

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Усынин Максим Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.04.2025 16:17:29
Уникальный программный ключ:
f498e59e83f65dd7c3ce7bb8a25cbbabb33ebc58

**Частное образовательное учреждение высшего образования
«Международный Институт Дизайна и Сервиса»
(ЧОУВО МИДиС)**

Кафедра математики и информатики

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
СОО.01.11 ФИЗИКА**

Специальность: 09.02.07 Информационные системы и программирование
Направленность (профиль): Разработка веб и мультимедийных приложений
Квалификация выпускника: Разработчик веб и мультимедийных приложений
Уровень базового образования обучающихся: Основное общее образование

Форма обучения: Очная

Год набора: 2025

Автор – составитель: Завьялов С.Г.

Челябинск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт фонда оценочных средств	3
1.1. Область применения	3
1.2. Планируемые результаты	3
1.3. Показатели оценки результатов обучения	4
2. Задания для контроля и оценки результатов	14
3. Критерии оценивания.....	38

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся (далее – Фонд оценочных средств) предназначен для проверки результатов освоения общеобразовательной учебной дисциплины СОО.01.11 Физика основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования (далее – образовательная программа) по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование, направленность Разработка веб и мобильных приложений. Форма промежуточной аттестации по семестрам.

Семестр	Форма аттестации
первый	Контрольная работа
второй	Зачет с оценкой

1.2. Планируемые результаты

В результате освоения программы общеобразовательного учебного предмета СОО.01.11 Физика учитываются планируемые результаты освоения образовательной программы:

Код и наименование формируемых компетенций	Планируемые результаты освоения дисциплины	
	Общие	Дисциплинарные
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	В части трудового воспитания: - готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие; - готовность к активной деятельности технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность; - интерес к различным сферам профессиональной деятельности, Овладение универсальными учебными познавательными действиями: а) базовые логические действия: - самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне; - устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;	- сформировать представления о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; - сформировать умения решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать

	- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения; - выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях; - вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности; - развивать креативное мышление при решении жизненных проблем б) базовые исследовательские действия: - владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; - выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения; - анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях; - уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности; - уметь интегрировать знания из разных предметных областей; - выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; - способность их использования в познавательной и социальной практике.	физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины; решать качественные задачи, выстраивая логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления; - владеть основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-молекулярным строением электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями, строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной; - владеть закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип
--	--	---

		равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное использование законов и закономерностей при анализе физических явлений и процессов.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	В области ценности научного познания: - сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире; - совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира; - осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую	-уметь учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач.

	деятельность индивидуально и в группе; - Овладение универсальными учебными познавательными действиями: в) работа с информацией: - владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления; - создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации; - оценивать достоверность, легитимность информации, ее соответствие правовым и морально-этическим нормам; - использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности; - владеть навыками распознавания и защиты информации, информационной безопасности личности.	
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной	В области духовно-нравственного воспитания: - сформированность нравственного сознания, этического поведения; - способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения,	- владеть основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя

сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности; - осознание личного вклада в построение устойчивого будущего; - ответственное отношение к своим родителям и (или) другим членам семьи, созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни в соответствии с традициями народов России; Овладение универсальными регулятивными действиями: а) самоорганизация: - самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях; - самостоятельно составлять план решения проблемы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений; - давать оценку новым ситуациям; способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в разных областях знаний, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень; б) самоконтроль: использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения; - уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению; в) эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность: внутренней мотивации, включающей стремление к	известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых
---	---	--

	достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей; - эмпатии, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении коммуникации, способность к сочувствию и сопереживанию; социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.	
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	- готовность и способность к образованию и саморазвитию, самостоятельности и самоопределению; -овладение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности; Овладение универсальными коммуникативными действиями: б) совместная деятельность: - понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; - принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников обсуждать результаты совместной работы; - координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия; - осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным	- овладеть умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы.

	Овладение универсальными регулятивными действиями: г) принятие себя и других людей: - принимать мотивы и аргументы других людей при анализе результатов деятельности; - признавать свое право и право других людей на ошибки; развивать способность понимать мир с позиции другого человека.	
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	В области экологического воспитания: - сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем; - планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества; активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде; - умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий, предотвращать их; - расширение опыта деятельности экологической направленности на основе знаний по физике.	- сформировать умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования.

Личностные результаты реализации программы воспитания

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
---	--

Соблюдающий и пропагандирующий правила здорового и безопасного образа жизни, спорта; предупреждающий либо преодолевающий зависимости от алкоголя, табака, психоактивных веществ, азартных игр и т.д. Сохраняющий психологическую устойчивость в ситуативно сложных или стремительно меняющихся ситуациях;	ЛР 9
Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой;	ЛР 10
Демонстрирующий умение эффективно взаимодействовать в команде, вести диалог, в том числе с использованием средств коммуникации	ЛР 13
Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. (в ред. Приказа Минпросвещения России от 17.12.2020 N 747)	ЛР 16
Необходимость самообразования и стремящийся к профессиональному развитию по выбранной специальности.	ЛР 19
Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	ЛР 23
Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.	ЛР 24
Проявлять доброжелательность к окружающим, деликатность, чувство такта и готовность оказать услугу каждому кто в ней нуждается.	ЛР 25

1.2. Планируемые результаты освоения компетенций

В результате освоения программы общеобразовательной учебной дисциплины СОО
01.04 Физика учитываются планируемые результаты освоения общих компетенций (ОК).

Код компетенции Формируемые компетенции	Умения,	знания
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составить план действия; определить необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	Знания: номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств
ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Умения: определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план; рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования; определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности; презентовать бизнес-идею; определять источники финансирования	Знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования; основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности; правила разработки бизнес-планов; порядок выстраивания презентации; кредитные банковские продукты
ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	Знания: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Умения: соблюдать нормы экологической безопасности; определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности; осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства; организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона	Знания: правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; пути обеспечения ресурсосбережения; принципы бережливого производства; основные направления изменения климатических условий региона
---	---	--

1.3. Показатели оценки результатов обучения

Содержание общеобразовательной учебной дисциплины	Результаты обучения (ОК, ЛР)	Вид контроля	Наименование оценочного средства/форма контроля
1 семестр			
Раздел 1. Механика			
Тема 1.2 Законы механики Ньютона	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Проверка лабораторных работ
Тема 1.3 Законы сохранения в механике	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Проверка лабораторных работ
Темы 1.1.-.1.3	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Промежуточный	Контрольная работа
2 семестр			
Раздел 2. Молекулярная физика. Термодинамика			
Тема 2.3 Свойства паров. Свойства жидкостей. Свойства твердых тел	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Проверка лабораторных работ
Раздел 3. Электродинамика			
Тема 3.1. Электрическое поле	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Решение задач
Тема 3.2. Законы постоянного тока. Электрический ток в полупроводниках	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Проверка лабораторных работ
Тема 3.3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Проверка лабораторных работ
Раздел 4. Колебания и волны			
Тема 4.1. Механические колебания. Упругие волны	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Проверка лабораторных работ
Раздел 5. Оптика			
Тема 5.1. Природа света. Волновые свойства света	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Проверка лабораторных работ
Раздел 6. Элементы квантовой физики			
Тема 6.1. Квантовая оптика	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Решение задач
Тема 6.2. Физика атома	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Решение задач
Тема 6.3. Физика атомного ядра	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Решение задач
Раздел 7. Эволюция Вселенной			

Тема 7.2. Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы.	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Текущий	Решение задач
Темы 1.1-7.2	ОК 01, 02, 03, 04, 07 ЛР 9, 10, 13, 16, 19, 23, 24, 25	Промежуточный	Зачет с оценкой

2. Задания для контроля и оценки результатов

2.1. Задания для текущего контроля успеваемости

РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА

Тема 1.2. Законы механики Ньютона

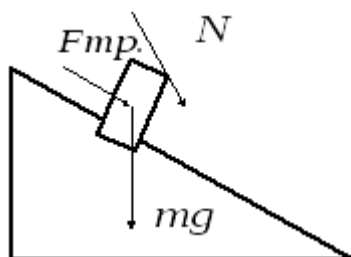
Лабораторная работа № 1 Исследование движения тела под действием постоянной силы.

Цель: 1) доказать, что движение тела- равноускоренное;

2) вычислить ускорение движения.

Оборудование: штатив, направляющая рейка, каретка, секундомер с двумя датчиками.

Схема установки:



На тело действуют 3 силы. Если геометрическая сумма сил больше нуля, тело движется с ускорением.

Согласно второму закону Ньютона $mg + N + F_{тр.} = ma$

ХОД ЗАНЯТИЯ:

1. Установить направляющую рейку при помощи штатива под углом 30° ($h=22$ см).
2. К секундомеру подключить датчики. Один датчик установить на расстоянии 6 см от начала рейки. Второй- датчик будет устанавливаться на расстоянии 25см, 30см, 35см.
3. Каретку устанавливаем на направляющую рейку так, чтобы магнит располагался на расстоянии менее 1 см от первого датчика.
4. Отпустить каретку и определить время движения каретки между датчиками. Опыт повторить 3 раза. Результаты измерений записать в таблицу.

Таблица

№ серии	S, м	t, с	t _{ср.} , с	a, м/с ²	a _{ср.} , м/с ²	$\frac{\Delta a}{a}$	Δa , м/с ²
1	0,25	t ₁ = t ₂ = t ₃ =					
2	0,30	t ₁ = t ₂ = t ₃ =					
3	0,35	t ₁ =					

		t ₂ =					
		t ₃ =					

Обработка результатов:

1. При движении с ускорением, (если $v_0=0$) $S = \frac{a \cdot t^2}{2}$

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2$$

Должно выполняться соотношение

Проверьте выполнение этого равенства. Сделайте вывод.

2. По результатам опытов вычислите ускорение:

$$a = \frac{2S}{t^2};$$

Результаты занесите в таблицу.

3. Вычислите максимальную относительную погрешность:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta S}{S} + 2 \frac{\Delta t}{t}$$

4. Вычислите абсолютную погрешность: $\Delta a = \varepsilon \cdot a_{\text{ср.}}$

5. Сделайте вывод.

Лабораторная работа №2: Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости».

Тема: "Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости"

Цель: сравнить две величины—уменьшение потенциальной энергии прикрепленного к пружине тела при его падении и увеличение потенциальной энергии растянутой пружины.

Приборы и материалы: 1) динамометр, жесткость пружины которого равна 40 Н/м; 2) линейка измерительная; 3) груз из набора по механике; масса груза равна $(0,100 \pm 0,002)$ кг; 4) фиксатор; 5) штатив с муфтой и лапкой.

Основные сведения.

Если тело способно совершить работу, то говорят, что оно обладает энергией.

Механическая энергия тела – это скалярная величина, равная максимальной работе, которая может быть совершена в данных условиях.

Обозначается E Единица энергии в СИ [Дж = 1Н*м]

Кинетическая энергия – это энергия тела, обусловленная его движением.

Физическая величина, равная половине произведения массы тела на квадрат его скорости, называется **кинетической энергией** тела:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Кинетическая энергия – это энергия движения. Кинетическая энергия тела массой m , движущегося со скоростью $\vec{v}$ равна работе, которую должна совершить сила, приложенная к покоящемуся телу, чтобы сообщить ему эту скорость:

$$A = \frac{mv^2}{2} = E_k$$

Наряду с кинетической энергией или энергией движения в физике важную роль играет понятие **потенциальной энергии** или **энергии взаимодействия тел**.

Потенциальная энергия – энергия тела, обусловленная взаимным расположением взаимодействующих между собой тел или частей одного тела.

Потенциальная энергия тела в поле силы тяжести (потенциальная энергия тела, поднятого над землёй).

$$E_p = mgh$$

Она равна работе, которую совершает сила тяжести при опускании тела на нулевой уровень.

Растянутая (или сжатая) пружина способна привести в движение прикрепленное к ней тело, то есть сообщить этому телу кинетическую энергию. Следовательно, такая пружина обладает запасом энергии. Потенциальной энергией пружины (или любого упруго деформированного тела) называют величину

$$E_p = \frac{kx^2}{2}, \text{ где } k - \text{ жесткость пружины, } x - \text{ абсолютное удлинение тела.}$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела равна работе силы упругости при переходе из данного состояния в состояние с нулевой деформацией.

Потенциальная энергия при упругой деформации – это энергия взаимодействия отдельных частей тела между собой силами упругости.

Если тела, составляющие **замкнутую механическую систему**, взаимодействуют между собой только силами тяготения и упругости, то работа этих сил равна изменению потенциальной энергии тел, взятому с противоположным знаком:

$$A = -(E_{p2} - E_{p1}).$$

По теореме о кинетической энергии эта работа равна изменению кинетической энергии тел:

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

$$\text{Следовательно } E_{k2} - E_{k1} = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad \text{или} \quad E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}.$$

Сумма кинетической и потенциальной энергии тел, составляющих замкнутую систему и взаимодействующих между собой силами тяготения и силами упругости, остается неизменной.

Это утверждение выражает **закон сохранения энергии** в механических процессах. Он является следствием законов Ньютона.

Сумму $E = E_k + E_p$ называют полной механической энергией.

Полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих между собой только консервативными силами, при любых движениях этих тел не изменяется. Происходят лишь взаимные превращения потенциальной энергии тел в их кинетическую энергию, и наоборот, или переход энергии от одного тела к другому.

$$E = E_k + E_p = \text{const}$$

Закон сохранения механической энергии выполняется только тогда, когда тела в замкнутой системе взаимодействуют между собой консервативными силами, то есть силами, для которых можно ввести понятие потенциальной энергии.

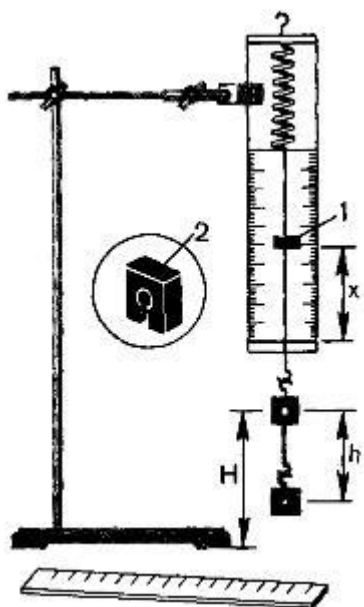
В реальных условиях практически всегда на движущиеся тела наряду с силами тяготения, силами упругости и другими консервативными силами действуют силы трения или силы сопротивления среды.

Сила трения не является консервативной. Работа силы трения зависит от длины пути.

Если между телами, составляющими замкнутую систему, действуют силы трения, то механическая энергия не сохраняется. Часть механической энергии превращается во внутреннюю энергию тел (нагревание).

Описание установки.

Для работы используется установка, показанная на рисунке. Она представляет собой укрепленный на штативе динамометр с фиксатором 1.



Пружина динамометра заканчивается проволочным стержнем с крючком. Фиксатор (в увеличенном масштабе он показан отдельно — помечен цифрой 2) — это легкая пластинка из пробки (размерами 5 X 7 X 1,5 мм), прорезанная ножом до ее центра. Ее насаживают на проволочный стержень динамометра. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с небольшим трением, но трение все же должно быть достаточным, чтобы фиксатор сам по себе не падал вниз. В этом нужно убедиться перед началом работы. Для этого фиксатор устанавливают у нижнего края шкалы на ограничительной скобе. Затем растягивают и отпускают.

Фиксатор вместе с проволочным стержнем должен подняться вверх, отмечая этим максимальное удлинение пружины, равное расстоянию от упора до фиксатора.

Если поднять груз, висающий на крючке динамометра, так, чтобы пружина не была растянута, то потенциальная энергия груза по отношению, например, к поверхности стола равна mgh . При падении груза (опускание на расстояние $x = h$) потенциальная энергия груза уменьшится на

$$E_1 = mgh$$

а энергия пружины при ее деформации увеличивается на

$$E_2 = kx^2/2$$

ХОД ЗАНЯТИЯ:

1. Груз из набора по механике прочно укрепите на крючке динамометра.
2. Поднимите рукой груз, разгружая пружину, и установите фиксатор внизу у скобы.
3. Отпустите груз. Падая, груз растянет пружину. Снимите груз и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение x пружины.
4. Повторите опыт пять раз. Найдите среднее значение h и x
5. Подсчитайте $E_{1cp} = mgh$ и $E_{2cp} = kx^2/2$
6. Результаты занесите в таблицу:

№ опыта	$h = x_{max},$ м	$h_{cp} = x_{cp},$ м	$E_{1cp},$ Дж	$E_{2cp},$ Дж	E_{1cp}/E_{2cp}
1					
2					
3					
4					
5					

7. Сравните отношение E_{1cp}/E_{2cp} с единицей и сделайте вывод о погрешности, с которой был проверен закон сохранения энергии.

8. Ответьте на контрольные вопросы.

Лабораторная работа №3: «Изучение закона сохранения импульса. Изучение законов сохранения на примере удара шаров и баллистического маятника»

Цель: проверить закон сохранения импульса при упругом и неупругом ударе шаров.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ

СКОРОСТЕЙ ШАРОВ

При отклонении правого шара на угол α_0 , его тем самым приподнимают на высоту h относительно положения равновесия, сообщая ему потенциальную энергию mgh . При прохождении правым шаром положения равновесия, его потенциальная энергия переходит в кинетическую:

$$mgh = \frac{mV_1^2}{2} \quad (8)$$

где m – масса шара,

h – высота подъёма шара в крайнем положении,

V_1 – мгновенная скорость правого шара перед ударом.

Из рисунка следует, что

$$h = l - d; d = l \cos \alpha_0, \text{ тогда } h = l(1 - \cos \alpha_0)$$

$$h = 2l \sin^2 \frac{\alpha_0}{2} \quad (9)$$

Подставляя уравнение (9) в (8), получим:

$$V_1 = 2\sqrt{gl} \cdot \sin \frac{\alpha_0}{2} \quad (10)$$

По формуле (10) так же определяют скорости V_1' и V_2' правого и левого шаров после удара, заменяя угол α_0 на α_1' и α_2' – углы отклонения правого и левого шаров от положения равновесия после удара.

1. Проверить закон сохранения импульса при упругом ударе

$$m_1 \vec{V}_1 = m_1 \vec{V}_1' + m_2 \vec{V}_2' \quad (11)$$

и при неупругом ударе

$$m_1 \vec{V}_1 = (m_1 + m_2) \vec{U} \quad (12)$$

Необходимо учитывать векторный характер уравнений (11) и (12). Для нахождения связи между абсолютными величинами скоростей шаров после удара (V_1' , V_2' , U) равенства (11) и (12) следует спроектировать на направление движения бьющего шара.

2. Определить коэффициент восстановления кинетической энергии

$$K = \frac{K_2}{K_1} \quad (13)$$

где K_1 – кинетическая энергия системы перед ударом,

K_2 – кинетическая энергия системы после удара.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

1. Выбрать шары для упругого удара (металлические), взвесить их на весах.
2. Укрепить шары на подвесе, осуществить столкновения, и измерить величины отброса по шкале (для каждого шара по три раза).
3. Пользуясь данными измерений и уравнениями (10) и (11) по средним значениям углов отклонения шаров, определить скорости шаров до и после удара, проверить справедливость соотношения (11), взятого в проекции.

4. Пользуясь соотношением (13) рассчитать коэффициент восстановления кинетической энергии.
5. Повторить все измерения и вычисления для упругого удара двух других пар металлических шаров.
6. Осуществить столкновение стального шара с пластилиновым, (опыт повторить три раза): пользуясь данными измерений и уравнением (10), определить скорости шаров до и после удара (по среднему значению отброса шаров) и проверить справедливость соотношения (12).
7. Данные измерений и вычислений занести в таблицы 1 и 2.

Таблица 1

Абсолютно упругий удар шаров

№ опыта	$l \cdot 10^{-2}$, м	α_0 , град.	V_1 , м/с	α_1 , град.	$\langle \alpha_1 \rangle$, град.	V_1' , м/с	α_2 , град.	$\langle \alpha_2 \rangle$, град.	V_2' , м/с	$m_1 \cdot 10^{-3}$, кг	$m_2 \cdot 10^{-3}$, кг	$m_1 V_1$, кг·м/с	$m_1 V_1' + m_2 V_2'$, кг·м/с	$K = \frac{K_2}{K_1}$

Таблица 2

Абсолютно неупругий удар шаров

№ опыта	$l \cdot 10^{-2}$, м	α_0 , град.	V_1 , м/с	α_1 , град.	$\langle \alpha_1 \rangle$, град.	U, м/с	$m_1 \cdot 10^{-3}$, кг	$m_2 \cdot 10^{-3}$, кг	$m_1 V_1$, кг·м/с	$(m_1 + m_2)U$, кг·м/с

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сформулировать закон сохранения импульса и полной механической энергии, назвать условия, при которых выполняются эти законы. Мерой чего служит коэффициент восстановления кинетической энергии при соударении шаров. Дать характеристику системе при соударении шаров в данной работе (замкнутость, характер внешних сил, действующих на систему, характер сил, действующих между шарами в момент их столкновения).
2. Дать определение абсолютно упругому и абсолютно неупругому ударам. Какие законы сохранения выполняются при этих ударах. Каков механизм явлений, происходящих в момент упругого и неупругого соударения шаров.
3. Вывести формулу, по которой рассчитывается скорость шаров в данной работе.
4. Вывести формулы скоростей шаров после абсолютно упругого и абсолютно неупругого удара шаров. Проанализировать формулы (6) и (7) (рассмотреть случаи $V_2=0$ и а) $m_1=m_2$; б) $m_1>m_2$; в) $m_1<m_2$; г) $m_2 \gg m_1$.)

Лабораторная работа №4: «Изучение особенностей силы трения (скольжения)

Цель: измерить коэффициент трения скольжения дерева по дереву.

Оборудование: деревянный брусок, деревянная линейка, набор грузов известной массы (по 100 г), динамометр.

Теоретическая справка.

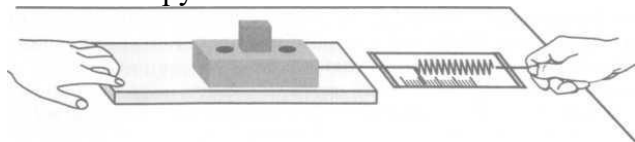
Если тянуть брусок с грузом по горизонтальной поверхности так, чтобы брусок двигался **равномерно**, прикладываемая к бруску горизонтальная сила равна по модулю силе трения

скольжения $F_{тр}$, действующей на брусок со стороны поверхности. Модуль силы трения $F_{тр}$ связан с модулем силы нормального давления N соотношением $F_{тр} = \mu N$. Измерив $F_{тр}$

и N , можно найти коэффициент трения μ по формуле $\mu = \frac{F_{тр}}{N}$. В данном случае сила нормального давления N равна весу P бруска с грузом.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

1. Определите с помощью динамометра вес бруска $P_{бр}$ и запишите в приведённую ниже таблицу.
2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз.



3. Поставив на брусок один груз, тяните брусок равномерно по горизонтальной линейке, измеряя с помощью динамометра прикладываемую силу. Повторите опыт, поставив на брусок два и три груза. Записывайте каждый раз в таблицу значения силы трения $F_{тр}$ и силы нормального давления $N = P_{бр} + P_{гр}$.

№ опыта	$P_{бр}, Н$	$P_{гр}, Н$	$N, Н$	$F_{тр}, Н$	μ
1					
2					
3					

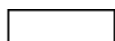
4. Начертите оси координат N и $F_{тр}$, выберите удобный масштаб и нанесите полученные три экспериментальные точки.
5. Оцените (качественно), подтверждается ли на опыте, что сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления: находятся ли все экспериментальные точки вблизи одной прямой, проходящей через начало координат.

7. Вычислите коэффициент трения по формуле $\mu = \frac{F_{тр}}{N}$ используя результаты, полученные в пункте 3 (они обеспечивают наибольшую точность), и запишите его значение.

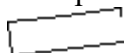
6. Запишите вывод.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются сила трения скольжения и сила трения покоя?
2. При каких условиях силу трения можно измерить при помощи динамометра?
3. Начертите все силы, действующие на брусок в данной лабораторной работе:



4. Брусок положили на наклонную плоскость, и он начал соскальзывать с нее вниз. Начертите все силы, действующие на брусок.



5. Почему мука или крупа, высыпанная из стакана на стол, образует горку конической формы, а вода растекается тонким слоем?

РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 2.3 Свойства паров. Свойства жидкостей. Свойства твердых тел

Лабораторная работа № 5. Выполнение лабораторной работы «Измерение влажности воздуха. Измерение поверхностного натяжения жидкости»

Задание 1.

Цель: освоить прием определения относительной влажности воздуха, основанный на использовании психрометра.

Оборудование: 1. Психрометр

Методические указания:**Теория:**

В атмосферном воздухе всегда присутствуют пары воды, которая испаряется с поверхности морей, рек, океанов и т.п.

*Воздух, содержащий водяной пар, называют **влажным**.*

Влажность воздуха оказывает огромное влияние на многие процессы на Земле: на развитие флоры и фауны, на урожай сельхоз. культур, на продуктивность животноводства и т.д. Влажность воздуха имеет большое значение для здоровья людей, т.к. от неё зависит теплообмен организма человека с окружающей средой. При низкой влажности происходит быстрое испарение с поверхности и высыхание слизистой оболочки носа, гортани, что приводит к ухудшению состояния.

Значит, влажность воздуха надо уметь измерять. Для количественной оценки влажности воздуха используют понятия абсолютной и относительной влажности.

Абсолютная влажность – величина, показывающая, какая масса паров воды находится в 1 м³ воздуха (т.е. это плотность водяного пара). Она равна парциальному давлению пара при данной температуре.

Парциальное давление пара – это давление, которое оказывал бы водяной пар, находящийся в воздухе, если бы все остальные газы отсутствовали.

Относительная влажность воздуха – это величина, показывающая, как далек пар от насыщения. Это отношение парциального давления p водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара p_0 при той же температуре, выраженное в процентах:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100 \%$$

Если воздух не содержит паров воды, то его абсолютная и относительная влажность равны 0. Предельное значение относительной влажности – 100%. Нормальной для человеческого организма считается влажность 60%.

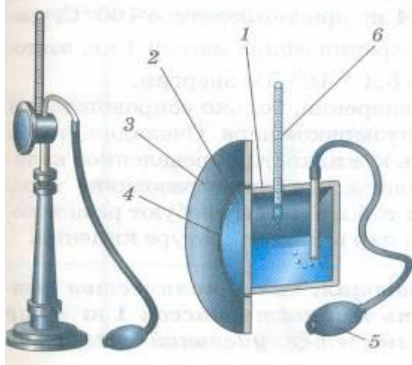
Для измерения влажности воздуха используют приборы **гигрометры и психрометры**.

1. Конденсационный гигрометр. Состоит из укрепленной на подставке металлической круглой коробочки с отполированной плоской поверхностью. В коробочке сверху имеются два отверстия. Через одно из них в коробочку наливают эфир и вставляют термометр, а другое соединяют с резиновой грушей. Действие конденсационного гигрометра основано на определении точки росы.



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

Продувают воздух через эфир (с помощью резиновой груши), при этом эфир быстро испаряется и охлаждает коробочку. Слой водяного пара, находящийся вблизи поверхности коробочки, благодаря теплообмену тоже станет охлаждаться. При определенной температуре этот водяной пар начнет конденсироваться и на отполированной поверхности коробочки появляются капельки воды (роса). По термометру определяют эту температуру, это и будет точка росы. В таблице «Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах» по точке росы находят абсолютную влажность – соответствующую этой температуре плотность паров или их давление.



Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах

t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³
- 5	401	3,24	6	933	7,30	17	1933	14,5
- 4	437	3,51	7	1000	7,80	18	2066	15,4
- 3	476	3,81	8	1066	8,30	19	2199	16,3
- 2	517	4,13	9	1146	8,80	20	2333	17,3
- 1	563	4,47	10	1226	9,40	21	2493	18,8
0	613	4,80	11	1306	10,0	22	2639	19,4
1	653	5,20	12	1399	10,7	23	2813	20,6
2	706	5,60	13	1492	11,4	24	2986	21,8
3	760	6,00	14	1599	12,1	25	3173	23,0
4	813	6,40	15	1706	12,8	26	3359	24,4
5	880	6,80	16	1813	13,6	27	3559	25,8

Чтобы найти относительную влажность, надо давление насыщенного пара при температуре точки росы разделить на давление насыщенного пара при температуре окружающего воздуха и умножить на 100%.

2. Волосной гигрометр. Его работа основана на том, что обезжиренный человеческий волос при увеличении влажности воздуха удлиняется, а при уменьшении влажности укорачивается. Волос оборачивают вокруг легкого блока, прикрепив один конец к раме, а к другому подвешивают груз. При изменении длины волоса указатель (стрелка), прикрепленный к блоку, будет двигаться, перемещаясь по шкале. Шкалу градуируют по эталонному прибору.



3. Психрометр. (от греч «психриа» - холод). Состоит из двух одинаковых термометров. Резервуар одного из них обернут марлей, опущенной в сосуд с водой. Вода смачивает марлю на резервуаре термометра и при её испарении он охлаждается. По разности температур сухого и влажного термометров по психрометрической таблице определяют влажность воздуха.



Задание: ответьте письменно на все поставленные вопросы и приступите к выполнению работы.

ХОД РАБОТЫ:

Задание № 1. Измерить влажность воздуха с помощью психрометра.

1. Подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1				

2. Рассмотреть устройство психрометра.
3. По показаниям сухого термометра измерить температуру воздуха $t_{\text{сухого}}$ в помещении.
4. Записать показания термометра, резервуар которого обмотан марлей $t_{\text{влажного}}$
5. Вычислить разность показаний термометров $\Delta t = t_{\text{сухого}} - t_{\text{влажного}}$
6. По психрометрической таблице определить влажность воздуха φ
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.
8. Сделайте вывод о том, нормальная ли влажность воздуха в помещении.
9. Ответьте на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему при продувании воздуха через эфир, на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?
2. Почему показания «влажного» термометра меньше показаний «сухого» термометра?
3. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?
4. При каком условии разности показаний термометров наибольшая?
5. Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого» термометра?
6. Сухой и влажный термометр психрометра показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
7. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

Задание №2. «Измерение поверхностного натяжения жидкости»

Цель: определить коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.

Оборудование: сосуд с водой, шприц, сосуд для сбора капель.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

1. Начертили таблицу:

№ опыта	Масса капель m, кг	Число капель n	Диаметр канала шприца d, м	Поверхностное натяжение σ , Н/м	Среднее значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{ср}}$, Н/м	Табличное значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{таб}}$, Н/м	Относительная погрешность δ %
1	$1 \cdot 10^{-3}$	21	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,066	0,069	0,072	4,167
2	$2 \cdot 10^{-3}$	40	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,069			
3	$3 \cdot 10^{-3}$	59	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,071			

$$\sigma = \frac{mg}{n\pi d}$$

Вычисляем поверхностное натяжение по формуле

$$\sigma_1 = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{21 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,066 \text{ Н/м}$$

$$\sigma_2 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{40 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,069 \text{ Н/м}$$

$$\sigma_3 = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{59 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,071 \text{ Н/м}$$

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

Находим среднее значение поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{0,066 \text{ Н/м} + 0,069 \text{ Н/м} + 0,071 \text{ Н/м}}{3} = \frac{0,206 \text{ Н/м}}{3} = 0,069 \text{ Н/м}$$

Определяем относительную погрешность методом оценки результатов измерений.

$$\delta = \frac{|\sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{ср}}|}{\sigma_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{|0,072 \text{ Н/м} - 0,069 \text{ Н/м}|}{0,072 \text{ Н/м}} \cdot 100\% = \frac{0,003 \text{ Н/м}}{0,072 \text{ Н/м}} \cdot 100\% = 0,04167 \cdot 100\% = 4,167\%$$

Вывод: я измерил поверхностное натяжение жидкости (воды), оно получилось равным 0,069 Н/м, что с учетом погрешности 4,167% совпадает с табличным значением.

Ответы на контрольные вопросы.

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?

Поверхностное натяжение зависит от силы притяжения между молекулами. У молекул разных жидкостей силы взаимодействия разные, поэтому поверхностное натяжение разное. Также поверхностное натяжение зависит от наличия примесей в жидкости, потому что, чем сильнее концентрация примесей в жидкости, тем слабее силы сцепления между молекулами жидкости. Следовательно, силы поверхностного натяжения будут действовать слабее.

2. Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры?

Если температура увеличивается, то скорость движения молекул соответственно увеличивается, а силы сцепления между молекулами - уменьшаются. т.е силы поверхностного натяжения зависят от температуры. Чем температура жидкости выше, тем слабее силы поверхностного натяжения.

3. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте Земли?

Изменится незначительно, т.к. в формулу входит величина g - ускорения свободного падения. А мы знаем, что в разных точках Земли ускорение свободного падения различно. Реальное ускорение свободного падения на поверхности Земли зависит от широты, времени суток и других факторов. Оно варьирует ся от $9,780 \text{ м/с}^2$ на экваторе до $9,832 \text{ м/с}^2$ на полюсах.

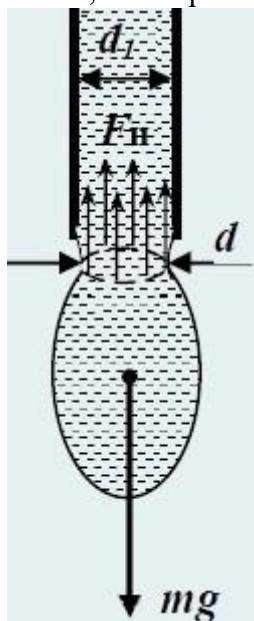
4. Изменится ли результат вычисления, если диаметр каплей трубки будет меньше?

Изменение диаметра трубки не может приводить к изменению измеряемой величины. Для

$$\sigma = \frac{F}{l} = \frac{m_{\text{капли}} g}{\pi d_{\text{капли}}}$$

определения поверхностного натяжения используется формула

По рисунку видно, что уменьшение диаметра трубки компенсируется уменьшением массы капли, а поверхностное натяжение, естественно, останется тем же.



5. Почему следует добиваться медленного падения каплей?

При вытекании жидкости из капиллярной трубки размер капли растет постепенно. Перед отрывом капли образуется шейка, диаметр d которой несколько меньше диаметра d_1 капиллярной трубки. По окружности шейки капли действуют силы поверхностного натяжения, направленные вверх и удерживающие каплю. По мере увеличения размера капли растет сила тяжести mg , стремящаяся оторвать ее. В момент отрыва капли сила тяжести равна результирующей силе поверхностного натяжения $F = \pi d \sigma$.

Необходимо, чтобы капли отрывались от трубки самостоятельно, под действием силы тяжести. Если падение каплей будет быстрым при дополнительном нажатии на поршень шприца, то в момент отрыва капли сила тяжести не будет равна силе поверхностного натяжения и данный метод даст большую погрешность измерения.

Лабораторная работа №6: «Наблюдение процесса кристаллизации Изучение деформации растяжения»

Цель: изучить методы выращивания кристаллов и вырастить кристалл.

Оборудование: поваренная соль, дистиллированная вода, воронка, деревянная шпажка, марля, нитка (леска), 2 стакана.

Краткая теоретическая справка

Существуют два простых способа выращивания кристаллов из раствора: охлаждение насыщенного раствора соли и его выпаривание.

Первым этапом при любом из двух способов является приготовление насыщенного раствора. С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе.

Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики.

Чтобы вырастить крупный кристалл, в тщательно отфильтрованный насыщенный раствор нужно внести кристаллик –затравку, заранее прикрепленный на волосе или тонкой леске, предварительно обработанной спиртом.

Можно вырастить кристалл без затравки. Для этого волос или леску обрабатывают спиртом и опускают в раствор так, чтобы конец висел свободно. На конце волоса или лески может начаться рост кристалла.

Если стакан с раствором прикрыть так, чтобы вода из раствора могла испаряться, то вскоре раствор станет пересыщенным и начнется рост кристалла. Во время роста кристалла стакан с раствором лучше всего держать в теплом сухом месте, где температура в течение суток остается постоянной. На выращивание крупного кристалла в зависимости от условий эксперимента может потребоваться от нескольких дней до нескольких недель.

Большие кристаллы удобно выращивать из испаряющегося раствора. Так как вес кристалла, выросшего из перенасыщенного раствора без испарения, равен весу излишка вещества в растворе.

Для приготовления раствора в горячей дистиллированной (а если ее нет, то просто в кипяченой) воде растворяют много вещества - столько, сколько удастся растворить, подсыпая порошок понемногу и все время перемешивая раствор. Полученный раствор фильтруют в колбу или банку, которую закрывают куском ваты. Через некоторое время все лишнее вещество выпадает из раствора и оседает кристалликами на дно.

Тогда насыщенный раствор без кристаллов осторожно сливают в тот сосуд, в котором должен расти большой кристалл.

Кристалл растет из перенасыщенного раствора, точнее, только из участков перенасыщенного раствора, которые находятся рядом с кристаллом. Вырастая, кристалл «высасывает» все лишнее вещество вблизи себя, поэтому он оказывается уже окруженным слоем раствора, не перенасыщенного, а лишь насыщенного. Поэтому если надо вырастить большие, хорошо ограненные, однородные кристаллы, то необходимо искусственно перемешивать раствор, тщательно регулировать температуру.

В условиях школьного физического кабинета проще всего выращивать кристаллы алюмокалиевых квасцов. В домашних условиях можно выращивать кристалл медного купороса или обычной поваренной соли.

Растворимость любых веществ зависит от температуры. Обычно с повышением температуры растворимость увеличивается, а с понижением температуры уменьшается.

При охлаждении горячего (примерно 40°C) насыщенного раствора до 20°C в нем окажется избыточное количества соли на 100 г воды. При отсутствии центров кристаллизации это вещество может оставаться в растворе, т.е. раствор будет пересыщенным.

С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора, при каждой данной температуре в растворе остается то количество вещества, которое соответствует коэффициенту растворимости при этой температуре. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики соли. Если предоставить выпавшим кристалликами возможность подрасти в течение суток, то среди них найдутся чистые и совершенные по форме экземпляры. Они могут служить затравками для выращивания крупных кристаллов.

Порядок выполнения задания

1. Тщательно вымыть стакан и воронку, подержать их над паром.
2. Налить 200 г дистиллированной (или дважды прокипяченной) воды в стакан и нагреть её до температуры 30-40°C.
3. Добавить в воду 50 г поваренной соли (10 чайных ложек).
4. Приготовить насыщенный раствор и слить его через ватный фильтр в чистый стакан. Закрыть стакан крышкой или листком бумаги. Подождать, пока раствор остынет до комнатной температуры.
5. Открыть стакан. Через некоторое время начнут выпадать первые кристаллы.
6. Через сутки слить раствор через ватный фильтр в чистый, вновь вымытый и попаренный стакан. Среди множества кристаллов, оставшихся на дне первого стакана, выбрать самый чистый кристалл правильной формы.
7. Прикрепить кристалл-затравку к волосу или леске и опустить его в раствор. Волос или леску предварительно протереть ватой, смоченной спиртом. Можно также положить кристалл-затравку на дно стакана перед заливкой в него раствора.
8. Поставить стакан в теплое чистое место.
9. В течение нескольких суток или недель не трогать кристалл и не переставлять стакан.
10. В конце срока выращивания вынуть кристалл из раствора, тщательно осушить бумажной салфеткой и уложить в специальную коробку.
11. Руками кристалл не трогать, иначе он потеряет прозрачность.
12. Принести в коробке выращенный кристалл, написать фамилию, имя студента, группу.
13. В отчете написать вещество, из которого выращен кристалл, количество дней, метод выращивания, размеры кристалла.
14. Сделайте вывод по работе

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- оборудование;
- ход работы;
- вывод;
- ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что может служить центром кристаллизации?
2. Чем объясняется неодинаковая скорость роста различных граней одного и того же кристалла?
3. Каким способом, можно насыщенный раствор сделать пересыщенным без добавления растворенного вещества?
4. Зачем раствор фильтровался?

Лабораторная работа №7: «Изучение теплового расширения твердых тел».

Цель: Научиться определять коэффициент линейного расширения твердого тела.

Теория : Изменение одного какого-либо размера тела при повышении температуры называется линейным расширением тела. Оно, как показывает опыт, в первом приближении прямо пропорционально первоначальной длине тела при 0°C и изменению температуры Δt :

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad (1)$$

Коэффициент пропорциональности α - называется коэффициентом линейного расширения данного вещества. Он показывает, на какую часть своей величины при 0°C изменяется длина тела от нагревания на 1 градус:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \Delta t} \quad 1/\text{град} \quad (2)$$

ХОД РАБОТЫ:

1. Пробирки на $\frac{1}{2}$ объема наполнить водой, опустить в них по испытуемому стержню.
2. Лабораторным термометром измерить температуру воды в пробирках данные записать в таблицу.
3. Включить прибор в сеть.
4. Установить индикатор на нулевое деление.
5. Включить питание прибора и довести воду в пробирке до кипения.
6. Заметить изменение положения стрелки на индикаторе это будет удлинение стержня умноженное на цену деления индикатора.
7. Отключить прибор из сети.
8. Вычислить коэффициент линейного расширения вещества по формуле (2).
9. Результаты всех измерений и вычислений занести в таблицу.

№ опыта	Первоначальная длина стержня, м	Удлинение стержня Δl , м	Температура		Изменение температуры $T_2 - T_1$	Коэффициент линейного расширения		С
			Начальная T_1, K	Конечная T_2, K		По таблице $1/K$	Из опыта	
1.стекло 2.алюминий 3.сталь	$16 \cdot 10^{-2}$ $16 \cdot 10^{-2}$ $16 \cdot 10^{-2}$					$9 \cdot 10^{-6}$ $2,6 \cdot 10^{-6}$ $0,9 \cdot 10^{-5}$		

11. Сравнить полученные результаты с табличными данными и определить относительную

$$\delta = \frac{|\alpha_{\text{табл}} - \alpha_{\text{эксп}}|}{\alpha_{\text{табл}}}$$

погрешность:

Лабораторная работа №8: «Изучение особенностей теплового расширения воды».

Цель: изучить на практике особенности теплового расширения воды;

Оборудование:

Штатив с лапкой и муфтой. Спиртовка со спиртом. Пробирка с пробкой и стеклянной трубкой. стакан с водой. Спички, термометр, стакан с холодной водой, чайник с горячей водой (один на всех).

Теоретическая справка

Жидкости расширяются значительно сильнее твердых тел. Они также расширяются во всех направлениях. Вследствие большой подвижности молекул жидкость принимает форму сосуда, в котором она находится, причем следует учитывать и тепловое расширение сосуда. Расширение жидкости в трубках также представляет собой объемное расширение. Следовательно, верны формулы объемного расширения. Если

 V_1

объем жидкости при температуре t_1 , метр³

 V_2

объем жидкости при температуре t_2 , метр³

 ΔV

изменение объема жидкости, метр³

β

коэффициент объемного расширения (объемный коэффициент теплового расширения), 1/К

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta t; V_2 = V_1(1 + \beta \Delta t)$$

Коэффициент объемного расширения β равен отношению относительного объемного

расширения $\Delta V/V_1$ к разности температур Δt : $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta t}$

При увеличении объёма тел уменьшается их плотность: $\rho = \rho_0 / (1 + \beta \cdot \Delta t)$,

где V и V_0 - объёмы, а ρ и ρ_0 - плотности соответственно при температурах t и t_0 .

<http://rutube.ru/video/9aec6d9ba6c5a3fad68923670fa75887/>

ХОД ЗАНЯТИЯ:

1. Для наблюдения расширения жидкости пробирку, наполненную водой и плотно закрытую пробкой с трубкой, зажать в лапке штатива и подставить под нее спиртовку (или опустить в горячую воду). **Осторожно!**
5. Зажечь спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали? Почему уровень сначала опустился?
6. Убрать спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали?
7. В одинаковые колбы нальём: в одну — воду, а в другую — такой же объем спирта. Колбы закроем пробками с трубками. Начальные уровни воды и спирта в трубках отметим резиновыми кольцами. Поставим колбы в емкость с горячей водой. Уровень воды в трубках станет выше. Вода и спирт при нагревании расширяются. Но уровень в трубке колбы со спиртом выше. Значит, спирт расширяется больше. Следовательно, **тепловое расширение разных жидкостей**, как и твердых веществ, **неодинаково**.
8. Определить плотность спирта в жидкостном термометре при нагревании.
9. Решите задачи:
 - А) Какой объём имеет нефть при 0⁰С, если при температуре 20⁰С её объём равен 65м³?
 - Б) Масса 1л спирта при 0⁰С равна 0,8кг. Определите плотность спирта при температуре 15⁰С.

Контрольные вопросы:

1. Что называют тепловым расширением тел?
2. Приведите примеры теплового расширения жидкостей, газов.
3. Что такое коэффициент объёмного расширения?

Сделайте сами

Используя пластиковую бутылку и тонкую трубку для сока, проведите дома опыт по тепловому расширению воздуха и воды. Результаты опыта опишите в тетради. На этот раз наполни бутылку водой до самого верха, до краев горлышка. Трубку выдвини повыше и заткни бутылку пробкой. Вытесненный пробкой излишек воды поднимется по трубке. Пусть он там установится на высоте 1—2 см над пробкой. Если будет больше, отлей. Хорошо было бы и здесь подкрасить воду. Теперь воду в бутылке надо нагреть. Это называется «нагревать на водяной бане». Прямо ставить бутылку на огонь нельзя: она лопнет. Следи внимательно за уровнем воды в трубке! уровень немного опустился... Уровень воды в трубке снова пополз вверх и поднимается все дальше и дальше. Он теперь выше, чем был с самого начала. Значит, вода при нагревании все-таки расширяется. Ну, а почему же сначала уровень шел вниз? Не догадываешься? Да потому, что первой нагрелась бутылка и тоже расширилась. А потом уже тепло дошло до воды!

РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Тема 3.1. Электрическое поле

Решение задач «Электрическое поле»

1. В течении 10 мин через поперечное сечение проводника проходит заряд 12Кл. Чему равна сила тока в проводнике?

2. Время рабочего импульса ускорителя электронов равно 1 мкс. Средняя сила тока, созданная этим ускорителем, 48 кА. Определите число электронов, ускоряемых за один пуск ускорителя. Заряд электрона равен $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
3. Определить величину заряда, проходящего через поперечное сечение проводника в течение 14 с, если сила тока в проводнике за это время равномерно возрастает от 0 до 75 А.
4. Сколько времени длится заряд молнии, если через поперечное сечение ее канала протекает заряд 30 Кл, а сила тока в среднем равна 24 кА?
5. За 1 мкс через поперечное сечение металлического проводника проходит $4 \cdot 10^8$ электронов. Чему равна сила в проводнике? Заряд электрона равен $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
6. Скорость направленного дрейфа электронов в электрической цепи увеличилась в 3 раза. Как изменилась сила тока в этой цепи?
7. Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 4 мКл, если напряжение равно 45 В?
8. Какой длины надо взять проволоку сечением 0,4 мм², чтобы ее сопротивление было 19,2 Ом? Удельное сопротивление $9,6 \cdot 10^{-8}$ Ом*м.
9. Медная проволока имеет электростатическое сопротивление 18 Ом. Какое электрическое сопротивление будет у медной проволоки, у которой в 4 раза меньше длина и в 6 раз больше площадь поперечного сечения?
10. Напряжение на автомобильной лампочке 12 В. В какой заряд прошел через нить накала лампочки, если при этом была совершена работа 600 Дж?
11. Определите площадь сечения проволоки, сопротивление которой 5 Ом, длина 25 м, удельное сопротивление материала $1,6 \cdot 10^{-8}$ Ом*м.
12. Стальная проволока имеет электрическое сопротивление 4 Ом. Каким станет сопротивление этой проволоки, если ее протянуть через специальный станок, увеличивающий длину в 2 раза?
13. Определить силу тока в электрочайнике, включенном в сеть с напряжением 125 В, если сопротивление нагревателя 50 Ом.
14. Как изменится сила тока, протекающего по проводнику, если напряжение на его концах и площадь поперечного сечения проводника увеличить в 2,5 раза?
15. На цоколе электрической лампы написано 0,35 В и 0,2 А. Определите сопротивление спирали лампы.
16. Как изменится сила тока, протекающего по проводнику, если уменьшить в 3 раза напряжение на его концах, а площадь поперечного сечения проводника увеличить в 3 раза?
17. Рассчитайте силу тока в замкнутой цепи, состоящей из источника тока, у которого ЭДС равна 12 В, а внутреннее сопротивление равно 1 Ом. Сопротивление резистора равно 3 Ом.
18. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС равной 20 В, если при подключении к нему резистора сопротивлением 8 Ом по электрической цепи протекает электрический ток силой 2 А?
19. Чему равно напряжение на концах проводника, если при прохождении по нему электрического тока точка 4 А в сечении 7,5 мин, выделяется 216 кДж теплоты?
20. Чему равно время прохождения по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В совершается работа 540 кДж? Сопротивление проводника 24 Ом.
21. При силе тока в электрической цепи 0,3 А сопротивление лампы равно 10 Ом. Определите мощность электрического тока, выделяющуюся на нити лампы.
22. Какое сопротивление имеет 100-ваттная лампа накаливания, рассчитанная на напряжение 220 В?

Тема 3.2. Законы постоянного тока. Электрический ток в полупроводниках

Лабораторная работа №9: «Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников»

Цель: установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления. Экспериментальная проверка законов последовательного и параллельного соединений проводников:

- 1) ознакомиться с приборами для проведения этой лабораторной работы
- 2) научиться соединять резисторы последовательно и параллельно
- 3) научиться измерять и рассчитывать сопротивление при последовательном и параллельном соединении резисторов

Оборудование: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

Теоретическая справка.

Электрический ток - *упорядоченное движение заряженных частиц*. Количественной мерой электрического тока служит **сила тока**.

Сила тока – скалярная физическая величина, равная отношению заряда q , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени t , к этому интервалу

$$\text{времени: } I = \frac{q}{t}$$

В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в **амперах [А]**. [1А=1Кл/1с]

Прибор для измерения силы тока **Амперметр**. Включается в цепь **последовательно**

Напряжение – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы, численно равно работе электрического поля по перемещению

заряда из точки с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 : $U = \frac{A}{q}$ Единица напряжения – Вольт [В] [1В=1Дж/1Кл]

Прибор для измерения напряжения – **Вольтметр**. Подключается в цепь параллельно тому участку цепи, на котором измеряется разность потенциалов.

Величина, характеризующая противодействие электрическому току в проводнике, которое обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц, называется **электрическим сопротивлением проводника**. Электрическое сопротивление проводника зависит от **размеров и формы проводника** и от **материала**, из

которого изготовлен проводник. $R = \frac{\rho l}{S}$ В СИ единицей электрического сопротивления проводников служит **Ом [Ом]**.

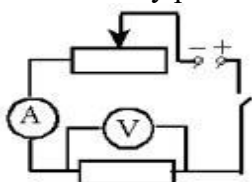
Графическая зависимость силы тока I от напряжения U - **вольт-амперная характеристика**

Закон Ома для участка цепи: *сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению*

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

Ход работы.

1. Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом и ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (см. схему).



- 2 **Опыт 1.** *Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи.* Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного

резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

Напряжение, В

Сила тока, А

3. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения. Сделайте вывод.

4. Опыт 2. Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах. Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в табл. 2.

Сопротивление участка, Ом

Сила тока, А

5. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления. Сделайте вывод.

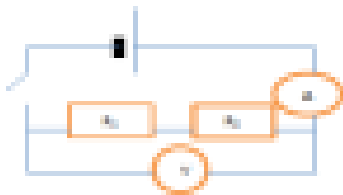
Изучение последовательного и параллельного соединений проводников

1 часть: изучение последовательного соединения

1. Заполните пропуски в формулах последовательного соединения

$$U = U_1 + \dots + U_n \quad R = R_1 + \dots + R_n \quad \frac{U_1}{R_1} = \dots = \frac{U_n}{R_n} = I$$

2. Соберите цепь для изучения последовательного соединения по схеме:



3 Измерьте силу тока. Поочерёдно включая вольтметр к первому резистору, ко второму резистору и ко всему участку, измерьте напряжение. Результаты измерений занесите в таблицу

I, А

U_1 В

U_2 В

U В

R_1 Ом

R_2 Ом

R Ом

4 Вычислите сопротивления и занесите результаты в таблицу

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \dots \text{Ом} \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \dots \text{Ом} \quad R = \frac{U}{I} = \dots \text{Ом}$$

5 Проверьте формулы (см пункт 1) последовательного соединения по данным таблицы

6 Посмотрите на резисторы и запишите: $R_1 = \dots \text{Ом}$ $R_2 = \dots \text{Ом}$

7 Вычислите рассчитанное сопротивление при последовательном соединении $R = R_1 + R_2 = \dots \text{Ом}$

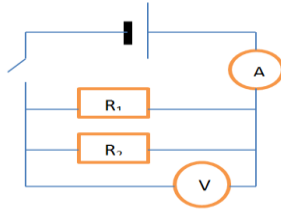
8 Сравните измеренное и рассчитанное сопротивления при последовательном соединении

2 часть: Изучение параллельного соединения

1 Заполните пропуски в формулах параллельного соединения

$$I = I_1 + \dots + I_n \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \dots + \frac{U}{R_n}$$

2 Соберите цепь для изучения параллельного соединения



3 Заключите цепь и измерьте силу тока и напряжение на участке при параллельном соединении

Запишите: $I = \dots\dots\dots \text{A}$ $U = \dots\dots\dots \text{В}$

4 Пользуясь измеренными данными вычислите сопротивление участка при параллельном соединении

$$R = \frac{U}{I} = \dots\dots\dots \text{Ом (измеренное сопротивление)}$$

5 Посмотрите на резисторы и запишите $R_1 = \dots\dots\dots \text{Ом}$ $R_2 = \dots\dots\dots \text{Ом}$

6 Вычислите по формуле (см пункт 1) сопротивление при параллельном соединении

$$\frac{1}{R} = \dots\dots\dots \text{Ом (рассчитанное сопротивление)}$$

7 Сравните рассчитанное и измеренное сопротивления при параллельном соединении

Контрольный вопрос

Как соединяются потребители электроэнергии в квартирах? Почему?

Лабораторная работа №10: «Изучение закона Ома для полной цепи».

Цель: убедиться в правильности теоретических положений, рассмотренных на теоретических занятиях, повторить и закрепить теоретический материал этих занятий; – получить практический опыт чтения и сборки электрических схем, а также работы с электрооборудованием; – научиться снимать показания электроизмерительных приборов, обрабатывать полученные данные и на их основе делать выводы о характере исследуемых процессов.

Оборудование:

- 1) амперметр,
- 2) вольтметр,
- 3) источник питания,
- 4) набор резисторов,
- 5) провода соединительные.

Методические указания:

Теоретическое описание

Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна приложенному к нему напряжению U и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка R :

$$I = \frac{U}{R}. \quad (15.3)$$

Закон Ома имеет очень простую форму, но доказать экспериментально его справедливость довольно трудно. Дело в том, что разность потенциалов на участке металлического проводника даже при большой силе тока мала, так как мало сопротивление проводника.

Задание: ответьте письменно на все поставленные вопросы и приступите к выполнению работы.

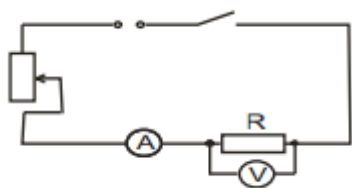
ХОД ЗАНЯТИЯ:

Работа делится на две части.

I. Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи.

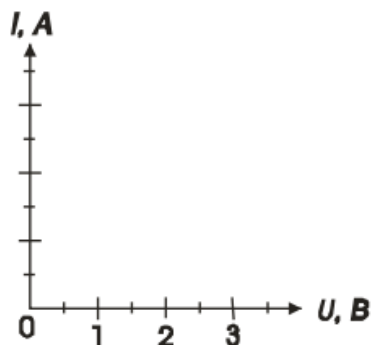
Амперметр ц.д.=

Вольтметр ц.д.=



1. Собрать электрическую цепь по схеме.
2. Замкнуть цепь и при помощи реостата довести напряжение на зажимах резистора до 1В, затем до 2В и до 3В.
3. Измерить соответственно силу тока. Результаты измерений занести в таблицу. (Сопротивление участка постоянное.)
4. По результатам измерений построить график зависимости силы тока от напряжения.

Напряжение U , В	1	2	3	4	5
Сила тока I , А					



Сделать вывод:

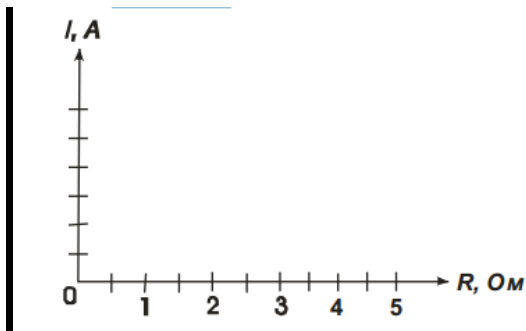
II. Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи.

1. Собрать цепь по схеме 1, включив в нее резистор, сопротивлением 1 Ом.
2. При помощи реостата установить на концах участка напряжение 2В.
3. Измерить силу тока в цепи.
4. Повторить опыт дважды с резистором сопротивлением 2 Ом и 4 Ом, каждый раз устанавливая при помощи реостата напряжение 2В.
5. Результаты измерений занести в таблицу.

Постоянное напряжение $U = 2В$.

Сопротивление участка R , Ом	1	2	3	4	5
Сила тока I , А					

6. Построить график зависимости силы тока от сопротивления участка при постоянном напряжении.



7. Сделать вывод о зависимости силы тока от сопротивления.
8. Сделать вывод о том, соответствуют ли результаты работы закону Ома для участка цепи.

Контрольные вопросы:

1. Согласно закону Ома сопротивление участка цепи $R = \frac{U}{I}$. Означает ли это, что сопротивление зависит от силы тока или напряжения?
2. Что такое удельное сопротивление проводника?
3. В каких единицах выражается удельное сопротивление проводника?

Лабораторная работа №11: «Определение температуры нити лампы накаливания».

Цель: определить температуру светящейся нити лампы накаливания.

Оборудование: источник электропитания ВС-24М, лампа накаливания (6.3 В. или 3.5 В.), вольтметр (до 15 В.), миллиамперметр, реостат лабораторный, соединительные провода.

Постановка задачи. Исследовать экспериментально зависимость электрического сопротивления нити накала лампы от температуры. Результаты представьте графически, по графику определите электрическое сопротивление нити лампы при 0С R_0 , если температурный коэффициент вольфрама $\alpha = 4.8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Зависимость электрического сопротивления R_t металлов от температуры выражается формулой $R_t = R_0(1 + \alpha \cdot t)$ (1), где R_t - электрическое сопротивление металлического образца при температуре t ; R_0 - электрическое сопротивление его при 0С; α - температурный коэффициент электрического сопротивления для данного вещества. Если известны значения электрического сопротивления образца R_0 при 0С и R_t в нагретом состоянии, а также температурный коэффициент электрического сопротивления, то температуру t можно вычислить по формуле

$$t = \left(\frac{R_t}{R_0} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\alpha} \quad (2).$$

Выражая температуру в градусах Кельвина, получаем другую формулу для определения температуры:

$$T = \frac{R_t}{R_0 \cdot \alpha} \quad (3), \text{ где } T - \text{абсолютная температура.}$$

Сопротивление R_t можно определить, используя показания миллиамперметра и вольтметра, применив закон Ома для участка электрической цепи.

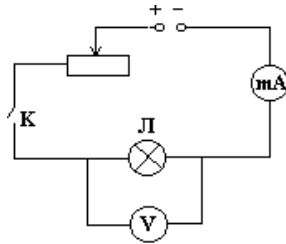
Таким образом, для снятия зависимости электрического сопротивления нити лампы накаливания от температуры необходимо измерить напряжение на участке цепи, содержащем лампу, при различных значениях силы тока.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

Соберите электрическую цепь согласно рисунку.

1. Измерьте электрическое сопротивление нити лампы накаливания при комнатной температуре R_0 . Считайте полученное значение примерно равным электрическому сопротивлению R_0 нити лампы при 0С.

3 Перемещая движок реостата, снимите зависимость силы тока от напряжения.



4 Рассчитайте электрическое сопротивление R_t нити лампы в нагретом состоянии $R_t = \frac{U}{I}$ для каждой пары показаний приборов.

5 По найденным значениям электрического сопротивления нити лампы R_0 и R_t и известному значению температурного коэффициента электрического сопротивления вольфрама $\alpha = 4.8 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ вычислите температуру T нити лампы, используя выражение (3).

6 Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

№

I_0 , А

U_0 , В

R_0 , Ом

U , В

I , А

R_t , Ом

T , К

7 По результатам измерений и вычислений постройте график зависимости электрического сопротивления нити лампы от температуры.

Контрольные вопросы.

Почему электрическое сопротивление металлов зависит от температуры?

Почему в данной работе электрическое сопротивление нити лампы при комнатной температуре можно считать приблизительно равным ее электрическому сопротивлению при 0С?

Лабораторная работа №12: «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения».

Цель: измерить ЭДС и внутренне сопротивление источника тока.

Оборудование: амперметр и вольтметр школьные, реостат, соединительные провода.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

Схема электрической цепи, которую используют в этой лабораторной работе, показана на рисунке. В качестве источника тока в схеме используют аккумулятор или батарейку от карманного фонаря.

V

A

При разомкнутом ключе ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи. В эксперименте источник замкнут на вольтметр, сопротивление, которого должно быть много больше внутреннего сопротивления источника тока. Обычно сопротивление источника тока мало, поэтому для измерения - напряжения можно использовать вольтметр со шкалой 0-6В и сопротивлением 900 Ом.

Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенно, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе. Для определения внутреннего сопротивления источника тока нужно дважды измерить ток и напряжение при двух положениях движка реостата. Тогда внутреннее сопротивление источника будет равно:

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}; \text{ а ЭДС будет равна: } E = U_1 + I_1 r.$$

Порядок выполнения работы.

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

I_1, A	I_2, A	U_1, B	U_2, B	$R, \text{ Ом}$	E, B

2. Соберите электрическую цепь согласно схемы. Проверьте правильность подключения вольтметра и амперметра.

3. Проверьте работу цепи при замкнутом и разомкнутом ключе.

4. Измерьте ЭДС источника тока при разомкнутом ключе.

5. Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе при двух положениях движка реостата. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

Контрольные вопросы.

1. Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?

Тема 3.3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Лабораторная работа №13: «Изучение явления электромагнитной индукции»

Цель: изучить явление электромагнитной индукции.

Оборудование:

1. миллиамперметр,
2. катушка-моток,
3. магнит дугообразный,
4. магнит полосовой.

Методические указания:

Теория

Взаимная связь электрических и магнитных полей была установлена выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Он открыл явление **электромагнитной индукции**.

Многочисленные опыты Фарадея показывают, что с помощью магнитного поля можно получить электрический ток в проводнике.

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют **индукционным**.

В электрической цепи (рисунок 1) возникает индукционный ток, если есть движение магнита относительно катушки, или наоборот. Направление индукционного тока зависит как от направления движения магнита, так и от расположения его полюсов. Индукционный ток отсутствует, если нет относительного перемещения катушки и магнита.



Рисунок 1.

Строго говоря, при движении контура в магнитном поле генерируется не определенный ток, а определенная э. д. с.

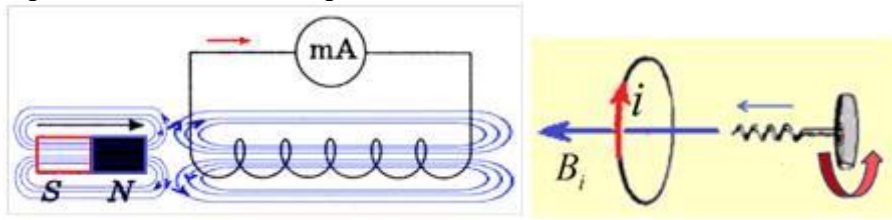


Рисунок 2.

Фарадей экспериментально установил, что при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}}$, равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

Эта формула выражает закон Фарадея: э. д. с. индукции равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

Знак минус в формуле отражает правило Ленца.

В 1833 году Ленц опытным путем доказал утверждение, которое называется правилом Ленца: индукционный ток, возбуждаемый в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, всегда направлен так, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.

При возрастании магнитного потока $\Phi > 0$, а $\mathcal{E}_{\text{инд}} < 0$, т.е. э. д. с. индукции вызывает ток такого направления, при котором его магнитное поле уменьшает магнитный поток через контур.

При уменьшении магнитного потока $\Phi < 0$, а $\mathcal{E}_{\text{инд}} > 0$, т.е. магнитное поле индукционного тока увеличивает убывающий магнитный поток через контур.

Правило Ленца имеет глубокий физический смысл – оно выражает закон сохранения энергии: если магнитное поле через контур увеличивается, то ток в контуре направлен так, что его магнитное поле направлено против внешнего, а если внешнее магнитное поле через контур уменьшается, то ток направлен так, что его магнитное поле поддерживает это убывающее магнитное поле.

ЭДС индукции зависит от разных причин. Если вдвигать в катушку один раз сильный магнит, а в другой — слабый, то показания прибора в первом случае будут более высокими. Они будут более высокими и в том случае, когда магнит движется быстро. В каждом из проведённых в этой работе опыте направление индукционного тока определяется правилом Ленца. Порядок определения направления индукционного тока показан на рисунке 2.

На рисунке синим цветом обозначены силовые линии магнитного поля постоянного магнита и линии магнитного поля индукционного тока. Силовые линии магнитного поля всегда направлены от N к S – от северного полюса к южному полюсу магнита.

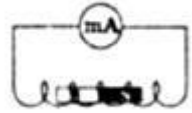
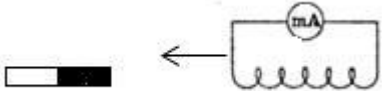
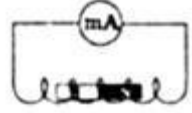
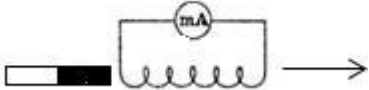
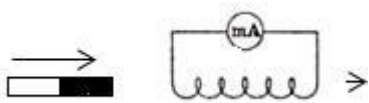
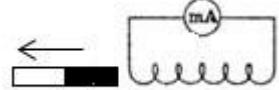
По правилу Ленца индукционный электрический ток в проводнике, возникающий при изменении магнитного потока, направлен таким образом, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока. Поэтому в катушке направление силовых линий магнитного поля противоположно силовым линиям постоянного магнита, ведь магнит движется в сторону катушки. Направление тока находим по правилу буравчика: если буравчик (с правой нарезкой) ввинчивать так, чтобы его поступательное движение совпало с направлением линий индукции в катушке, тогда направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением индукционного тока.

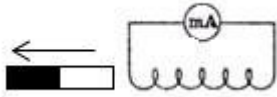
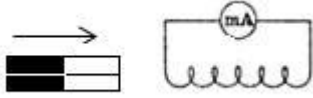
Поэтому ток через миллиамперметр течёт слева направо, как показано на рисунке 1 красной стрелкой. В случае, когда магнит отодвигается от катушки, силовые линии

магнитного поля индукционного тока будут совпадать по направлению с силовыми линиями постоянного магнита, и ток будет течь справа налево.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

Подготовьте для отчета таблицу и по мере проведения опытов заполните её.

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания миллиамперметра, мА	Направления отклонения стрелки миллиамперметра (вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом			
2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1			
3	Быстро вытащить магнит из катушки			
4	Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита			
5	Оставить катушку неподвижной после опыта 4			
6	Быстро вытащить катушку от северного полюса магнита			
7	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом			
8	Медленно вытащить магнит из катушки			
9	Быстро вставить в катушку 2 магнита северными полюсами			
10	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			

11	Быстро вытащить магнит из катушки после опыта 10			
12	Быстро вставить в катушку 2 магнита южными полюсами			

Записать общий вывод по работе на основе проведённых наблюдений.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Какой ток называют индукционным?
3. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Какой формулой он описывается?
4. Как формулируется правило Ленца?
5. Какова связь правила Ленца с законом сохранения энергии?

РАЗДЕЛ 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Тема 4.1. Механические колебания. Упругие волны

Лабораторная работа №14: «Изучение зависимости периода колебаний нитяного (или пружинного) маятника от длины нити (или массы груза)»

Цель: выяснить, как зависит период и частота свободных колебаний нитяного маятника от его длины.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, шарик с прикрепленной к нему нитью длиной 130 см, протянутой сквозь кусочек резины¹, часы с секундной стрелкой или метроном.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

Указания к работе

1. Перечертите в тетрадь таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
2. Укрепите кусочек резины с висящим на нем маятником в лапке штатива, как показано на рисунке. При этом длина маятника должна быть равна 5 см, как указано в таблице для первого опыта. Длину l маятника измеряйте так, как показано на рисунке, т. е. от точки подвеса до середины шарика.
3. Для проведения первого опыта отклоните шарик от положения равновесия на небольшую амплитуду (1—2 см) и отпустите. Измерьте промежуток времени t , за который маятник совершит **30** полных колебаний. Результаты измерений запишите в таблицу.
4. Проведите остальные четыре опыта так же, как и первый. При этом длину l маятника каждый раз устанавливайте в соответствии с ее значением, указанным в таблице для данного опыта.

5. Для каждого из пяти опытов вычислите и запишите в таблицу значения периода T колебаний маятника. $T_{\text{эсп}} = t/N$

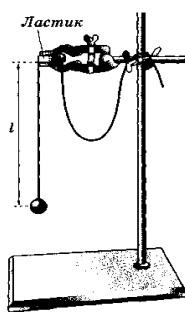


Рис. 183

Физическая величина \ № опыта	1	2	3	4	5
l , см	5	20	45	80	125
N	30	30	30	30	30
t , с					
T , с					
ν , Гц					

6. Вычислите теоретическое значение T нитяного маятника по формуле $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, Ускорение $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.
 7. Для каждого из пяти опытов рассчитайте значения частоты ν колебаний маятника по формуле: $\nu = 1/T$ или $\nu = N/t$. Полученные результаты внесите в таблицу.
 8. Сделайте выводы о том, как зависят период и частота свободных колебаний маятника от его длины. Запишите эти выводы.
 9. **Дополнительное задание:** Исследовать зависимость периода колебаний нитяного маятника от амплитуды колебаний.
- А) Отклоните маятник (длиной 45 см) от положения равновесия на 5 см и отпустите.
 Б) Измерьте время, за которое маятник совершает 10 полных колебаний.
 В) Повторите опыт с амплитудой колебаний 3 см.
- Г) Для каждого опыта вычислить период колебаний нитяного маятника по формуле $T_{\text{эсп}} = t/N$

РАЗДЕЛ 5. ОПТИКА

Тема 5.1. Природа света. Волновые свойства света

Лабораторная работа №15: «Изучение изображения предметов в тонкой линзе».

Цель: измерить оптическую силу и фокусное расстояние собирающей линзы одним из способов.

Оборудование: источник света, линейка, линза собирающая, лампочка на стойке, экран, соединительные провода, выключатель.

Теоретическое обоснование: Формула тонкой линзы имеет

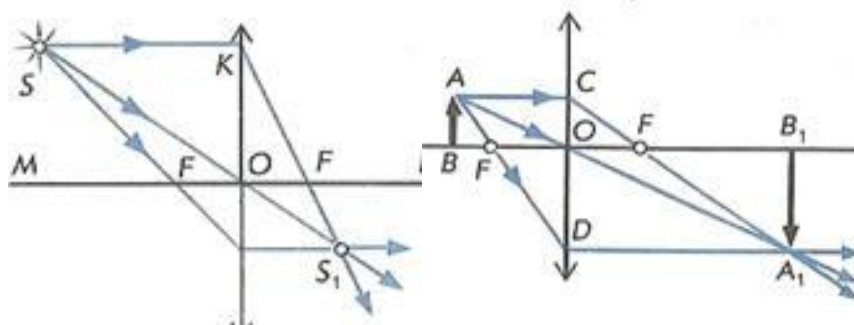
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$$

вид: (1), где d – расстояние от линзы до объекта, f – расстояние от линзы до изображения, F – фокусное расстояние линзы, D – оптическая сила линзы.

Для того, чтобы убедиться в пригодности формулы тонкой линзы, для вашего случая необходимо измерить с помощью этой формулы оптическую силу этой линзы D при различных значениях d и f , найти абсолютные погрешности измерения D и убедиться, что

в пределах точности наших измерений оптическую силу линзы можно считать величиной постоянной, т.е. формула работает.

Это можно сделать, измерив расстояния d от предмета до линзы и расстояния f от линзы до реального изображения на экране. Реальное перевернутое изображение на экране для собирающей линзы получается, если предмет расположить от линзы на расстоянии большем фокусного. При этом если расстояние $f < d < 2f$, то изображение будет



увеличенным (рис.1), если расстоянию $2f < d$, то уменьшенным (рис. 2). Наблюдаемым предметом может служить светящаяся спираль лампочки.

Простейший способ измерения оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы основан на использовании формулы линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D \quad (1) \quad \text{или} \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (2)$$

В качестве предмета используется светящаяся лампочка. Действительное изображение нити накала лампочки получают на экране.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

- 1.Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.
- 2.Поставить лампочку и экран по краям стола, между ними поместить линзу. Перемещая линзу, получить резкое изображение светящейся нити лампочки.
- 3.Измерить расстояния d и f , обратите внимание на точность измерения расстояний.
- 4.Рассчитать по формулам (1) и (2) оптическую силу и фокусное расстояние линзы.
- 5.Вывод по работе

Какую форму имеет каждый элемент рефлекторного стекла фары? Почему выбрана именно такая форма?

Лабораторная работа №16: «Изучение интерференции и дифракции света»

Цель: экспериментально изучить явление интерференции и дифракции.

Оборудование:

стаканы с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой, капроновая ткань, компакт-диск, лампа накаливания, штангенциркуль, две стеклянные пластины, лезвие, пинцет, капроновая ткань.

Методические указания:

Теория

Интерференция – явление характерное для волн любой природы: механических, электромагнитных. "Интерференция волн – сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных его точках получается усиление или ослабление результирующей волны". Для образования устойчивой интерференционной картины необходимы когерентные (согласованные) источники волн.

Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту постоянную разность фаз. условия максимумов условия минимумов, где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$ (разность хода волн равна четному числу полуволн). Волны от источников S_1 и S_2 придут в точку C в одинаковых фазах и "усилят друг друга". - фазы колебаний - разность

фаз $A=2X_{\max}$ – амплитуда результирующей волны, где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$ (разность хода волн равна нечетному числу полуволн) Волны от источников S_1 и S_2 придут в точку C в противофазах и "погасят друг друга". - фазы колебаний - разность фаз $A=0$ – амплитуда результирующей волны.

Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света. Интерференция света – пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн. Следовательно, в явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух световых пучков от независимых источников).

Светлые полосы соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.

Дифракция – явление отклонения волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибании волной малых препятствий. Условие проявления дифракции: $d < \lambda$, где d – размер препятствия, λ – длина волны. Размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или соизмеримы с длиной волны. Существование этого явления (дифракции) ограничивает область применения законов геометрической оптики и является причиной предела разрешающей способности оптических приборов.

Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой периодическую структуру из большого числа регулярно расположенных элементов, на которых происходит дифракция света. Штрихи с определенным и постоянным для данной дифракционной решетки профилем повторяются через одинаковый промежуток d (период решетки). Способность дифракционной решетки раскладывать падающий на нее пучок света по длинам волн является ее основным свойством. Различают отражательные и прозрачные дифракционные решетки. В современных приборах применяют в основном отражательные дифракционные решетки. Условие наблюдения дифракционного максимума:

Задание: ответьте письменно на все поставленные вопросы и приступите к выполнению работы

ХОД РАБОТЫ:

Опыт 1. Опустите проволочную рамку в мыльный раствор. Пронаблюдайте и зарисуйте интерференционную картину в мыльной пленке. При освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникает окрашивание светлых полос: сверху – синий цвет, внизу – в красный цвет. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь. Пронаблюдайте за ним. При освещении его белым светом наблюдают образование цветных интерференционных колец. По мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз.

Ответьте на вопросы:

1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?
2. Какую форму имеют радужные полосы?
3. Почему окраска пузыря все время меняется?

ОПЫТ 2. Тщательно протрите стеклянные пластинки, сложите их вместе и сожмите пальцами. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты, дающие яркие радужные кольцеобразные или замкнутые неправильной формы полосы. При изменении силы, сжимающей пластинки, расположение и форма полос изменяются как в отраженном, так и в проходящем свете. Зарисуйте увиденные вами картинки.

Ответьте на вопросы:

1. Почему в отдельных местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы?
2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение полученных интерференционных полос?

ОПЫТ 3. Положите горизонтально на уровне глаз компакт-диск. Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

ОПЫТ 4. Возьмите с помощью пинцета лезвие безопасной бритвы и нагрейте его над пламенем горелки. Зарисуйте наблюдаемую картину

Ответьте на вопросы:

1. Какое явление вы наблюдали?
2. Как его можно объяснить?
3. Какие цвета, и в каком порядке появляются на поверхности лезвия при его нагревании?

ОПЫТ 5. Посмотрите сквозь капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест.

ОПЫТ 6. Пронаблюдайте две дифракционные картины при рассмотрении нити горячей лампы через щель, образованную губками штангенциркуля (при ширине щели 0,05 мм и 0,8 мм). Опишите изменение характера интерференционной картины при плавном повороте штангенциркуля вокруг вертикальной оси (при ширине щели 0,8 мм). Этот опыт повторите с двумя лезвиями, прижав их друг к другу. Опишите характер интерференционной картины.

Запишите выводы. Укажите, в каких из сделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции? дифракции?

РАЗДЕЛ 6. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Тема 6.1. Квантовая оптика

Решение задач «Квантовая оптика»

1. Определить энергию кванта красного света с частотой $4 \cdot 10^8$ МГц.
2. Определить энергию кванта ультрафиолетового излучения с длиной волны 250 нм.
3. Какова длина волны инфракрасного излучения, если энергия кванта этого излучения равна $5 \cdot 10^{-22}$ Дж?
4. Какова частота желтого света, если квант этого излучения обладает энергией $33 \cdot 10^{-20}$ Дж.
5. Определить максимальную кинетическую энергию электронов, вылетающих из калия (работа выхода 2,26 эВ) при его освещении лучами с длиной волны 345 нм.
6. Кинетическая энергия электронов, вылетающих из рубидия при его освещении ультрафиолетовым излучением с длиной волны 317 нм, равна $2,8 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить работу выхода электронов из рубидия и красную границу фотоэффекта.
7. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для натрия, составляет 530 нм. Определить работу выхода электронов из натрия.
8. Работа выхода электронов из серебра составляет $7,55 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить длину волны красной границы фотоэффекта из серебра.
9. Работа выхода электронов из золота равна 4,76 эВ. Определить красную границу фотоэффекта для золота.
10. Работа выхода электронов из магния 3,69 эВ, а у цезия 1,93 эВ. Они освещаются лучами с длиной волны 590 нм. Возникнет ли при этом фотоэффект? У обоих металлов?
11. Работа выхода электронов из ртути 4,53 эВ. Возникнет ли фотоэффект, если на поверхность ртути будет падать видимый свет?

12. На поверхность вольфрама падает излучение с длиной волны 220 нм. Определить максимальную скорость вылетающих из него электронов, если работа выхода электронов из вольфрама равна 4,56 эВ

РАЗДЕЛ 6. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Решение задач «Физика атома». «Физика атомного ядра».

1. Альфа-частицы с кинетической энергией $T = 6.5$ МэВ испытывают резерфордское рассеяние на ядре золота ^{197}Au . Определить: 1) параметр столкновения b для альфа-частиц, наблюдаемых под углом $\theta = 90^\circ$; 2) минимальное расстояние $r_{\min}$ сближения альфа-частиц с ядром; 3) кинетическую (T') и 4) потенциальную (E') энергии альфа-частиц в этой точке.
2. Протон с кинетической энергией $T = 2$ МэВ налетает на неподвижное ядро ^{197}Au . Определить дифференциальное сечение рассеяния $d\sigma/d\Omega$ на угол $\theta = 60^\circ$. Как изменится величина дифференциального сечения рассеяния, если в качестве рассеивающего ядра выбрать ^{27}Al ?
3. Вычислить сечение рассеяния α -частицы с кинетической энергией $T = 5$ МэВ кулоновским полем ядра ^{208}Pb под углами больше 90° .
4. Золотая пластинка толщиной $l = 1$ мкм облучается пучком α -частиц с плотностью потока $j = 10^5$ частиц/см²·с. Кинетическая энергия α -частиц $T = 5$ МэВ. Сколько α -частиц на единицу телесного угла падает в секунду на детектор, расположенный под углом $\theta = 170^\circ$ к оси пучка? Площадь пятна пучка на мишени $S = 1$ см².
5. Рассчитать дифференциальное сечение $d\sigma/d\Omega$ упругого рассеяния протонов на ядрах золота ^{197}Au под углом 15° , если известно, что за сеанс облучения мишени толщиной $d = 7$ мг/см² протонами с суммарным зарядом $Q = 1$ нКл на детектор площадью $S = 0.5$ см², расположенный на расстоянии $l = 30$ см от мишени, попало $\Delta N = 1.97 \cdot 10^5$ упруго рассеянных протонов. Сравнить экспериментально измеренное сечение с резерфордским.
6. При упругом рассеянии электронов с энергией $T = 750$ МэВ на ядрах ^{40}Ca в сечении наблюдается дифракционный минимум под углом $\theta_{\min} = 18^\circ$. Оценить радиус ядра ^{40}Ca .
7. Эмпирическая зависимость радиуса ядра R от числа нуклонов A ($A > 10$) $R \approx r_0 A^{1/3}$. Параметр $r_0 \approx 1.23 \cdot 10^{-13}$ см = 1.23 Фм приблизительно одинаков для всех ядер. Оценить радиусы атомных ядер ^{27}Al , ^{90}Zr , ^{238}U .
8. Оценить плотность ядерной материи.
9. Массы нейтрона и протона в энергетических единицах равны соответственно $m_n = 939.6$ МэВ и $m_p = 938.3$ МэВ. Определить массу ядра ^2H в энергетических единицах, если энергия связи дейтрона $E_{\text{св}}(2,1) = 2.2$ МэВ.
10. Масса нейтрального атома ^{16}O $m_{\text{ат}}(A,Z) = 15.9949$ а.е.м. Определить удельную энергию связи ϵ ядра ^{16}O .
11. Массы нейтральных атомов в а.е.м.: $^{16}\text{O} - 15.9949$, $^{15}\text{O} - 15.0030$, $^{15}\text{N} - 15.0001$. Чему равны энергии отделения нейтрона и протона в ядре ^{16}O ?
12. С помощью формулы Вайцзеккера рассчитать энергии отделения нейтронов в четно-четных изотопах ^{38}Ca , ^{40}Ca , ^{48}Ca .
13. Считая, что разность энергий связи зеркальных ядер определяется только различием энергий кулоновского отталкивания в этих ядрах, вычислить радиусы зеркальных ядер ^{23}Na , ^{23}Mg .
 $E_{\text{св}}(^{23}\text{Na}) = 186.56$ МэВ, $E_{\text{св}}(^{23}\text{Mg}) = 181.72$ МэВ.
14. Ядро ^{27}Si в результате β^+ -распада $^{27}\text{Si} \rightarrow ^{27}\text{Al} + e^+ + \nu_e$ переходит в "зеркальное" ядро ^{27}Al . Максимальная энергия позитронов 3.48 МэВ. Оценить радиус этих ядер.

РАЗДЕЛ 7. ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Решение задач «Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы».

1. Яркость солнечной короны составляет примерно 10^{-6} от яркости Солнца. Она светится за счет рассеяния света Солнца на свободных электронах. Оцените массу солнечной короны.

2. Найдите линейный радиус круглого солнечного пятна, которое вызывало бы такое же падение яркости Солнца на Земле, которое наблюдается во время прохождения Венеры по диску Солнца. Температура в солнечном пятне равна 4200 K , оно находится в центре диска Солнца. Потемнением диска Солнца к краю пренебречь.
3. Как изменилась бы видимая звездная величина Луны в полнолуние, если бы ее альbedo увеличилось по сравнению с современным в три раза?
4. Чему равна температура поверхности Луны в подсолнечной точке?
5. В 2000 г. была открыта очередная малая планета из семейства транснептуновых планет «Плутино» («Плутончики»), которая имеет диаметр $D = 650\text{ км}$, ее расстояние от Солнца в афелии $r_Q = 5,6\text{ млрд км}$, а в перигелии – $r_q = 2,7\text{ млрд км}$. Определить максимальный блеск Плутино при наблюдениях с Земли (влияние атмосферы не учитывать), при условии, что коэффициент отражения от поверхности планеты $A = 0,2$.
6. Предположим, что вокруг звезды с температурой T_* и средней плотностью $\bar{\rho}_*$ движется планета. Пусть она не имеет атмосферы, обращена к звезде одной стороной и имеет такое же альbedo A , что и у Луны. Чему равен период обращения этой планеты по орбите, если температура на ее поверхности такая же, как на Луне? Как зависит температура на поверхности планеты от зенитного расстояния Солнца? Считается, что и звезда, и планета излучают как абсолютно черное тело.
7. 14 ноября 2003 года была открыта карликовая планета Седна, радиус которой составляет примерно 750 км. Ее минимальное удаление от Солнца составляет 76 а.е. (астрономических единиц), а наибольшее – 960 а.е. Сравните блеск Солнца на Седне в афелии с блеском Луны на Земле.
8. Экзопланета Corot-Echo-7, открытая 3.02.2009 по транзиту при помощи французской космической обсерватории COROT, менее чем в два раза превосходит Землю по диаметру, а ее масса сопоставима с земной. Экзопланета совершает полный оборот вокруг звезды (очень похожей на Солнце) примерно за 20 часов. Оцените температуру на поверхности этой экзопланеты. Что ожидает ее в будущем?
9. В европейской Южной Обсерватории (ESO) создается OWL («Чрезвычайно большой телескоп») с диаметром зеркала 100 м и дифракционным качеством изображения в оптическом диапазоне. Можно ли будет с помощью этого телескопа увидеть хотя бы отдельные пятна на звезде $\alpha\text{ Cen A}$ как протяженные объекты. Звезда $\alpha\text{ Cen A}$ – звезда, очень похожая на Солнце и находящаяся от него на расстоянии примерно $1,3\text{ пк}$.
10. Оцените частотный диапазон, в котором может работать радиотелескоп-рефлектор диаметром $D = 10\text{ м}$, сделанный из металлической сетки с ячейками 1 см.
11. Звезда Капелла относится к тому же спектральному классу, что и Солнце. Расстояние до нее равно $r = 13\text{ пк}$, а на нашем небе она выглядит как звезда $m = 0,1^m$. На каком расстоянии от Капеллы должна находиться планета со средней плотностью 1 г/см^3 , чтобы условия на ее поверхности были схожи с земными? Какая масса должна быть у этой планеты?
12. В желтых лучах звезды A и B светят одинаково, а в красных лучах звезда B на $0,1^m$ ярче, чем звезда A . Какая из звезд горячее?
13. В далекой галактике вспыхнула сверхновая звезда. Ее блеск в максимуме составил $m = 22^m$. Линия водорода H_β , наблюдавшаяся в ее спектре совместилась с линией H_α лабораторного водородного стандарта. Какой блеск имела бы эта сверхновая, если бы она находилась вблизи центра нашей Галактики, на расстоянии $r_c = 8\text{ кпк}$ от Солнца?

Лабораторные длины волн линий H_{α} и H_{β} равны $\lambda_{\alpha} = 6563 \text{ \AA}$ и $\lambda_{\beta} = 4861 \text{ \AA}$, постоянная Хаббла $H = 70 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$. Межзвездным и межгалактическим поглощением

пренебречь.

14. У затменной переменной звезды глубина главного и вторичного минимумов составляет соответственно $0,55^m$ и $0,11^m$. Определите, если это возможно: отношение масс, отношение радиусов, отношение эффективных температур и отношение светимостей двух звезд, входящих в систему. Потемнением дисков звезд к краю пренебречь.

15. На северном небе 2000 звезд 6-й видимой звездной величины. Во сколько раз их общий свет сильнее света Сириуса, блеск которого $-1,46^m$?

16. В планетарной туманности наблюдаются очень яркие «небулярные» линии азота и кислорода. Условием их возникновения является то, что за время нахождения в возбужденном состоянии атом не должен столкнуться ни с одним электроном окружающей среды. Оцените среднюю концентрацию электронов в планетарной туманности, если известно, что по относительной интенсивности этих линий температура составляет $10\,000 \text{ K}$, а время жизни около 50 секунд. Эффективное сечение взаимодействия атома с электроном равно 10^{-16} см^2 .

17. С самого края большой спиральной галактики, удаленной от нас на 2 Мпк и видимой на Земле «с ребра» как тонкая нить размером 1° , был получен радиосигнал, похожий на позывные далекой цивилизации. С помощью телескопа с фокусным расстоянием 2 м и дифракционной решетки с разрешением $\mu = 5 \text{ \AA} / \text{мм}$ со щелью, направленной вдоль оси галактики, был получен ее спектр. Линии в желто-зеленой части спектра ($5500 \text{ \AA}$) оказались наклоненными под углом $\alpha = 5^{\circ}$ к нормальному положению. В какую область галактики нужно послать ответный сигнал далекой цивилизации? Орбиты звезд вокруг центра галактики считать круговыми.

18. Скопление галактик состоит из 10 000 одинаковых галактик с блеском 18^m каждая. Все скопление на земном небе имеет угловой диаметр 5° . Спектральные измерения показали, что красное смещение скопления составляет 0,1, а разность лучевых скоростей отдельных галактик и лучевой скорости скопления достигает $\pm 500 \text{ км/с}$. Определить вклад темной материи в массу скопления. Считайте, что все галактики состоят из звезд, похожих на Солнце.

19. Оцените массу Галактики по расстоянию Солнца от центра Галактики и скорости его движения по галактической орбите.

20. Ширина линии H_{β} ($\lambda = 4863 \text{ \AA}$) в спектре ядра сейфертовской галактики составляет около $30 \text{ \AA}$. Каков разброс характерных скоростей движения облаков излучающего газа в ядре этой галактики?

2.2 Задания для промежуточного контроля

Контрольная работа по теме "Механика"

Вариант 1

1. Дайте определение следующих терминов:

- Кинематика

- Динамика
- Масса
- Сила

2. Задача на движение : Автомобиль движется со скоростью 60 км/ч. Какое расстояние он проедет за 2 часа?
3. Задача на ускорение : Тело начинает движение с нуля и ускоряется равномерно со скоростью 4 м/с². Найдите скорость тела через 5 секунд.
4. Закон сохранения импульса : Объясните закон сохранения импульса и приведите пример его применения.
5. Задача на закон Ньютона : На тело массой 10 кг действует сила 50 Н. Найдите ускорение тела.
6. Кинематическая формула : Используя формулу $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$, найдите путь, пройденный телом, если начальная скорость $(v_0 = 0)$, ускорение $(a = 3 \text{ м/с}^2)$ и время $(t = 4 \text{ с})$.
7. Задача на работу : Какую работу совершает сила в 20 Н, если она перемещает объект на 5 м в направлении силы?
8. Потенциальная энергия : Какова потенциальная энергия тела массой 2 кг на высоте 10 м? (Учитывайте $(g = 9.81 \text{ м/с}^2)$)
9. Задача на импульс : Найдите импульс тела массой 3 кг, движущегося со скоростью 5 м/с.
10. Свободное падение : Какое время потребуется для того, чтобы тело упало с высоты 20 м? (Учитывайте $(g = 9.81 \text{ м/с}^2)$)

Вариант 2

1. Дайте определение следующих терминов:
 - Механическая работа
 - Кинетическая энергия
 - Ускорение свободного падения
 - Сила трения
2. Задача на движение : Велосипедист проезжает 15 км за 30 минут. Какова его средняя скорость в м/с?
3. Задача на ускорение : Ускорение автомобиля равно 3 м/с². Какое расстояние он проедет за 6 секунд, если начальная скорость равна 10 м/с?
4. Закон сохранения энергии : Объясните закон сохранения энергии и приведите пример его применения в механике.
5. Задача на закон Ньютона : На тело массой 5 кг действует сила 25 Н. Найдите ускорение тела.
6. Кинематическая формула : Используя формулу $v = v_0 + at$, найдите скорость тела через 10 секунд, если начальная скорость $(v_0 = 2 \text{ м/с})$ и ускорение $(a = 4 \text{ м/с}^2)$.
7. Задача на работу : Какую работу совершает сила в 15 Н, если она перемещает объект на 10 м в направлении силы?
8. Кинетическая энергия : Найдите кинетическую энергию тела массой 4 кг, движущегося со скоростью 3 м/с.
9. Задача на импульс : Найдите импульс тела массой 2 кг, движущегося со скоростью 10 м/с.
10. Свободное падение : Какова скорость тела, упавшего с высоты 25 м? (Учитывайте $(g = 9.81 \text{ м/с}^2)$)

Вопросы к дифференцированному зачёту:

1. Кинематика материальной точки.

2. Энергия, масса и импульс фотона.
3. Давление света.
4. Опыты Лебедева.
5. Эффект Комптона.
6. Диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств излучения.
7. Угловые характеристики движения: угол поворота, угловая скорость и ускорение.
8. Связь линейных и угловых величин.
9. Уравнение движения.
10. Закон Фарадея.
11. Правило Ленца.
12. Самоиндукция.
13. Взаимная индукция.
14. Индуктивность.
15. Вихревое электрическое поле.
16. Вихревые токи.
17. Газовые законы, уравнение состояния идеального газа.
18. Распределение Максвелла. Измерение скоростей молекул (опыты Штерна и Эльдриджа).
19. Барометрическая формула, распределение Больцмана, опыты Перрена.
20. Напряжение и Э.Д.С.
21. Закон Ома в интегральной форме и дифференциальной форме.
22. Работа и мощность тока.
23. Законы Кирхгофа.
24. Продольные и поперечные волны.
25. Уравнение плоской гармонической волны.
26. Интерференция и дифракция волн.
27. Строение жидкостей, ближний порядок.
28. Поверхностный слой, поверхностное натяжение, капиллярные явления.
29. Строение твёрдых тел
30. Релятивистский импульс, релятивистская форма второго закона Ньютона.
31. Взаимосвязь массы и энергии.
32. Магнитные моменты электрона и атома.
33. Намагничивание вещества.
34. Классификация веществ по магнитным свойствам.
35. Ферромагнетизм. Ферриты.
36. Момент инерции, момент импульса твердого тела.
37. Закон сохранения момента импульса твердого тела.
38. Гироскопический эффект.
39. Квантовая оптика.
40. Тепловое излучение, его особенности и характеристики.
41. Абсолютно черное тело.
42. Закон Кирхгофа.
43. Закон Стефана-Больцмана.
44. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.
45. Закон Вина.
46. Кинематика вращательного и колебательного движения материальной точки
47. Современная физическая картина мира.
48. Иерархия структур материи, эволюция Вселенной.
49. Физическая картина мира как философская категория.
50. Гармонический и ангармонический осциллятор.
51. Свободные колебания и их уравнение движения.
52. Собственная частота и энергия колебаний.

53. Затухающие колебания. Анггармонизм.
54. Параметры затухания колебаний.
55. Радиоактивность и ее виды.
56. Закон радиоактивного распада.
57. Активность источников излучения.
58. Происхождение и закономерности альфа-, бета- и гамма-излучений атомных ядер.
59. Ядерные реакции и законы сохранения.
60. Реакция деления ядра.

3. Критерии оценивания

Критерии оценивания выполнения заданий практических занятий и лабораторных работ

Оценка «**отлично**» выставляется, если работа выполнена самостоятельно в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделан вывод, а также представлены ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «**хорошо**» выставляется в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но: было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или в процессе работы обращались к преподавателю за консультацией.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется в том случае, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью;

б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок, а, именно, в записях единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится в том случае, если: работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Критерии оценивания контрольной работы

Каждое задание оценивается 1 баллом.

Оценка «отлично»	От 9 до 10 баллов
Оценка «хорошо»	От 6 до 8 баллов
Оценка «удовлетворительно»	От 4 до 5 баллов
Оценка «неудовлетворительно»	Менее 4 баллов

Критерии оценивания промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

Оценка "отлично" –

1. Глубокое и прочное усвоение программного материала.
2. Точность и обоснованность выводов.
3. Безошибочное выполнение практического задания.
4. Точные, полные и логичные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка "хорошо" –

1. Хорошее знание программного материала.

2. Недостаточно полное изложение теоретического вопроса экзаменационного билета.
3. Наличие незначительных неточностей в употреблении терминов, классификаций.
4. Неполнота представленного иллюстративного материала.
5. Точность и обоснованность выводов.
6. Логичное изложение вопроса, соответствие изложения научному стилю.
7. Негрубая ошибка при выполнении практического задания.

Оценка *"удовлетворительно"* –

1. Поверхностное усвоение программного материала.
2. Недостаточно полное изложение теоретического вопроса экзаменационного билета.
3. Затруднение в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения.
4. Наличие неточностей в употреблении терминов, классификаций.
5. Неумение четко сформулировать выводы.
6. Отсутствие навыков научного стиля изложения.
7. Грубая ошибка в практическом задании.
8. Неточные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка *"неудовлетворительно"* –

1. Незнание значительной части программного материала.
2. Неумение выделить главное, сделать выводы и обобщения.
3. Грубые ошибки при выполнении практического задания.
4. Неправильные ответы на дополнительные вопросы.