же самые приспособления могут быть использованы для анализа степени и направления поляризации световой волны. В этом случае их называют *анализаторами*.

Закон Малюса

Если на поляризатор падает линейно поляризованный свет с вектором напряженности E , и плоскость колебаний составляет угол α с плоскостью поляризатора, то в волне, прошедшей через идеальный поляризатор, остается только компонента E_1 , параллельная плоскости поляризатора (рис.6):

$$E_1 = E \cos \alpha, \quad E_2 = 0.$$

Поскольку интенсивность пропорциональна среднему квадрату напряженности, то для интенсивности линейно поляризованного света, прошедшего через идеальный поляризатор, получаем соотношение, называемое законом Малюса:

$$I_1 = I \cos^2 \alpha. \quad (2)$$

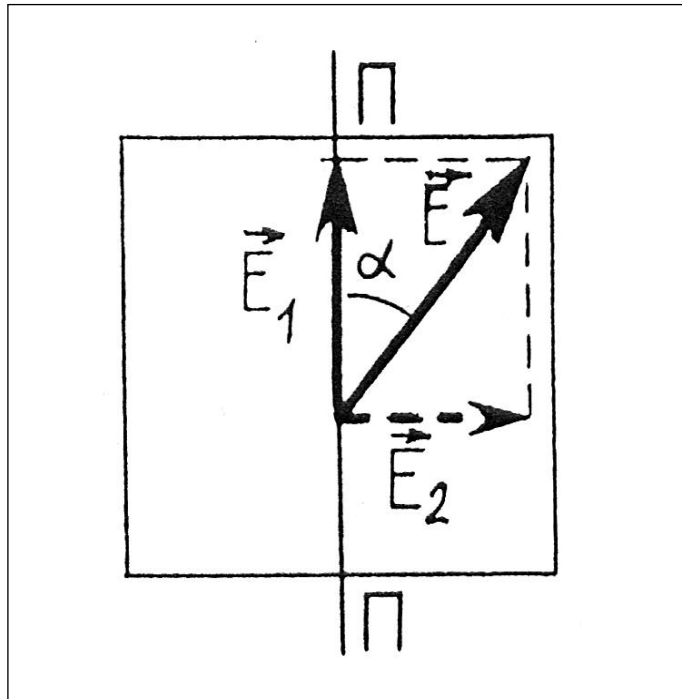


Рис.6

При падении на поляризатор естественного света, в прошедшей волне, в результате двойного лучепреломления, остается одна из компонент колебаний, параллельная плоскости пропускания (другая поглощается), т.е. естественный свет превращается в линейно поляризованный. Интенсивности, соответствующие взаимно перпендикулярным колебаниям, в естественном свете одинаковы, и равны половине общей интенсивности $I_{ест}$. После поляризатора имеем поляризованную волну с интенсивностью одной из ортогональных компонент:

$$I_{прош} = I_{ест} / 2. \quad (3)$$

При попадании на поляризатор частично поляризованного света закону Малюса подчиняется только поляризованная компонента. С учетом (2) и (3) получим:

$$I_{прош} = I_{пол} \cos^2 \alpha + I_{ест} / 2.$$

При $\alpha = 0$ интенсивность максимальна, при $\alpha = \pi/2$ – минимальна:

$$I_{max} = I_{пол} + I_{ест} / 2,$$

$$I_{min} = I_{ест} / 2.$$

Поворачивая идеальный поляризатор вокруг оси z , и измеряя интенсивность прошедшего света, можно найти степень поляризации падающего излучения:

$$P = \frac{I_{max} - I_{mi}}{I_{max} + I_{mi}} \quad (4)$$

Для плоско поляризованного света $I_{max} = 0$ и $P = 1$, для естественного света $I_{max} = I_{min}$ и $P = 0$.

Поляризатор, используемый для анализа поляризации излучения, называют

анализатором.

5. Описание лабораторной установки

При выполнении работы к выходным разъемам устройства 2 (рис.1) необходимо подключить измерительные кабели датчиков, идущие к USB-разъемам компьютера.

Напряжение питания осветителя — 12 В.

Поляризатор, преобразующий излучение светодиодной матрицы в поляризованный свет, установлен непосредственно за осветителем.

Вращение анализатора выполняется путем поворота ручки механического привода 1, соосно с которой размещен датчик угла поворота анализатора.

6. Порядок проведения лабораторной работы

1. Подключите датчик угла поворота и фотометрический датчик к USB – входу компьютера.
2. После включения компьютера запустите программу «Практикум по физике». В открывшемся окне с предупреждением об отсутствии измерительного устройства нажмите «ОК». На панели устройств выберите соответствующий сценарий проведения эксперимента (Alt+C) .
3. Включите светодиодную матрицу – осветитель, нажав красную кнопку на передней панели прибора.
4. Установите анализатор в крайнее положение, вращая за рукоятку привода на лицевой панели установки до упора против часовой стрелки.
5. Запустите измерения, выбрав на панели инструментов кнопку «Запустить измерения» (Ctrl+S) .
6. На экране появится окно «Обработка». Для проведения измерений перейдите на вкладку «Таблица».
7. Проведите измерения. Изменяя угол ориентации поляризатора с шагом 10-15 градусов, сохраняйте значения интенсивности, нажимая на кнопку «дискета»  после каждого изменения угла. Все данные будут записываться в таблицу.
8. По окончании эксперимента остановите измерения, нажав на кнопку (Ctrl+T) .

7. Обработка результатов измерений

1. Перейдите на вкладку «График», в которой по экспериментальным точкам строится график зависимости интенсивности от угла поворота анализатора.
2. Подберите начальное значение угла, соответствующее одинаковой ориентации поляризатора и анализатора (максимальное пропускание света). Перейдите на вкладку «Исх. данные» и введите это значение в соответствующую ячейку.
3. Проведите аппроксимацию графика зависимости интенсивности от угла поворота квадратичной косинусной зависимостью. Для этого вернитесь на вкладку «График» и выберите из выпадающего списка в верхнем левом углу экрана функцию соответствующего вида. После этого нажмите кнопку  для построения аппроксимирующей кривой.
4. Постройте график зависимости интенсивности от $\cos^2\alpha$ и проверьте ее линейность. Для этого перейдите на вкладку «Линеаризация», выберите из выпадающего списка в верхнем левом углу экрана функцию вида прямой пропорциональности и нажмите кнопку .
5. Сделайте вывод о соответствии полученной зависимости закону Малюса.

8. Контрольные вопросы

1. Какой свет называется естественным, плоско поляризованным, частично поляризованным?
2. Дать определение плоскости колебаний и плоскости поляризации, светового вектора.

3. Каковы основные способы получения поляризованного света?
4. В чем состоит явление дихроизма?
5. При каких условиях наблюдается интерференция поляризованных лучей?
6. Расскажите о явлении «вращения» плоскости поляризации.
7. Что такое поляризатор, анализатор? Как действует призма Николя?
8. Что такое поляроид?
9. Сформулируйте закон Малюса.
10. Что такое степень поляризации?
11. Что представляет собой свет? Расскажите о взаимной ориентации векторов напряженностей электрического и магнитного полей.
12. В чем состоит двойное лучепреломление?
13. Чему равна интенсивность прошедшей волны при падении на поляризатор плоско поляризованного света?
14. Чему равна интенсивность прошедшей волны при падении на поляризатор естественного света?
15. Чему равна интенсивность прошедшей волны при падении на поляризатор частично поляризованного света?
16. Чему равна степень поляризации естественного света? Плоско поляризованного?
17. Чему равны максимальная и минимальная интенсивности частично поляризованного света?

Критерии оценивания

% выполнения работы	Шкала оценивания
85-100%	«отлично»
70-84%	«хорошо»
51-69%	«удовлетворительно»
50% и менее	«не удовлетворительно»

2.5 ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

За время изучения курса физики студент-заочник должен представить две контрольные работы (одну в 1 семестре и одну во 2 семестре).

Вариант, который должен выполнить студент определяет преподаватель.

Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по таблице вариантов (см. табл. вариантов)

Контрольные работы выполняются либо в школьной тетради, либо на листах формата А4.

На обложке тетради (титальном листе) приводятся сведения согласно приложению 1.

Условия задач в контрольной работе переписываются полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя в тетради оставляются поля.

В конце контрольной работы студент должен указать, каким учебником или учебным пособием он пользовался.

Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию с исправленными заданиями.

Зачтенные контрольные работы предъявляются экзаменатору.

Студент должен быть готов во время экзамена дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями, при необходимости выполняется чертеж с помощью чертежных принадлежностей.

Решать задачу необходимо в общем виде, т.е. выражать искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи.

Числовые значения величин при оформлении дано и подстановке в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ.

Таблица вариантов:

		Последняя цифра номера зачетной книжки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Предпоследняя цифра зачетной книжки	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	11	20	29	8	17	26	27	28	29	30
	3	12	21	30	9	18	1	2	3	4	5
	4	13	22	1	10	19	6	7	8	9	10
	5	14	23	2	11	20	11	17	23	29	5
	6	15	24	3	12	21	12	18	24	30	6
	7	16	25	4	13	22	13	19	25	1	7
	8	17	26	5	14	23	14	20	26	2	8
	9	18	27	6	15	24	15	21	27	3	9
	0	19	28	7	16	25	16	22	28	4	10

Контрольная работа № 1 (1 семестр)

Таблица вариантов

Вариант	Номера задач							
1	1	11	21	31	41	51	61	71
2	2	12	22	32	42	52	62	72
3	3	13	23	33	43	53	63	73
4	4	14	24	34	44	54	64	74
5	5	15	25	35	45	55	65	75
6	6	16	26	36	46	56	66	76
7	7	17	27	37	47	57	67	77
8	8	18	28	38	48	58	68	78
9	9	19	29	39	49	59	69	79
10	10	20	30	40	50	60	70	80
11	1	11	21	31	41	51	61	71
12	2	12	22	32	42	52	62	72

13	3	13	23	33	43	53	63	73
14	4	14	24	34	44	54	64	74
15	5	15	25	35	45	55	65	75
16	6	16	26	36	46	56	66	76
17	7	17	27	37	47	57	67	77
18	8	18	28	38	48	58	68	78
19	9	19	29	39	49	59	69	79
20	10	20	30	40	50	60	70	80
21	1	11	21	31	41	51	61	71
22	2	12	22	32	42	52	62	72
23	3	13	23	33	43	53	63	73
24	4	14	24	34	44	54	64	74
25	5	15	25	35	45	55	65	75
26	6	16	26	36	46	56	66	76
27	7	17	27	37	47	57	67	77
28	8	18	28	38	48	58	68	78
29	9	19	29	39	49	59	69	79
30	10	20	30	40	50	60	70	80

Примечание: в задачах вместо n необходимо подставлять номер своего варианта

1. Построить траекторию точки за первые n секунд движения, если закон движения материальной точки имеет вид:

$$\begin{cases} x = t + n \\ y = nt - t^2 \\ z = 0 \end{cases}$$

Найти скорость в момент времени $t = 3$ с.

2. Камень, брошенный с высоты 1,5 м под углом 45° к горизонту, падает на землю на расстоянии 35 м (по горизонтали) от места бросания. Найти начальную скорость камня.
3. Камень, брошенный с высоты 2 м под углом 30° к горизонту, падает на землю на расстоянии 38 м (по горизонтали) от места бросания. Найти время полета и максимальную высоту подъема камня.
4. Модуль скорости материальной точки изменяется со временем по закону $v = nt^2 - 3t$. Найти пройденный путь за первые n секунд и ускорение в момент времени $t = 3$ с.
5. Уравнение движения материальной точки вдоль оси имеет вид $x = A + B \cdot t + C \cdot t^3$, где $A = n$ м, $B = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = -0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$. Найти координату x , мгновенную скорость в момент времени $t = 3$ с.
6. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi = A + B \cdot t + C \cdot t^2$, где $A = 2$ рад, $B = n \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = -3 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$. Найти полное ускорение точки, находящейся на расстоянии 0,1 м от оси вращения в момент времени $t = 3$ с.
7. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi = A + B \cdot t + C \cdot t^2$, где $A = n$ рад, $B = 25 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = -4 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$. Найти полное ускорение точки, находящейся на расстоянии 0,15 м от оси вращения в момент времени $t = 2$ с.
8. Точка движется по окружности радиусом 3 м. Закон ее движения имеет вид: $s = A + Bt^2$ где $A = n$ м, $B = -1 \text{ м/с}^2$. Определить момент времени t , когда нормальное ускорение точки равно 6 м/с^2 .

9. Точка движется по окружности радиусом 2 м. Закон ее движения имеет вид: $s = A + Bt^2$ где $A = n$ м, $B = -1$ м/с². Определить скорость и тангенциальное ускорение в момент времени t , когда нормальное ускорение точки равно 5 м/с².
10. Две материальные точки движутся согласно уравнениям:
 $x_1 = A_1 \cdot t + B_1 \cdot t^2 + C_1 \cdot t^3$ и $x_2 = A_2 \cdot t + B_2 \cdot t^2 + C_2 \cdot t^3$
 где $A_1 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B_1 = n \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, $C_1 = -16 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$, $A_2 = n \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B_2 = -4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, $C_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$
 В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы? Найдите скорости точек в этот момент.
11. Шар массой n г., движущийся горизонтально с некоторой скоростью, столкнулся с неподвижным шаром массой $n+5$ г. Считать удар прямым, центральным и абсолютно упругим. Какую долю своей кинетической энергии первый шар передал второму?
12. При горизонтальном полете со скоростью 250 м/с снаряд массой $n + 6$ кг разорвался на две части. Большая часть массой $n + 4$ кг получила скорость 350 м/с в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости меньшей части снаряда.
13. Шар массой 10 кг сталкивается с шаром массой n кг. Скорость первого шара 5 м/с, второго 12 м/с. найти общую скорость шаров после удара, если шары движутся навстречу друг другу. Удар считать прямым, центральным и неупругим.
14. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал $10+2n$ % своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого?
15. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал $25+3n$ % своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого?
16. Шар массой n г., движущийся горизонтально с некоторой скоростью, столкнулся с неподвижным шаром массой 2 г. Считать удар прямым, центральным и абсолютно упругим. Какую долю своей кинетической энергии первый шар передал второму?
17. Пуля массой n г., летящая с горизонтальной скоростью 350 м/с, попадает в мешок, набитый ватой, массы 3 кг, висящий на длинном шнуре. Найти высоту, на которую поднимется мешок.
18. Пуля массой $n + 4$ г., летящая с горизонтальной скоростью 450 м/с, попадает в мешок, набитый ватой, массы 6 кг, висящий на длинном шнуре. Найти долю кинетической энергии пули, которая будет израсходована на пробивание ваты.
19. Шар массой 200 г, движущийся со скоростью $n + 3$ м/с, сталкивается с неподвижным шаром массой 600 г. удар прямой, центральный, абсолютно упругий. Определить скорости шаров после столкновения.
20. Шар массой 300 г, движущийся со скоростью $4 + n$ м/с, сталкивается с неподвижным шаром массой 800 г. удар прямой, центральный, абсолютно упругий. Определить скорости шаров после столкновения.
21. Антенна действует на верхний конец мачты в горизонтальном направлении с силой $100n$ Н. Мачта укреплена оттяжкой длиной 18 м. Определить силы, действующие на мачту и на оттяжку, если высота мачты 16 м.
22. На наклонной плоскости находится груз массой 5 кг, связанный нитью, перекинутой через блок, с другим грузом массой 3 кг. коэффициент трения 1-го груза о плоскость составляет $0,01n$. Угол наклона плоскости к горизонту 30° . Определить ускорение грузов.

23. В вагоне, движущемся горизонтально с ускорением 2 м/с^2 , висит на шнуре груз массы $15n+35 \text{ г}$. Найти силу натяжения шнура и угол отклонения шнура от вертикали.
24. В вагоне, движущемся горизонтально с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$, висит на шнуре груз массы $20n+40 \text{ г}$. Найти силу натяжения шнура и угол отклонения шнура от вертикали.
25. Антенна действует на верхний конец мачты в горизонтальном направлении с силой $26n+30 \text{ Н}$. Мачта укреплена оттяжкой длиной 17 м . Определить силы, действующие на мачту и на оттяжку, если высота мачты 15 м .
26. Груз массой $n \text{ кг}$ перемещается по горизонтальной плоскости под действием силы тяги 300 Н , направленной под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения груза о плоскость $0,1$. Определить ускорение груза.
27. Груз массой 25 кг перемещается по наклонной плоскости под действием силы тяги $40n \text{ Н}$, направленной под углом 30° к плоскости. Коэффициент трения груза о плоскость $0,11$. Угол наклона плоскости к горизонту составляет 15° . Определить ускорение груза.
28. Известно, что грузовой автомобиль массой 5400 кг движется горизонтально со скоростью $60+n \text{ км/ч}$. Необходимо: определить силу и время торможения автомобиля, если тормозной путь составил 8 м .
29. Известно, что легковой автомобиль массой 1930 кг движется горизонтально со скоростью 110 км/ч . Необходимо: определить силу и время торможения автомобиля, если тормозной путь составил $n \text{ м}$.
30. Тело скользит равномерно по наклонной плоскости с углом наклона 30° . Определить коэффициент трения тела о плоскость.
31. Точка совершает гармонические колебания с частотой $2n \text{ Гц}$. В момент, принятый за начальный, точка имела максимальное смещение 2 мм . Дать определение гармонических колебаний и написать уравнение колебаний точки. Начертить график.
32. Маховик в виде сплошного диска радиусом $0,2 \text{ м}$ и массой $n \text{ кг}$ раскручен до частоты вращения 480 об/мин и представлен сам себе. Под действием сил трения маховик остановился через 50 с . Найти момент сил трения.
33. Складываются два колебания одинакового направления, выраженные уравнениями:
- $$x_1 = A_1 \cos \frac{2\pi}{T} (t + \tau_1) \quad x_2 = A_2 \cos \frac{2\pi}{T} (t + \tau_2)$$
- где $A_1 = n \text{ см.}$, $T = 3 \text{ с.}$, $\tau_1 = \frac{1}{6} \text{ с.}$, $A_2 = 2 \text{ см.}$, $\tau_2 = \frac{1}{3} \text{ с.}$
 построить векторную диаграмму сложения этих колебаний и написать уравнение результирующего колебания.
34. Точка совершает гармонические колебания с частотой $n \text{ Гц}$. В момент, принятый за начальный, точка имела максимальное смещение 3 мм . Дать определение гармонических колебаний и написать уравнение колебаний точки. Начертить график.
35. Маховик в виде сплошного диска радиусом $0,3 \text{ м}$ и массой 50 кг раскручен до частоты вращения 780 об/мин и представлен сам себе. Под действием сил трения маховик остановился через $20n \text{ секунд}$. Найти момент сил трения.

36. Складываются два колебания одинакового направления, выраженные уравнениями:

$$x_1 = A_1 \cos \frac{2\pi}{T} (t + \tau_1) \quad x_2 = A_2 \cos \frac{2\pi}{T} (t + \tau_2)$$

где $A_1 = 2$ см., $T = 3$ с., $\tau_1 = \frac{1}{6}$ с., $A_2 = n$ см., $\tau_2 = \frac{1}{2}$ с.

построить векторную диаграмму сложения этих колебаний и написать уравнение результирующего колебания.

37. Точка совершает гармонические колебания с частотой 18 Гц. В момент, принятый за начальный, точка имела максимальное смещение 1 мм. Дать определение гармонических колебаний и написать уравнение колебаний точки. Начертить график.

38. Маховик в виде сплошного диска радиусом 0,1 м и массой 30 кг раскручен до частоты вращения 480 об/мин и представлен сам себе. Под действием сил трения маховик остановился через $n + 10$ с. Найти момент сил трения.

39. Складываются два колебания одинакового направления, выраженные уравнениями:

$$x_1 = A_1 \cos \frac{2\pi}{T} (t + \tau_1) \quad x_2 = A_2 \cos \frac{2\pi}{T} (t + \tau_2)$$

где $A_1 = 2$ см., $T = n$ с., $\tau_1 = \frac{1}{4}$ с., $A_2 = 1$ см., $\tau_2 = \frac{1}{2}$ с.

построить векторную диаграмму сложения этих колебаний и написать уравнение результирующего колебания.

40. Точка совершает гармонические колебания с частотой $20 + n$ Гц. В момент, принятый за начальный, точка имела максимальное смещение 2 мм. Дать определение гармонических колебаний и написать уравнение колебаний точки. Начертить график.

41. Сколько молекул содержится в n г серной кислоты H_2SO_4 ?

42. Смесь азота и гелия при температуре 27°C находится под давлением 0,13 кПа. Масса азота составляет $40 + n$ % от общей массы смеси. Найти концентрацию молекул каждого из газов.

43. Определить молярную массу смеси кислорода массой n г. и азота массой 65 г.

44. Определить молярную массу смеси кислорода массой 25 г. и азота массой n г.

45. Определить относительную молекулярную массу и молярную массу углекислого газа.

46. Определить число молекул, содержащихся в n м³ воды и массу одной молекулы.

47. Определить число молекул, содержащихся в n м³ воды и массу одной молекулы.

48. Определить относительную молекулярную массу и молярную массу поваренной соли (хлорида натрия).

49. Какой объем занимают $3n$ г гелия при нормальных условиях?

50. Имеется 1,2 моль гелия. Какова его масса? Какой объем он займет при нормальных условиях?

51. В баллоне объемом 15 л. Находится гелий под давлением 1,2 МПа и при температуре 300 К. После того как из баллона было взято 4 г. гелия температура понизилась до 294 К. Определить давление гелия, оставшегося в баллоне и первоначальную массу.

52. Баллон содержит 80 г. кислорода и $300 + n$ г. аргона. Давление смеси 0,95 МПа, температура 300 К. Принимая данные газы за идеальные, определить объем баллона.

53. Баллон содержит $90+n$ г. кислорода и 310 г. аргона. Давление смеси 1,2 МПа, температура 303 К. Принимая данные газы за идеальные, определить объем баллона.
54. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении неона и водорода, принимая эти газы за идеальные.
55. Находившийся в закрытом баллоне газ нагрели от $300+n$ до 360 К, причем давление возросло на 1 МПа. Определить первоначальное и конечное давление.
56. Какой объем занимает $2n$ моль идеального газа при условиях, соответствующих условиям в фотосфере Солнца? Температура фотосферы 6000 К, давление $1,25 \cdot 10^2$ Па.
57. В цилиндре под поршнем находится водород массой 0,02 кг при температуре 290 К. Водород сначала расширился адиабатно, увеличив свой объем в n раз, а затем был сжат изотермически, причём объем газа уменьшился в n раз. Найти температуру в конце адиабатного расширения и работу, совершаемую газом при этих процессах. Изобразить процесс графически.
58. В баллоне находится газ при температуре $350+10n$ К. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза. Процесс считать изохорическим.
59. Находившийся в закрытом баллоне газ нагрели от 290 до 360 К, причем давление возросло на n МПа. Определить первоначальное и конечное давление.
60. Найти плотность кислорода при температуре 400 К и давлении n МПа.
61. В цилиндрическую, вертикально поставленную цистерну налита при -10 °С нефть до уровня 5,0 м. Каков будет уровень нефти в цистерне, если температура повысится до 20 °С? При какой температуре нефть начнет переливаться через края цистерны, если при -10 °С уровень нефти был ниже краев на 14 см?
62. В бутылку, имеющую при 0 °С вместимость 10 л, налит до краев керосин при той же температуре. На сколько должна повыситься температура, чтобы вытекло 0,30 л керосина?
63. При надевании на колесо повозки железной шины ее нагревают на 770 К. Диаметр колеса равен 1320 мм, первоначальный диаметр шины - 1310 мм. Наденется ли шина на колесо?
64. В медный котел массой 5,0 кг, содержащий 20 л воды при 29 °С, вылито расплавленное олово при температуре 232 °С. При этом 0,10 кг воды испарилось, оставшаяся же вода приобрела температуру 30 °С. Определить массу олова.
65. В сосуд, содержащий 3,0 л воды и некоторое количество льда при 0 °С, было введено 0,4 кг водяного пара при температуре 100 °С, в результате чего весь лед растаял и вода в сосуде нагрелась до 60 °С. Определить массу находившегося в сосуде льда.
66. Воду при 80 °С, находящуюся в стеклянном сосуде массой 1,2 кг, требуется охладить до 5 °С, опуская в нее кусочки льда при 0 °С. Определить массу необходимого для этого льда, если объем воды равен 3,0 л.
67. Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы 9,0 кг льда, имеющего температуру -20 °С, довести до плавления, расплавить и образовавшуюся воду нагреть до 50 °С?
68. Стальную пластину массой 150 г. нагрели в печи, после чего погрузили в медный сосуд массой 200 г., содержащий 1,2 кг. воды при температуре 18 °С. В результате теплообмена температура воды повысилась до 30 °С. Какова была температура

- печи?
69. К. п. д. плавильной печи равен $15n\%$. Сколько угля марки А-11 нужно сжечь, чтобы нагреть 4,0 т серого чугуна от 293 К до температуры плавления?
 70. В сосуд, содержащий 550 г воды при температуре 15 °С, вводят 15,0 г пара при 100 °С, который превращается в воду. Определить конечную температуру воды. Теплоемкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.
 71. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника 300 К и теплоотдатчика 410 К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до $700+n$ К?
 72. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника 350 К и теплоотдатчика $450+n$ К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до 800 К?
 73. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура теплоотдатчика 500 К. Определить термический КПД цикла и температуру теплоприемника тепловой машины, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от теплоотдатчика, машина совершает работу $350+n$ Дж.
 74. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура теплоотдатчика 600 К. Определить термический КПД цикла и температуру теплоприемника тепловой машины, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от теплоотдатчика, машина совершает работу $400+n$ Дж.
 75. Газ совершает цикл Карно. Температура теплоотдатчика в три раза выше температуры теплоприемника. Теплоотдатчик передал газу $42n$ кДж теплоты. Какую работу совершил газ?
 76. Газ совершает цикл Карно. Температура теплоотдатчика в два раза выше температуры теплоприемника. Теплоотдатчик передал газу $32n$ кДж теплоты. Какую работу совершил газ?
 77. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика 500 Дж теплоты и совершил работу 100 Дж. Температура теплоотдатчика 400 К. Определить температуру теплоприемника.
 78. Во сколько раз увеличится КПД цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от $380+n$ К до 560 К? Температура теплоприемника 280 К.
 79. Во сколько раз увеличится КПД цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от 360 К до 600 К? Температура теплоприемника $280+n$ К.
 80. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика 4,38 кДж теплоты и совершил работу 2,4 кДж. Температура теплоприемника 273 К. Определить температуру теплоотдатчика.

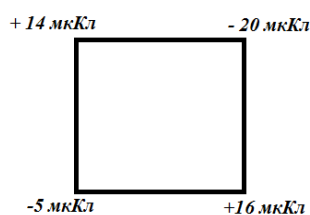
Контрольная работа № 2 (2 семестр)

Вариант	Номера задач							
1	1	3	6	9	10	12	16	17
2	1	3	6	9	10	12	23	17
3	1	3	6	9	10	12	16	18
4	2	5	8	9	10	12	16	18
5	2	5	8	9	10	12	23	18
6	2	5	8	9	10	13	14	19

7	1	4	7	9	11	13	21	19
8	1	4	7	9	11	13	15	20
9	2	4	7	9	11	13	22	20
10	2	4	7	9	11	13	15	20
11	1	3	6	9	10	12	16	17
12	1	3	6	9	10	12	16	17
13	1	3	6	9	10	12	22	18
14	2	5	8	9	10	12	16	18
15	2	5	8	9	10	12	16	18
16	2	5	8	9	10	13	14	19
17	1	4	7	9	11	13	21	19
18	1	4	7	9	11	13	15	20
19	2	4	7	9	11	13	22	20
20	2	4	7	9	11	13	15	20
21	1	3	6	9	10	12	16	17
22	1	3	6	9	10	12	16	17
23	1	3	6	9	10	12	22	18
24	2	5	8	9	10	12	16	18
25	2	5	8	9	10	12	16	18
26	2	5	8	9	10	13	21	19
27	1	4	7	9	11	13	21	19
28	1	4	7	9	11	13	15	20
29	2	4	7	9	11	13	22	20
30	2	4	7	9	11	13	23	20

n = номер варианта

1. Два точечных заряда $7q$ и q закреплены на расстоянии $5n$ см друг от друга. Третий заряд может перемещаться только вдоль прямой, проходящей через заряды. Определить положение третьего заряда, при котором он будет находится в равновесии. Все заряды положительны.
2. Два точечных электрических заряда, один из которых в n раз больше другого, находятся в воздухе на расстоянии 160 см. один от другого. Где между ними следует поместить третий одноименный по знаку заряд, чтобы он оставался в равновесии.
3. Два точечных электрических заряда n нКл и -3 нКл находятся в воде на расстоянии 5 см друг от друга. Определить напряженность и потенциал поля, создаваемого этими зарядами в точке А, удаленной от первого заряда на расстояние 3 см и от второго заряда 4 см.
4. В вершинах квадрата со стороной $(n+10)$ см расположены 4 заряда (см. рис) определить напряженность электрического поля в центре квадрата.



5. Имеются два заряда $+n$ нКл и -15 нКл. Они находятся в керосине на расстоянии 3 см. друг от друга. Найти напряженность в точке, расположенной на расстоянии 7 см от

положительного заряда и 6,5 см. от отрицательного заряда.

6. Конденсаторы емкостями n мкФ, 5 мкФ и $8 + n$ мкФ соединены последовательно и находятся под напряжением 220 В. Определить напряжение и заряд на каждом конденсаторе.

7. Три конденсатора соединены, как показано на рис.1. Напряжение, подведенное к точкам А и В, равно 380 В, электроемкость первого конденсатора – 2,5 мкФ, второго – 3 мкФ, третьего – n мкФ. Какой заряд накоплен всеми конденсаторами? Как этот заряд распределиться на конденсаторах.

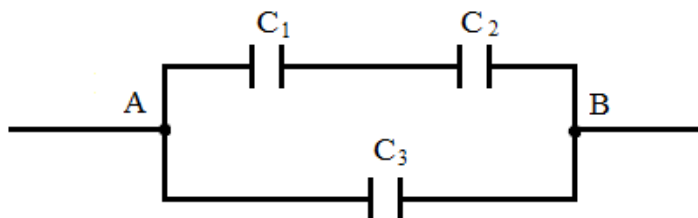
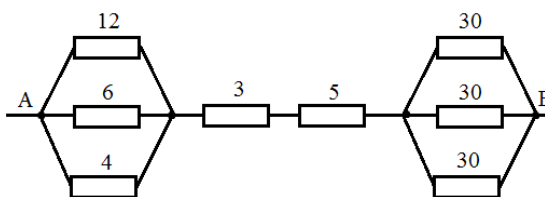


рис. 1

8. Конденсатор емкостью n мкФ был заряжен до разности потенциалов 80 В. После отключения от источника тока его соединили параллельно с другим незаряженным конденсатором емкостью 5 мкФ. Какая энергия израсходуется на образование искры в момент присоединения второго конденсатора.

9. Определить полное сопротивление цепи, если напряжение между точками А и В равно $22n$ В. Определить силу тока в проводниках с сопротивлением 4, 5 и 30 Ом, а также распределение напряжения по этим проводникам.



10. Вольтметр, подключенный к зажимам источника, показал 2 В при силе тока 2 А и 1,8 В при силе тока 2,2 А. Определить внутреннее сопротивление источника тока и ЭДС источника тока.

11. Сила тока в проводнике сопротивлением $22n$ Ом нарастает в течение 3 с. по линейному закону от 0 до $0,2n + 0,4$ А. Определить теплоту, выделившуюся за 1-ю и 3-ю секунды и сравнить полученные данные.

12. Два бесконечно длинных провода скрещены под прямым углом. По проводам протекают токи $2n$ А и $4n$ А. Расстояние между проводами 20 см. определить магнитную индукцию в точке, равноудаленной от обоих проводов.

13. Соленоид с сердечником из немагнитного материала содержит 1200 витков провода, плотно прилегающих друг к другу. При силе тока n А магнитный поток равен n мкВб. Определить индуктивность соленоида и энергию магнитного поля соленоида.

14. Пучок естественного света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отраженный от пластины пучок света образует угол 101° с падающим пучком. Определить показатель преломления жидкости, если отраженный свет максимально поляризован.

15. На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет. Период дифракционной решетки 4 мкм. Определить наибольший порядок дифракционного максимума, который дает эта решетка в случае красного света.

16. Определить кинетическую энергию электронов, выбитых из вольфрама с длиной волны 180 нм, если работа выхода электронов из вольфрама 4,5 эВ. Определить

максимальную скорость выбитых электронов.

17. Определить активность изотопа магния $^{27}_{12}\text{Mg}$ массой $0,1n$ мкг через 5 ч.
18. Определить активность изотопа йода $^{131}_{53}\text{I}$ массой $0,1n$ мкг через 5 ч.
19. Определить активность изотопа фосфора $^{32}_{15}\text{P}$ массой $0,4n$ мкг через 5 ч.
20. За какое время распадется 80 % атомов радиоактивного изотопа хрома $^{51}_{24}\text{Cr}$, если его период полураспада 27,8 сут?
21. Свет от лампы в $20n+50$ кд падает на круглый стол диаметром 3м. Определить освещенность на краю стола, если расстояние от стола до лампы 1,2 м.
22. Свет от лампы в $15n+65$ кд падает на поверхность скамьи длиной 1,5 м и шириной 30 см. Найти наименьшую освещенность скамьи если расстояние от нее до лампы 1,2 м.
23. Для освещения улицы лампы по 700 кд подвешены на столбах на высоте 3 м. Расстояние между столбами $20+n$ м. Определить освещенность на поверхности земли посередине между столбами.

Критерии оценивания

% выполнения работы	Шкала оценивания
85-100%	«отлично»
70-84%	«хорошо»
51-69%	«удовлетворительно»
50% и менее	«не удовлетворительно»

3. ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ДОСТИЖЕНИЕ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности				
Этап (уровень)	Критерии оценивания			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
знать	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности, а именно, - предмет, задачи и структуру предмета «Математика»; - линейную алгебру; - аналитическую геометрию на плоскости и в пространстве; - теорию пределов; - дифференциальное исчисление; - интегральное исчисление; - методы решения Дифференциальных	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности, а именно, - предмет, задачи и структуру предмета «Математика»; - линейную алгебру; - аналитическую геометрию на плоскости и в пространстве; - теорию пределов; - дифференциальное исчисление; - интегральное исчисление;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности, а именно, - предмет, задачи и структуру предмета «Математика»; - линейную алгебру; - аналитическую геометрию на плоскости и в пространстве; - теорию пределов; -	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности, а именно, - предмет, задачи и структуру предмета «Математика»; - линейную алгебру; - аналитическую геометрию на плоскости и в пространстве; - теорию пределов;

	уравнений; - теорию функций комплексного переменного; - ряды и их применение - теорию вероятностей	- методы решения дифференциальных уравнений; - теорию функций комплексного переменного; - ряды и их применение - теорию вероятностей.	дифференциальное исчисление; - интегральное исчисление; - методы решения дифференциальных уравнений; - теорию функций комплексного переменного; - ряды и их применение - теорию вероятностей.	дифференциальное исчисление; - интегральное исчисление; - методы решения дифференциальных уравнений; - теорию функций комплексного переменного; - ряды и их применение - теорию вероятностей.
уметь	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять: использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - решать задачи, как иллюстрирующие теоретические положения, так и носящие прикладной характер; - находить решение задачи или доказательство теоремы; - приводить примеры и контрпримеры к основным определениям и теоремам курса математики -самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по прикладным наукам, расширять свои математические познания.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - решать задачи, как иллюстрирующие теоретические положения, так и носящие прикладной характер; - находить решение задачи или доказательство теоремы; - приводить примеры и контрпримеры к основным определениям и теоремам курса математики -самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по прикладным наукам, расширять свои математические познания.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - решать задачи, как иллюстрирующие теоретические положения, так и носящие прикладной характер; - находить решение задачи или доказательство теоремы; - приводить примеры и контрпримеры к основным определениям и теоремам курса математики -самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по прикладным наукам, расширять свои математические	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - решать задачи, как иллюстрирующие теоретические положения, так и носящие прикладной характер; - находить решение задачи или доказательство теоремы; - приводить примеры и контрпримеры к основным определениям и теоремам курса математики -самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по прикладным наукам, расширять свои математические

			познания.	познания.
владеть	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: навыками применения основных законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - навыками решения вычислительных задач; - навыками решения задач на доказательство; - навыками доказательства основных теорем; - навыками поиска решения задач или доказательства теорем; - математической символикой для выражения количественных и качественных отношений объектов; -первичными навыками и основными методами решения математических задач из общетехнических и специальных дисциплин профилизации.	Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения навыками работы : навыками применения основных законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - навыками решения вычислительных задач; - навыками решения задач на доказательство; - навыками доказательства основных теорем; - навыками поиска решения задач или доказательства теорем; - математической символикой для выражения количественных и качественных отношений объектов; -первичными навыками и основными методами решения математических задач из общетехнических и специальных дисциплин профилизации.	Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет навыками работы: навыками применения основных законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - навыками решения вычислительных задач; - навыками решения задач на доказательство; - навыками доказательства основных теорем; - навыками поиска решения задач или доказательства теорем; - математической символикой для выражения количественных и качественных отношений объектов; -первичными навыками и основными методами решения математических задач из общетехнических и специальных дисциплин профилизации.	Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет навыками работы: навыками применения основных законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации автомобилей и тракторов, а именно, - навыками решения вычислительных задач; - навыками решения задач на доказательство; - навыками поиска решения задач или доказательства теорем; - математической символикой для выражения количественных и качественных отношений объектов; -первичными навыками и основными методами решения математических задач из общетехнических и специальных дисциплин профилизации.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания для занятий лекционного типа

В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой дисциплины.

Методические указания для занятий семинарского (практического) типа.

Практические занятия позволяют развивать у обучающегося творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления.

Подготовка к практическому занятию включает два этапа. На первом этапе обучающийся планирует свою самостоятельную работу, которая включает: уяснение задания на самостоятельную работу; подбор основной и дополнительной литературы; составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе. Второй этап включает непосредственную подготовку к занятию, которая начинается с изучения основной и дополнительной литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Далее следует подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие или по теме, вынесенной на дискуссию (круглый стол), продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой темы с реальной жизнью. Готовясь к докладу или выступлению в рамках интерактивной формы (дискуссия, круглый стол), при необходимости следует обратиться за помощью к преподавателю.

При решении задач нужно обосновать каждый этап решения исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения.

Решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Чертежи можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями. Если чертеж

требует особо тщательного выполнения (например, при графической проверке решения, полученного путем вычислений), то следует пользоваться линейкой, транспортиром, лекалом и указывать масштаб.

Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи. Если, например, решалась задача с конкретным физическим или геометрическим содержанием, то полезно, прежде всего, проверить размерность полученного ответа. Полезно также, если возможно, решить задачу несколькими способами и сравнить полученные результаты.

Решение задач определенного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.