

Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ООД. 11 Физика**

для обучающихся специальности

22.02.01 Metallургия черных металлов

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметной комиссией
«Математических и
естественнонаучных дисциплин
Председатель Е.С.Корытникова
Протокол № 10 от 22.06.2022 г.

Методической
комиссией МпК
Протокол
№ 6 от 29.06.2022 г.

Составитель:

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК
Маргарита Владимировна Оренбуркина

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочих программы учебной дисциплины «Физика»

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	6
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	9
Практическое занятие №1 Решение задач по теме «Кинематика»	15
Практическое занятие №2 Решение задач на параметры вращательного движения	21
Практическое занятие №3 Решение задач по теме «Виды сил в механике»	25
Практическое занятие №5 Решение задач на тему: «Закон сохранения энергии»	34
Практическое занятие №6 Решение задач по теме « Основы молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа».	40
Практическое занятие №7 Решение задач по теме «Характеристики жидкостей и твердых тел»	46
Практическое занятие №8 Решение задач по теме «Давление жидкостей и твердых тел. Закон Паскаля. Гидравлические машины»	52
Практическое занятие №9 Решение задач по теме «Основы термодинамики»	57
Практическое занятие № 10 Решение задач по теме «Электростатика» ...	61
Практическое занятие № 12 Решение задач по теме «Законы Ома, работа, мощность, сопротивление электрического тока»	73
Практическое занятие №13 «Решение задач по теме «Магнитное поле, электромагнитная индукция»»	79
Практическое занятие №14 «Решение задач по теме Решение задач по теме «Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция»	84
Практическое занятие № 15Решение задач по теме «Механические колебания и их характеристики»	89
Практическое занятие № 16 Решение задач по теме «Виды сопротивлений в цепях переменного тока. Формулы трансформатора»	95
Практическое занятие №17 Решение задач по теме «Электромагнитные колебания и волны»	102

Практическое занятие №18 Решение задач по теме «Геометрическая и волновая оптика».....	109
Практическое занятие №19 Решение задач по теме «Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна».....	113
Практическое занятие №20 Решение задач по теме «Запись ядерных реакций. Строение атомов и атомных ядер. Закон радиоактивного распада».....	117
Лабораторная работа № 1 «Определение плотности вещества».....	121
Лабораторная работа №2 «Определение коэффициента жесткости упруго тела».....	125
Лабораторная работа №3 Проверка газовых законов: закона Бойля-Мариотта.....	128
Лабораторная работа №4 Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.....	133
Лабораторная работа №5 Определение влажности воздуха и атмосферного давления.....	138
Лабораторная работа №6 Определение удельной теплоемкости твердого вещества.....	141
Лабораторная работа №7 Определение модуля упругости резины.....	145
Лабораторная работа №8 Определение удельного сопротивления проводника.....	147
Лабораторная работа №9 Экспериментальная проверка законов параллельного и последовательного соединения проводников.....	150
Лабораторная работа №10 Изучение работы мультиметра. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии..	153
Лабораторная работа №11 Определение температурного коэффициента меди.....	158
Лабораторная работа №12 Определение сопротивления резистора методом маркировки.....	161
Лабораторная работа №13 Определение коэффициента полезного действия электрического нагревателя.....	165
Лабораторная работа №14 Определение электрохимического эквивалента меди в процессе электролиза сульфата меди.....	168

Лабораторная работа №15 Зависимость сопротивления от температуры образцов металла и полупроводника	171
Лабораторная работа №16 Проверка законов колебаний математического маятника	174
Лабораторная работа №17 Изучение законов пружинного маятника	177
Лабораторная работа №18 Устройство трансформатора, генератора	180
Лабораторная работа №19 Определение показателя преломления стекла	185
Лабораторная работа №20 Определение периода полураспада радиоактивных элементов	188

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочей программой учебной дисциплины «Физика» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий по общеобразовательной подготовке направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование учебных практических умений (умений решать задачи по биохимии, астрономии, математики.), необходимых в последующей учебной деятельности по естественнонаучным и , общепрофессиональным дисциплинам

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

Личностных:

Содержание практических/работ ориентировано на формирование универсальных учебных действий:

ЛР 4 сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;

ЛР 9 готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

ЛР 13 осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем.

Метапредметных:

МР 1 умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;

МР 3 владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

МР 4 готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;

МР 5 умение 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;

МР 9 владение навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения.

В результате их выполнения должны быть сформированы предметные результаты:

ПР1 сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;

ПР2 владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой;

ПР3 владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;

ПР4 сформированность умения решать физические задачи;

ПР5 сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;

ПР6 сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;

ПР7 сформированность системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях;

ПР8 сформированность умения исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и

характеристики приборов и устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями;

ПР9 владение умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;

ПР10 владение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;

ПР11 сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

Выполнение практических/лабораторных работ по учебной дисциплине «Физика» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические/лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для выполнения практических работ.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Содержание обучения Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Планируемые результаты освоения ¹
Раздел 1 Механика		14	ЛР4, МР3, МР4, ПР1, ПР2, ПР3, ПР4, ПР9
Тема 1.1 Основы кинематики	Практическая работа №1. Решение задач по кинематике. Уравнения движения	2	ЛР4, МР4, ПР1, ПР4
Тема 1.2 Основы кинематики	Практическая работа №2. Решение задач на параметры вращательного движения	2	ЛР4, МР4, ПР1, ПР4
Тема 1.3 Основы кинематики	Лабораторная работа №1. Определение плотности тела различной формы	2	ЛР4, МР4, ПР1, ПР4
Тема 1.4 Законы механики Ньютона	Практическая работа №3. Решение задач по теме «Виды сил в механике. Сила трения покоя, скольжения, качения, вращения»	2	ЛР4, МР3, ПР2, ПР4, ПР9
Тема 1.5 Законы сохранения в механике	Практическая работа №4. Законы сохранения в механике и их применение к решению некоторых физических задач	2	ЛР4, МР3, МР9, ПР1-ПР4
Тема 1.6 Законы сохранения в механике	Практическая работа №5. Решение задач на законы сохранения энергии	2	ЛР4, МР3, МР9, ПР1-ПР4
Тема 1.7 Законы сохранения в механике	Лабораторная работа № 2 Определение коэффициента жесткости упруго тела	2	ЛР4, МР3, МР9, ПР1-ПР4

Раздел 2 Молекулярная физика. Термодинамика		17	ЛР4, ЛР9, МР3, МР4, МР9, ПР2, ПР3, ПР4, ПР7, ПР8, ПР9, ПР10, ПР11
Тема 2.1 Основы молекулярно- кинетической теории	Практическая работа №6. Решение задач по теме «Основы МКТ». Решение задач на уравнение состояния идеального газа»	2	ЛР9, МР3, МР4, ПР2, ПР3, ПР4, ПР8
Тема 2.2 Основы молекулярно- кинетической теории	Лабораторная работа №3. Проверка газовых законов»	2	ЛР9, МР3, МР4, ПР2, ПР3, ПР4, ПР8
Тема 2.3 Основы термодинами ки	Практическая работа №7. Характеристики жидкостей и твердых тел	2	ЛР9, МР3, МР4, ПР2, ПР3, ПР4, ПР8
Тема 2.4 Основы термодинами ки	Практическая работа №8. Давление жидкостей и твердых тел. Закон Паскаля. Гидравлические машины	2	ЛР9, МР3, МР4, ПР2, ПР3, ПР4, ПР8
Тема 2.5 Основы термодинами ки	Лабораторная работа №4. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости	2	ЛР4, МР3, МР9, ПР2, ПР3, ПР4. ПР11
Тема 2.6 Основы термодинами ки	Лабораторная работа №5. Определение влажности воздуха и атмосферного давления	1	ЛР9, МР3, ПР3, ПР7, ПР8, ПР9, ПР10
Тема 2.7 Основы термодинами ки	Лабораторная работа №6. Определение удельной теплоемкости вещества	2	ЛР9, МР3, ПР3, ПР7, ПР8, ПР9, ПР10
Тема 2.8 Основы	Лабораторная работа №7. Определение модуля упругости	2	ЛР9, МР3, ПР3, ПР7, ПР8, ПР9,

термодинамики	резины		ПР10
Тема 2.9 Основы термодинамики	Практическая работа №9. Решение задач по теме «Основы термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопротессам»	2	ЛР4, МР3, МР9, ПР2, ПР3, ПР4, ПР11
Раздел 3 Электродинамика		26	ЛР13, МР3, МР4, МР5, ПР4, ПР5, ПР6, ПР7, ПР8, ПР11
Тема 3.1 Электростатика	Практическая работа №10. Решение задач по теме «Электростатика»	2	ЛР13, МР4, МР5, ПР4, ПР6, ПР7
Тема 3.2 Законы постоянного тока	Практическая работа №11. Решение задач на закон Ома. Сопротивление. Смешанное соединение проводников	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.3 Законы постоянного тока	Практическая работа №12. Решение задач по теме «Законы Ома, работа, мощность и сопротивление электрического тока»	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.4 Законы постоянного тока	Лабораторная работа №8. Определение удельного сопротивления проводника	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.5 Законы постоянного тока	Лабораторная работа №9. Экспериментальная проверка законов параллельного и последовательного соединения проводников	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.6 Законы постоянного тока	Лабораторная работа №10. Изучение работы мультиметра. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.7 Законы	Лабораторная работа №11. Определение температурного	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8

постоянного тока	коэффициента меди		
Тема 3.8 Законы постоянного тока	Лабораторная работа №12. Определение сопротивления резистора методом маркировки	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.9 Законы постоянного тока	Лабораторная работа №13. Определение КПД нагревателей	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.10 Электрический ток в различных средах	Лабораторная работа №14. Определение электрохимического эквивалента меди в процессе электролиза сульфата меди	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.11 Законы постоянного тока	Лабораторная работа №15. Зависимость сопротивления от температуры образцов металла и полупроводника	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР4, ПР5, ПР8
Тема 3.12 Магнитное поле	Практическая работа №13. Решение задач по теме «Магнитное поле и его характеристики»	2	ЛР13, МР1, ПР4, ПР11, ПР6
Тема 3.13 Магнитное поле	Практическая работа №14. Решение задач по теме «Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция»	2	ЛР13, МР1, ПР4, ПР11, ПР6
Раздел 4 Колебания и волны		12	ЛР4, ЛР13, МР3, МР4, ПР1, ПР2, ПР4, ПР10
Тема 4.1 Механические колебания и волны	Практическая работа №15. Механические колебания и их характеристики	2	ЛР13, МР3, ПР1, ПР2, ПР4
Тема 4.2 Механические колебания и волны	Лабораторная работа №16. Проверка законов колебаний математического маятника	2	ЛР13, МР3, ПР1, ПР2, ПР4
Тема 4.3	Лабораторная работа №17.	2	ЛР13, МР3, ПР1,

Механические колебания и волны	Изучение законов пружинного маятника		ПР2, ПР4
Тема 4.4 Электромагнитные колебания и волны	Практическая работа №16. Решение задач на виды сопротивлений в цепях переменного тока. Формулы трансформатора	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР1, ПР2, ПР4, ПР10
Тема 4.5 Электромагнитные колебания и волны	Практическая работа №17. Решение задач по теме «Электромагнитные колебания и волны»	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР1, ПР2, ПР4, ПР10
Тема 4.6 Электромагнитные колебания и волны	Лабораторная работа №18. Устройство трансформатора, генератора	2	ЛР13, МР3, МР4, ПР1, ПР2, ПР4, ПР10
Раздел 5 Оптика		4	ЛР4, МР3, ПР1, ПР2, ПР4, ПР8
Тема 5.1 Природа света. Волновые свойства света	Практическая работа №18. Решение задач по разделу «Геометрическая и волновая оптика»	2	ЛР4, МР3, ПР1, ПР2, ПР4, ПР8
Тема 5.2 Природа света. Волновые свойства света	Лабораторная работа №19. Определение показателя преломления стекла	2	ЛР4, МР3, ПР1, ПР2, ПР4, ПР8
Раздел 6 Элементы квантовой физики		5	ЛР4, МР9, ПР2, ПР4, ПР6, ПР11
Тема 6.1 Квантовая оптика	Практическая работа №19. Решение задач по теме «Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Ядерная физика»	2	ЛР4, МР9, ПР2, ПР4, ПР6, ПР11
Тема 6.2 Квантовая	Лабораторная работа №20. Определение периода	2	ЛР4, МР9, ПР6, ПР11

оптика	полураспада радиоактивных элементов.		
Тема 6.3 Физика атома и атомного ядра	Практическая работа №20. Запись ядерных реакций. Строение атомов и атомных ядер. Закон радиоактивного распада	1	ЛР4, МР9, ПР6, ПР11
ИТОГО		78	

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Кинематика.

Практическое занятие №1 Решение задач по теме «Кинематика»

Цель работы: научиться различать виды механического движения в зависимости от формы траектории и скорости перемещения тела, рассчитывать его параметры, научиться изображать графически различные виды механических движений, записывать уравнения движения, различать его относительность; научиться формулировать следующие понятия : механическое движение, скорость и ускорение, система отсчета, механический принцип относительности.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- различать виды механического движения
- рассчитывать параметры движения
- записывать уравнения движения

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Используя формулы для расчёта параметров движения тел, решить задачи.
2. Проанализировать графики движения тел, описать характер движения.

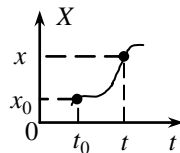
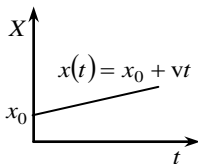
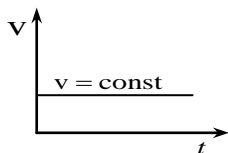
Краткие теоретические сведения

Одномерное движение. Движение с постоянной скоростью.

Пусть тело движется в направлении оси X с постоянной скоростью v и за время $\Delta t = t - t_0$ проходит путь $\Delta x = x - x_0$.

Средняя скорость

$$v_{cp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot x(t) = x_0 + v\Delta t$$



Движение с переменной скоростью. Ускорение

Если тело движется направлением X переменной скоростью $v(t)$, то, $v(t)$ имеют вид:

При этом говорят, что тело движется с ускорением.

Ускорение (\vec{a}) – скорость изменения скорости.

Если за время $\Delta t = t - t_0$ изменение скорости $\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$, то

среднее ускорение: $\vec{a}_{cp} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} [a] = 1 \frac{M}{c^2}$. Из $a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow v = v_0 + a\Delta t$

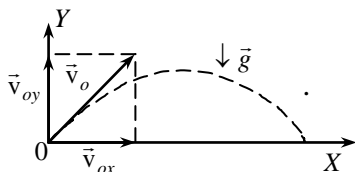
или $v(t) = v_0 + a\Delta t$

$x(t) = x_0 + v_0\Delta t + \frac{a\Delta t^2}{2}$ Если \vec{v}_0 и \vec{a} сонаправлены, то скорость движения тела возрастает, a имеет знак «+»; в противном случае скорость уменьшается и a имеет знак «-».

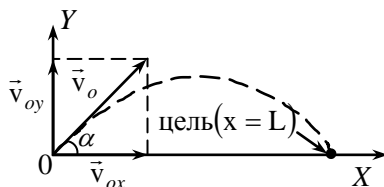
Если время движения Δt неизвестно, то $x(t) = x_0 + \frac{v^2(t) - v_0^2}{2a}$.

Многомерное движение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Пусть тело брошено из начала координат под углом к горизонту с начальной скоростью \vec{v}_0 . Из графика видно, что $\vec{v}_0 = \vec{v}_{0X} + \vec{v}_{0Y}$ (двумерное движение можно рассматривать, как наложение друг на друга двух одномерных – по осям X и Y).



$$y = -\frac{g}{2 \cdot v_{0x}^2} \cdot x^2 + \frac{v_{0y}}{v_{0x}} \cdot x$$



Порядок выполнения работы

1. Повторить основные вопросы кинематики
2. Решить задачи по вариантам, используя таблицу 1

Виды механического движения тел

Траектория – линия, описываемая движущимся телом.

Путь (ℓ) – расстояние между двумя геометрическими точками, отсчитанное вдоль траектории движения тела.

Перемещение (\vec{s}) – вектор, соединяющий начальное и конечное положения тела.

Тело отсчёта – тело, относительно которого рассматривают положение других тел.

Система отсчёта – тело отсчёта, с которым жёстко связаны система координат, часы и метр.

Материальная точка – тело, размерами которого можно пренебречь.

В условии некоторых задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы

1: по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. Движение тела задано уравнением. Определите начальную координату, начальную скорость и ускорение при движении.
2. Автобус и троллейбус движутся в одном направлении. Определите их относительную скорость, если скорость троллейбуса 10 км/ч, а автобуса 40 км/ч. Решите эту задачу и при условии, что они движутся в противоположных направлениях.
3. Троллейбус, трогаясь с места, движется с постоянным ускорением a . Через сколько времени он приобретет скорость V ?
4. Какую скорость развивает автомобиль «Волга» за время Δt после начала движения, если он едет с ускорением a ? Какой путь он проходит за это время?
5. Привести примеры тел, находящихся в покое. Действие каких тел компенсируется в этих случаях? (3 примера; действующие силы изобразить на рисунке).
6. В движущемся вагоне пассажирского поезда на столе лежит книга. В покое или движении находится книга относительно : а) стола; б) рельсов; в) пола вагона; г) телеграфных столбов?
7. Конькобежец пробежал на стадионе полкруга радиусом R . Определить пройденный им путь и перемещение. Чему будут равны путь и перемещение конькобежца, когда он пробежит полный круг?
8. Трамвай двигался равномерно прямолинейно со скоростью V , а в процессе торможения – равноускоренно с ускорением a . Определите время торможения и тормозной путь трамвая. Постройте графики скорости $V(t)$ и ускорения $a(t)$.
9. С каким ускорением двигался автомобиль, если на пути S его скорость возросла от 36 до 72 км/ч?
10. а) Какому виду движения соответствует каждый график на рис.1? С какой скоростью двигалось тело, для которого зависимость пути от времени изображается графиками I, II, III? Записать уравнение движения для графиков I, II.

б) Какой физический смысл имеет точка пересечения графиков II и III на рис.1? Какой из графиков соответствует движению с большей скоростью? Можно ли по этим графикам определить траектории движения?

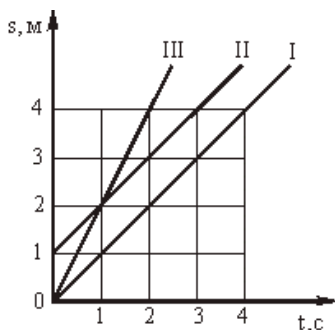


Таблица 1.

№ задачи варианта	1	3		4		5	7	8		9
		a	V	Δt	a	V	R	V	a	S
		м/с ²	км/ч	с	м/с ²	км/ч	м	км/ч	м/с ²	км
1	$x(t)=10+10t-t^2$	2	10	5	2	10	10	10	2	1
2	$x(t)=20+20t-t^2$	4	20	10	4	20	20	20	4	2
3	$x(t)=30+30t-t^2$	6	30	15	6	30	30	30	6	3
4	$x(t)=40+40t-t^2$	8	40	20	8	40	40	40	8	4
5	$x(t)=50+50t-t^2$	10	50	25	10	50	50	50	10	5
6	$x(t)=60+60t-t^2$	12	60	30	12	60	60	60	12	1
7	$x(t)=70+70t-t^2$	14	70	35	14	10	70	70	14	2
8	$x(t)=80+80t-t^2$	16	80	40	16	20	80	80	16	3

9	$x(t)=90+90t+t^2$	18	90	45	18	30	90	90	18	4
10	$x(t)=10+100t-t^2$	20	10	50	20	40	100	10	20	5

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
18-20	90 – 100%	5	Отлично
16-17	80 – 89%	4	Хорошо
12-15	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-11	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Практическое занятие №2 Решение задач на параметры вращательного движения

Цель работы: научиться рассчитывать параметры вращательного движения.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-анализировать и характеризовать вид движения

-решать задачи с использованием формул

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание:

Решить задачи, используя формулы на вычисление параметров вращательного движения: период, частота, угловая частота, угловая скорость, линейная скорость, угловое перемещение, центростремительное ускорение.

Выявить основные различия между прямолинейным движением и движением тела по окружности.

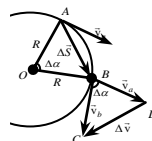
Краткие теоретические сведения

Пусть тело движется по окружности радиуса R с постоянной по значению скоростью v (линейной скоростью) и за время Δt переместилось на $\Delta \vec{S}$ из т. А в т. В. Вектор \vec{v} направлен по касательной к окружности и меняет направление, т.е. можно говорить об изменении скорости $\Delta \vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$, отличном от нуля.

Отсюда: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \neq \vec{0}$.

Центростремительное ускорение (\vec{a}) – скорость изменения направления вектора скорости.

Определим $|\vec{a}_{cp}| = a_{cp}$.



Из подобия треугольников OAB и CBD $\Rightarrow \frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta S}{R} \Rightarrow \Delta v = \frac{v \cdot \Delta S}{R}$.

$$a_{cp} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v \cdot \Delta S}{R \Delta t}; \text{ при } \Delta t \rightarrow 0 \text{ } a_{cp} \rightarrow a \text{ и } \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow v \Rightarrow \boxed{a = \frac{v^2}{R}}.$$

Вектор \vec{a} направлен по радиусу к центру окружности.

Период обращения точки по окружности (T) – время, за которое точка описывает одну окружность.

$$\boxed{T = \frac{2\pi R}{v}} \quad [T] = 1 \text{ с} \quad \text{Из } a = \frac{v^2}{R} \text{ и } v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow \boxed{a = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R}.$$

Частота обращения точки по окружности (ν) – количество полных оборотов, совершаемых точкой в единицу времени. $[\nu] = 1 \frac{1}{\text{с}}$; $\boxed{\nu = \frac{1}{T}}$ $\boxed{\nu = \frac{v}{2\pi R}}$ $\boxed{a = 4\pi^2 \nu^2 R}$.

Угловая скорость обращения точки по окружности (w) – скорость изменения угла поворота $\Delta\alpha$ радиуса R , соединяющего точку с центром окружности. $\boxed{w = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}}$

$$[w] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad \boxed{w = \frac{2\pi}{T}} \Rightarrow \boxed{w = 2\pi\nu}; \quad w = 2\pi \frac{v}{2\pi R} = \frac{v}{R} \Rightarrow \boxed{v = wR};$$

$$\boxed{v = 2\pi\nu R}; \quad a = \frac{v^2}{R} = \frac{w^2 R^2}{R} \Rightarrow \boxed{a = w^2 R}.$$

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные понятия и параметры вращательного движения.
2. Решить задачи.

Ход работы:

Автомобиль движется по закруглению радиусом 100 метров со скоростью 36 км/ч. Определить его центростремительное ускорение. (отв.: 1 м/с)

Автомобиль движется по закруглению радиусом 80 метров со скоростью 54 км/ч. Определить его центростремительное ускорение.

Точильный круг радиусом 10 см делает один оборот за 0,2 с. Найдите скорость точек, наиболее удалённых от оси вращения.

Самолёт, выходя из пике, движется по траектории, которая в нижней части является дугой окружности радиусом 800 м. Вычислите ускорение самолёта при его движении, если его скорость равна 720 км/ч. (отв.: 50 м/с^2)

Спутник движется по круговой орбите на высоте 630 км. Период обращения спутника 97, 5 минут. Определите его линейную скорость и центростремительное ускорение. Радиус Земли 6370 км. (Отв.: 7514 м/с; $8,1 \text{ м/с}^2$)

Время одного оборота вокруг оси равно 24 часа. Вычислите угловую и линейную скорости вращения точек на экваторе. Радиус Земли считать равным 6400 км (отв.: 0,0007 рад/с; 448 м/с).

Период обращения первого космического корабля – спутника Земли «Восток» равнялся 90 минут. Средняя высота спутника над Землёй была равна 320 км. Радиус Земли 6400 км. Вычислите скорость корабля.

Какова скорость движения автомобиля, если его колёса радиусом 30 см делают 600 оборотов в минуту?

Луна движется вокруг Земли на расстоянии 380000 км от неё, совершая один оборот за 27,3 суток. Вычислите центростремительное ускорение Луны.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
9-8	90 – 100%	5	Отлично
7-6	80 – 89%	4	Хорошо
5	60 – 79%	3	Удовлетворительно
4	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 1.2. Законы механики Ньютона

Практическое занятие №3 Решение задач по теме «Виды сил в механике»

Цель работы: получить представление о силовом действии одного тела на другое, массе тела различать понятия инерции и инертности, научиться формулировать понятия массы, силы, законы Ньютона.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- различать понятия инерции и инертности
- различать виды сил, действующих на тело

Применять формулы и законы на практике

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

Выявить основную причину движения тела.

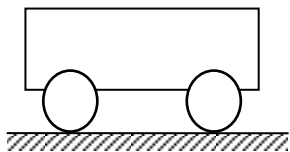
Решить задачи на применение законов Ньютона.

Порядок выполнения работы

Повторить основные понятия динамики и законы Ньютона

Решить задачи.

Динамика. Основные понятия



Инерция – явление сохранения скорости движения тела при отсутствии внешних воздействий.

Инертность – свойство тел, проявляющееся в том, что при одинаковых внешних воздействиях разные тела приобретают разные ускорения.

Масса (m) – мера инертности тел. $[m] = 1 \text{ кг}$.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

За эталон массы (1 килограмм) принята масса международного прототипа килограмма.

Из опытов известно, что ускорения, получаемые телами при взаимодействии, обратно пропорциональны их массам: .

Если массу какого-либо тела принять за эталон, то можно измерить массу других тел:

$$[\rho] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$m_{\text{ТЕЛА}} = \frac{m_{\text{ЭТ}} \cdot a_{\text{ЭТ}}}{a_{\text{ТЕЛА}}}$$

Плотность тела (ρ) – отношение массы тела m к его объёму V .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Сила (\vec{F}) – мера механического действия одного тела на другое.

$[F] = 1 \text{ Н}$ – ньютон.

Сила имеет направление, т. е. *сила-вектор*.

Сила всегда приложена к тому телу, название которого следует в предложении после предлога «на».

Силовое поле – особый вид материи, посредством которого передаётся действие силы.

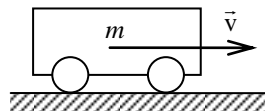
Равнодействующая (резльтирующая) сил (\vec{R}) – сила, равная векторной сумме данных сил \vec{F}_i . $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$

Давление (p) – отношение силы к площади поверхности, на которую она действует в перпендикулярном направлении.

$$p = \frac{F}{S}$$

$$[p] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 1 \text{ Па}$$

паскаль



Импульс тела (\vec{p}) – векторная мера механического движения, равная произведению массы тела на его скорость. $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$

$$[p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Импульс силы ($\vec{F} \cdot \Delta t$) – векторная мера действия силы, равная произведению силы на время её действия. $[F \cdot \Delta t] = 1 \text{ Н} \cdot \text{с}$.

Законы Ньютона

Обобщив результаты своих исследований и, учтя работу Галилея «О движении тел по инерции», Ньютон сформулировал законченное положение, известное как первый закон Ньютона:

Существуют системы отсчета, относительно которых тело находится в покое либо движется прямолинейно и равномерно, если равнодействующая всех приложенных к нему сил равна нулю.

Инерциальная система отсчёта (ИСО) – система отсчёта, в которой выполняется первый закон Ньютона. $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ закон

Из $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t} = m \vec{a}$ получаем второй закон Ньютона:

для тела постоянной массы скорость изменения импульса равна произведению массы на ускорение.

Второй закон Ньютона работает только в ИСО и при условии, что масса тела и действующие на него силы постоянны.

Второй закон Ньютона справедлив для равнодействующей \vec{R} всех сил, приложенных к телу, поэтому, прежде чем решать задачи с его применением, надо определить \vec{R} . $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Третий закон Ньютона:

Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, численно равны и направлены в противоположные стороны по одной прямой.

Третий закон Ньютона работает только в ИСО.

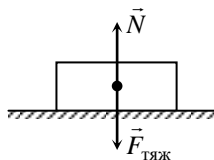
Закон всемирного тяготения

Полагая, что все тела Вселенной взаимно притягиваются, Ньютон в 1682 г. сформулировал закон всемирного тяготения: все тела притягиваются друг к другу с силами, прямо пропорциональными произведению их масс и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними. $F_{12} = \frac{\gamma \cdot m_1 \cdot m_2}{R^2}$

где F_{12} – сила взаимного притяжения тел масс m_1 и m_2 ;
 γ – гравитационная постоянная. $\gamma = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$.

Силы в природе

Сила тяжести ($\vec{F}_{\text{тяж}}$) – сила, сообщающая телу ускорение свободного падения.



Сила тяжести направлена вертикально вниз (перпендикулярно касательной к поверхности Земли).

Реакция (\vec{N}) – сила действия опоры (подвеса) на тело.

Вес тела (\vec{P}) – сила, с которой тело действует на опору или подвес вследствие притяжения к Земле.

Невесомость – исчезновение веса тела при движении опоры с ускорением свободного падения.

Перегрузка – увеличение веса тела при движении опоры с ускорением вверх.

Сила упругости (\vec{F}_y) – сила, возникающая в теле при деформации.

$$\vec{F}_y = -k\vec{x}$$

закон Гука: сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна его абсолютной деформации и направлена в сторону, противоположную перемещению частиц тела:

Сила трения покоя ($\vec{F}_{\text{тр.п.}}$) – сила, возникающая на границе соприкосновения тел при отсутствии их движения относительно друг друга.

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

μ – коэффициент трения (зависит от материалов трущихся поверхностей).

Решить задачи:

1. Чему равна сила тяжести, действующая на тело массой 2,5 кг, 600 г, 1,2 т, 50 т?

2. Определить силу тяжести, действующую на человека массой 64 кг.
3. Первый советский искусственный спутник Земли был запущен 4 октября 1957 года. Определить массу этого спутника, если известно, что на Земле на него действовала сила тяжести, равная 819,3 Н.
4. Человек весит 800 Н. Какова его масса?
5. На полу стоит мешок с мукой массой 50 кг. Вычислить силу тяжести и вес мешка. Изобразить эти силы на рисунке.
6. На неподвижной платформе стоит ящик с кирпичами массой 3 тонны. Вычислите и изобразите на рисунке силу тяжести и вес ящика.
7. Сможете ли вы поднять пластину из пробки объёмом 1 м^3 ? Плотность пробки 240 кг/м^3 .
8. Вычислите вес тела, масса которого 10 кг, 200 г.
9. Выразите в киловаттах и мегаваттах следующие мощности: 3500 Вт; 200 Вт; 5000 Вт; 110000 Вт. Выразите в ваттах следующие мощности: 3 кВт; 1,5 кВт; 0,6 кВт; 0,04 МВт; 0,0001 МВт.
10. Вагонетка массой 0,6 тонн движется под действием силы 60 кН. Определите ускорение её движения.
11. Автобус массой 7 тонн едет по горизонтальному шоссе. Какая сила требуется для сообщения ему ускорения $1,4\text{ м/с}^2$.
12. Два корабля массой 30 тонн каждый стоят на рейде на расстоянии 0,5 км один от другого. Какова сила притяжения между ними?
13. Определить массу каждого из двух одинаковых автомобилей, если на расстоянии 0,1 км на них действует сила притяжения 6,67 мН.
14. Определить расстояние, на котором две вагонетки массой по 20 кг каждая взаимодействуют с силой 67 мкН.
15. Автомобиль массой 6 тонн трогается с места с ускорением $0,5\text{ м/с}^2$. Какую силу тяги развивает его двигатель, если коэффициент сопротивления движению равен 0,04? .

16. Автомобиль массой 2 т трогается с места с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Найти силу тяги, если коэффициент трения равен 0,05.

17. Какую силу тяги должен развивать двигатель, чтобы автомобиль массой 1000 кг двигался: а) равномерно; б) с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$.

18. Определить силу тяги, действующего на вагон массой 22 т, если скорость возросла от 3,8 м/с до 32,4 км/ч на пути 67 м. Коэффициент трения при движении вагона считать равным 0,025.

19. Электровоз при движении по горизонтальному пути развивает силу тяги $150 \cdot 10^3 \text{ Н}$. На участке пути длиной 600 м скорость поезда возросла с 32,4 до 54 км/ч. Определите силу сопротивления движению поезда, если его масса равна 10000^3 кг .

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
18-19	90 – 100%	5	Отлично
16-17	80 – 89%	4	Хорошо
12-15	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-11	менее 60%	2	Неудовлетворительно

**Практическое занятие №4 Решение задач на тему:
«Закон сохранения импульса и его применение к решению
некоторых физических задач»**

Цель работы: научиться использовать законы сохранения механики для расчёта параметров различных физических процессов

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

-использовать законы сохранения для объяснения процессов движения

-решать задачи на законы сохранения

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Уяснить понятия и составить представление о работе, мощности, потенциальной и кинетической энергии, знать формулы для их вычисления.
2. Решить задачи, используя законы сохранения механики.

Порядок выполнения работы

1. Повторить законы сохранения в механике.
2. Разобрать алгоритм решения задач по теме
3. Решить задачи

Ход работы

Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии и др. действуют в замкнутых системах.

Замкнутой называется система тел, взаимодействующих только друг с другом и не взаимодействующих с другими телами.

Импульс силы – векторная величина, являющаяся мерой действия силы за некоторый промежуток времени.

$\vec{I} = \vec{F} \cdot t$, \vec{I} – импульс силы \vec{F} за время t

Импульс тела (количество движения) – векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v}; \frac{kg \cdot m}{c}$$

Второй закон Ньютона можно записывать в виде:

$$Ft = mv_2 - mv_1$$

\vec{P} – импульс тела массой m , движущегося со скоростью \vec{v} .

Закон сохранения импульса – векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остаётся неизменной.

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

m_1, m_2 – массы тел,

v_1, v_2 – скорости тел до взаимодействия,

u_1, u_2 – скорости тел после взаимодействия.

Если сумма внешних сил, действующих на тела системы, равна нулю, то импульс системы сохраняется:

$$P = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_{31} = const$$

Алгоритм решения задач

Сделайте чертёж для каждого тела, покажите векторы импульсов; Рассмотрите характер движения тел и установите, является ли данная система замкнутой;

Запишите закон сохранения импульса в проекциях на оси;

Запишите при необходимости дополнительные формулы из кинематики и динамики;

Решите систему уравнений, проанализируйте ответ.

1. Одинаково ли сжимаются буфера при столкновении двух одинаковых вагонов, один из которых неподвижен? Рассмотрите случаи: порожний вагон неподвижен, движется груженный; груженный неподвижен, движется порожний.

2. Чтобы сдвинуть с места тяжелый железнодорожный состав, машинист дает задний ход, подавая состав немного назад, а потом уже дает передний ход. Почему таким образом, легче тронуть состав с места?

3. Рабочий, бегущий по цеху со скоростью 7 м/с, догоняет тележку с грузами, движущуюся со скоростью 2 м/с, и вскакивает на нее. С какой скоростью продолжает двигаться тележка, если массы тележки и человека соответственно равны 30 кг и 70 кг.

4. Две железнодорожные платформы движутся навстречу друг другу со скоростями 0,6 и 0,4 м/с. Массы платформы соответственно равны 18 и 28 т. С какой скоростью и в каком направлении будут двигаться платформы после столкновения? Удар считать упругим.

5. Железнодорожный вагон массой 25 тонн подъезжает со скоростью 0,3 м/с к стоящему на том же пути неподвижному вагону массой n тонн и автоматически сцепляется с ним. После сцепки вагоны движутся прямолинейно. Какова скорость движения вагонов после сцепки?

6. Железнодорожный вагон массой 35 тонн подъезжает к стоящему на том же пути неподвижному вагону массой n тонн и автоматически сцепляется с ним. После сцепки вагоны движутся прямолинейно со скоростью 0,5 м/с. Какова была скорость вагона массой 35 тонн перед сцепкой?

7. Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причем векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1=2v_2$. Какой была скорость более быстрого шарика перед абсолютно неупругим ударом, если после него величина скорости шариков стала равной 1,5 м/с?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности	Качественная оценка уровня
-------------------	--------------------------	----------------------------

	(правильных ответов)	подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
10-9	90 – 100%	5	Отлично
8-7	80 – 89%	4	Хорошо
6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Практическое занятие №5 Решение задач на тему: «Закон сохранения энергии»

Цель работы: научиться использовать законы сохранения механики для расчёта параметров различных физических процессов

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

-использовать законы сохранения для объяснения процессов движения

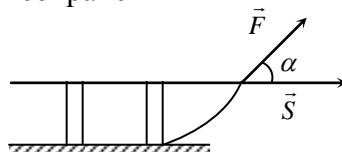
-решать задачи на законы сохранения

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

3. Уяснить понятия и составить представление о работе, мощности, потенциальной и кинетической энергии, знать формулы для их вычисления.

4. Решить задачи, используя законы сохранения механики.



Количество потребляемой энергии – один из главных показателей технического развития общества.

Производство, распределение и потребление энергии невозможно без её преобразования из одного вида в другой. Если под действием постоянной силы \vec{F} тело совершило перемещение \vec{s} , то говорят, что силой совершена *работа*.

Работа (A) – скалярное произведение векторов силы \vec{F} и перемещения \vec{s} .

где α – угол между \vec{F} и \vec{s} ; $F_s = F \cdot \cos \alpha$ –

проекция \vec{F} на \vec{s} направление. $N = \frac{A}{\Delta t}$

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha = F \cdot S \cdot \cos \alpha = F_s S$$

$$[A] = 1 \text{ Н} \cdot \text{м} = \text{Дж} - \text{джоуль}$$

$$[N] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт}$$

Мощность (N) – скорость совершения работы. – ватт

Энергия

Механическая система – совокупность материальных точек, взаимодействующих друг с другом и телами, не входящими в эту совокупность.

После совершения работы система перейдёт из одного состояния в другое. Тогда работа – физическая величина, характеризующая процесс перехода механической системы из одного состояния в другое.

Можно говорить, что существует некий параметр механической системы, изменение которого равно совершённой работе A .

Механическая энергия (E) – параметр механической системы, изменение (ΔE) которого равно совершённой работе (A). $\Delta E = A$. $[E]=1$ $\Delta E = E_2 - E_1$ Дж

где E_1 – механическая энергия системы в начальном состоянии;

E_2 – механическая энергия системы в конечном состоянии.

Изменение энергии ΔE может быть как положительным, так и отрицательным, т. е. $\Delta E = \pm |\Delta E|$.

Из (*) вытекает: работа – мера изменения механической энергии системы.

Кинетическая энергия

Кинетическая энергия (E_k) – половина произведения массы тела на квадрат его скорости.

Кинетическая энергия – энергия $E_k = \frac{mv^2}{2}$ движения.

Тогда $A = E_{k2} - E_{k1}$ или $A = \Delta E_k$, т. е. если сила совершает положительную работу, то кинетическая энергия тела возрастает, и наоборот.

Потенциальная энергия

Потенциальная энергия (E_n) – энергия взаимодействия тел или частей тела.

Нулевой уровень потенциальной энергии – состояние системы, в котором $E_n = 0$.

Нулевой уровень потенциальной энергии взаимодействия тела с Землёй (НУПЭЗ) – горизонтальная плоскость, на которой принимается E_n системы тело–Земля равной нулю.

Пусть тело массы m под действием силы тяжести $\vec{F}_{тяж}$ переместилось с высоты h_1 до высоты h_2 без изменения скорости.

Работа силы тяжести

$$E_n = mgh$$

$$A = F_{тяж}S = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2 = -(mgh_2 - mgh_1) = -(E_{n2} - E_{n1}) \quad \text{или}$$

$$A = -\Delta E_n.$$

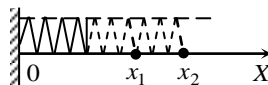
Потенциальная энергия взаимодействия тела с Землей (E_n) – произведение силы тяжести тела на высоту h положения центра масс тела относительно НУПЭЗ.

Потенциальной энергией взаимодействия частей тела обладают упруго деформированные тела

Потенциальная энергия упруго деформированного тела (E_n) – произведение жёсткости k тела на его абсолютной деформации x .

$$E_n = \frac{kx^2}{2}$$

половина квадрат



Законы сохранения в механике

Энергия интересует человечество на всём пути его развития. Веками люди пытались изобрести машину («вечный двигатель»), позволяющую получать энергию из «ниоткуда».

Закон сохранения и превращения энергии (п.3.2) запрещает существование вечного двигателя, однако время от времени появляются люди, объявляющие о создании очередной его модели.

Закон сохранения механической энергии

Внешние силы – силы, действующие со стороны тел, не входящих в данную систему.

Замкнутая механическая система тел – система, на каждое из тел которой не действуют внешние силы или равнодействующая всех внешних сил равна нулю, т.е. $\sum \vec{F}_{i, \text{внеш}} = \vec{0}$.

Рассмотрим замкнутую механическую систему тел, значения потенциальной энергии которой в начальном и конечном состояниях равны $E_{п1}$ и $E_{п2}$, кинетической: $E_{к1}$ и $E_{к2}$:

$$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2}.$$

Полная механическая энергия системы – сумма кинетической и потенциальной энергии тел этой системы.

Закон сохранения механической энергии: полная механическая энергия замкнутой механической системы тел, в которой действуют только силы тяжести и упругости, остаётся неизменной.

$$\sum_{i=1}^n (E_k + E_n)_i = const$$

Отдельно от тела отсчёта ни одно тело не обладает механической энергией.

Закон сохранения импульса

Пусть два тела масс m_1 и m_2 замкнутую механическую систему, движутся навстречу друг другу и

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = const$$

взаимодействуют с силами \vec{F}_1 и \vec{F}_2 .

По третьему закону Ньютона взаимодействия импульсы тел были \vec{p}_1 и \vec{p}_2 , после взаимодействия \vec{p}'_1 и \vec{p}'_2 . $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$. До

т.е. векторные суммы импульсов тел до и после взаимодействия одинаковы.

Фундаментальный закон сохранения импульса: геометрическая сумма импульсов тел замкнутой механической системы остаётся неизменной.

Закон сохранения импульса применим только в ИСО.

Алгоритм решения задач

Сделайте чертёж для каждого тела, покажите векторы импульсов; Рассмотрите характер движения тел и установите, является ли данная система замкнутой;

Запишите закон сохранения импульса в проекциях на оси;

Запишите при необходимости дополнительные формулы из кинематики и динамики;

Решите систему уравнений, проанализируйте ответ.

1. При строительстве канатной дороги в горной местности самосвал массой n тонн поднялся на высоту 400м над уровнем моря. Определить потенциальную энергию автомобиля относительно уровня моря.

2. Молот копра для забивания свай массой 500кг падает с высоты n метров. Чему будет равна потенциальная и кинетическая энергия молота на высоте 4метра?

3. Какой потенциальной энергией обладает тело массой n кг, поднятое на высоту 15метра? Какую работу оно может совершить при падении на Землю?

4. Определить мощность сердца вальцовщика в процессе физической работы, зная, что при одном ударе оно совершает работу, равную 16 Дж, а в минуту делает примерно 240 ударов.

5. При сжатии буферной пружины ж/д вагона на 5см произведена работа 3,75 кДж. Какая сила требуется для сжатия этой пружины на 1см? Постройте график зависимости удлинения пружины от величины приложенной силы.

6. При ударе двух вагонов буферная пружина сжалась на n см. Жесткость пружины 3000 кН/м. Определить работу при сжатии пружины.

7. Какая работа произведена при сжатии буферной пружины железнодорожного вагона на n см, если для сжатия пружины на 1 см требуется сила 350000Н?

8. Молот копра для забивания свай массой 500кг падает с высоты 10 метров. Чему будет равна потенциальная и кинетическая энергия молота на высоте 4метра?

9. Двигатель комнатного вентилятора имеет мощность 0,35 кВт. Какую работу он совершит за 20 минут.

10. Какой массы груз может поднимать подъемный кран со скоростью 1,5м/с, если у него двигатель мощностью 12кВт?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
10-9	90 – 100%	5	Отлично
8-7	80 – 89%	4	Хорошо
6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 2.1 Основы молекулярно- кинетической теории

Практическое занятие №6 Решение задач по теме « Основы молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа».

Цель работы:

1. Углубить и конкретизировать представления о молекулярно-кинетической теории вещества.
2. Научиться использовать законы МКТ для расчёта основных параметров состояния вещества.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- объяснять явления с точки зрения МКТ
- анализировать и применять законы МКТ при решении задач разного характера
- решать задачи

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Используя основные формулы законов МКТ, рассчитать параметры состояния вещества.
2. Уяснить причинную связь явлений, протекающих в веществе, установить основную зависимость изменения параметров состояния вещества.

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные вопросы молекулярно-кинетической теории..
2. Решить задачи по вариантам.(из списка и таблицы)

Ход работы:

Количество вещества (ν) – физическая величина, определяемая числом его структурных элементов (атомов, молекул и

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{МОЛЬ}}$$

др.) $[v] = 1$ моль.

Число Авогадро (N_A) – количество частиц в 1 моль вещества (названо в честь Амедео Авогадро (1776–1856, Италия).

Молярная масса вещества (μ) – величина, численно равная его относительной атомной (молекулярной) массе $m_{\text{отн}}$ в атомных единицах массы (см. периодическую систему Дмитрия

$$\mu = m_{\text{отн}} \cdot 10^{-3}$$

Ивановича Менделеева (1834–1907,

Россия). $[\mu] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

Масса одной молекулы (в кг):

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

Из опытов известно, что 1 моль газа (независимо от химического состава) при нормальных условиях (0°C и 760 мм рт. ст.) занимает объём $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ (22,4 л).

Концентрация (n) – количество молекул N в единице объема V .

$$n = \frac{N}{V} \quad [n] = 1 \frac{1}{\text{м}^3}$$

$$n_{\text{л}} \approx 2,7 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$$

Число Лошмидта ($n_{\text{л}}$) – концентрация молекул газа при нормальных условиях

$N = \nu \cdot N_A$ и $m = \nu \cdot \mu$ – число молекул N в ν моль вещества и его масса m .

$$p = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \bar{E}_k \quad \text{– основное уравнение МКТ идеального газа,}$$

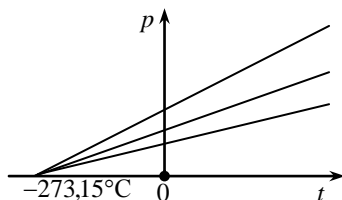
где $\bar{E}_k = \frac{m \cdot \bar{v}^2}{2}$ – средняя кинетическая энергия одной молекулы;

m – масса молекулы; $\bar{v} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \bar{v}_i^2}{N}}$

средняя квадратичная скорость движения молекулы.

Температура – характеристика степени нагретости тела.

Абсолютный нуль – температура $t = -273,15^\circ\text{C}$, при которой должно прекратиться поступательное движение молекул.



Абсолютная шкала температур (шкала Кельвина) (T) – шкала температур, где за нуль принимают абсолютный нуль.

$[T] = 1 \text{ К}$ – кельвин. $1 \text{ К} = 1^{\circ}\text{С}$. Между шкалами Кельвина и Цельсия действует соотношение: $T = t + 273,15$.

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ – постоянная Больцмана (названа в честь Людвига Больцмана (1844–1906, Австрия).

$p = nkT$, т. е. давление газа не зависит от его природы, а определяется только концентрацией n молекул и температурой T . Объединённый газовый закон: для данного количества вещества произведение давления газа на его объём, отнесённое к абсолютной температуре, есть величина постоянная.

$$\frac{pV}{T} = \nu R$$

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

$$R = k \cdot N_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

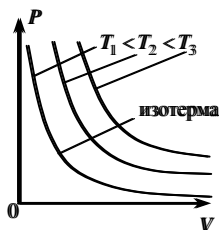
универсальная газовая постоянная.

$pV = \frac{m}{\mu} RT$ – уравнение состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона).

Практический интерес вызывают три процесса в газах:

1) $pV = \text{const}$; $T = \text{const}$; 2) $pV = \text{const}$; $p = \text{const}$; 3) $pV = \text{const}$; $V = \text{const}$.

Изотермический процесс. Закон Бойля-Мариотта



Изотермический процесс – процесс в газе, происходящий при постоянных количестве вещества и температуре.

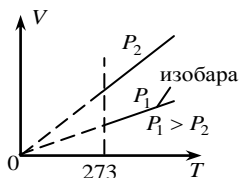
Закон Бойля-Мариотта: при постоянных количестве вещества и температуре произведение давления газа на его объём

остаётся постоянным.

$$pV = \text{const}$$

Изобарический процесс. Закон Гей-Люссака

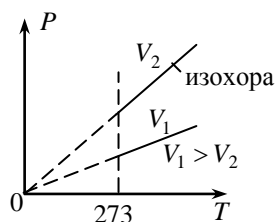
Изобарический процесс – процесс в газе, происходящий при постоянных количестве вещества и давлении



$$V = \alpha T$$

Закон Гей-Люссака: при постоянных количестве вещества и давлении объём газа прямо пропорционален его абсолютной температуре.

Изохорический процесс. Закон Шарля



Изохорический процесс – процесс в газе, происходящий при постоянных количестве вещества и объёме (был изучен Шарлем).

Закон Шарля: при постоянных количестве вещества и объёме давление газа прямо пропорционально его абсолютной температуре.

$$p = \beta T$$

Внутренняя энергия газа (U) – сумма кинетической энергии его молекул, потенциальной энергии их взаимодействия и внутримолекулярной энергии.

$$U = \frac{3}{2} \nu RT \quad \text{– для одноатомного идеального газа.}$$

$$U = \frac{5}{2} \nu RT \quad \text{–}$$

для двухатомного газа

$$U = 3\nu RT \quad \text{Для многоатомного идеального газа}$$

$$A = \nu R \Delta T$$

Работа газа при изобарическом расширении:

$$A = p \cdot \Delta V$$

Физический смысл R : универсальная газовая постоянная – работа, совершаемая одним молем идеального газа при его изобарическом нагревании на один кельвин.

В условии некоторых задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1:

по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. Вычислить массу одной молекулы заданного газа.
2. Сколько молекул содержится при нормальных условиях в m килограммах водорода \mathbf{H}_2 ?
3. Какое количество вещества ν содержится в алюминиевой отливке массой m ? ($\mu_{\text{Al}} = 27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).
4. Какова масса ν молей углекислого газа? ($\mu_{\text{CO}_2} = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).
5. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна \mathbf{E}_k . Чему равна температура газа? ($\mathbf{k} = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К).
6. В баллоне емкостью V литров находится кислород при температуре T и давлении P . Определить массу газа в баллоне. ($\mu_{\text{O}_2} = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль)
7. В цилиндре дизеля давление воздуха изменяется от \mathbf{P}_1 до \mathbf{P}_2 ; объем при этом уменьшается от \mathbf{V}_1 до \mathbf{V}_2 литров. Начальная температура процесса \mathbf{T}_1 . Определить температуру воздуха \mathbf{T}_2 в Кельвинах после сжатия.
8. Какова внутренняя энергия ν молей одноатомного газа при температуре T ?
9. В баллоне емкостью 30 л находится кислород при температуре 300К и давлении 0,78МПа. Определите массу газа в баллоне.
10. Баллон емкостью 100 л содержит 5,76 кг кислорода. При какой температуре возникает опасность взрыва, если баллон выдерживает давление до 5МПа?
11. Вычислить увеличение внутренней энергии 2кг водорода при повышении его температуры на 10 К.

12. Углекислый газ массой 0,2 кг нагревают при постоянном давлении на 88К. Какую работу совершает при этом газ?

Таблица 1.

вариант	1		2	3	4	5	6			7				8		
	ГАЗ		m	m	v	E_k	V	T	P	P_1	P_2	V_1	V_2	T_1	v	T
	(формула)		кг	г	моль	Дж	л	°К	кПа	кПа	кПа	л	л	°С	Моль	К
1	Кислород	O_2	1	27	2	$6 \cdot 10^{21}$	2	100	1	2	1	7	5	27	1	27
2	Водород	H_2	2	54	4	$7 \cdot 10^{21}$	4	200	2	3	2	8	6	28	2	28
3	Метан	CH_4	3	81	6	$8 \cdot 10^{21}$	6	300	3	4	3	9	7	29	3	29
4	Озон	O_3	4	108	8	$9 \cdot 10^{21}$	8	400	4	5	4	10	8	30	4	30
5	Азот	N_2	5	135	10	$1 \cdot 10^{21}$	10	100	5	6	5	11	9	31	5	31
6	Углерод	C_2	6	162	12	$2 \cdot 10^{21}$	12	200	6	7	6	12	10	32	6	32
7	Углекислый	CO_2	7	189	14	$3 \cdot 10^{21}$	14	300	7	8	7	13	11	33	7	33
8	Гелий	He_2	8	216	16	$4 \cdot 10^{21}$	16	400	8	9	8	14	12	34	8	34
9		NH_3	9	243	18	$5 \cdot 10^{21}$	18	100	9	10	9	15	13	35	9	35
10		Cl_2	10	270	20	$5,5 \cdot 10^{21}$	20	200	10	11	10	16	14	36	10	36

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности и (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог

11-12	90 – 100%	5	Отлично
9- 10	80 – 89%	4	Хорошо
7- 8	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-6	менее 60%	2	Неудовлетворитель но

Тема 2.1 Основы молекулярно- кинетической теории

Практическое занятие №7 Решение задач по теме «Характеристики жидкостей и твердых тел»

Цель работы:

1. Углубить и конкретизировать представления о строении жидкостей и твердых тел.
2. Научиться применять формулы и законы для агрегатных состояний веществ. для расчёта основных параметров состояния вещества.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- различать виды жидкостей, деформации
- применять законы Гука и механического напряжения при решении задач

Порядок выполнения работы:

1. Повторить основные понятия, формулы агрегатных состояний вещества

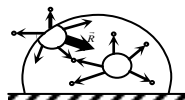
2. Выполнить практическую работу по вариантам. (6 задач)

Вещество может находиться в различных термодинамических фазах – твердой, жидкой, газообразной.

Фазовый переход – переход вещества из одной термодинамической фазы в другую.

Свойства жидкостей

Жидкости:



1) почти несжимаемы (расстояние между молекулами невелико);

2) текучи (молекулы могут свободно перемещаться друг относительно друга);

3) принимают форму сосуда, в котором находятся (в состоянии невесомости принимают форму шара);

4) диффундируют быстрее, чем твердые тела.

Сила поверхностного натяжения жидкости (\vec{F}_H) – сила, обусловленная взаимодействием молекул жидкости и вызывающая сокращение площади ее поверхности.

Коэффициент поверхностного натяжения жидкости (σ) – отношение модуля силы поверхностного натяжения к длине

натяжения. $\sigma = \frac{F_H}{l} = \text{const}$ $[\sigma] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, Если капнуть немного жидкости на твердую поверхность, то можно наблюдать смачивание или несмачивание. Это определяется краевым углом.

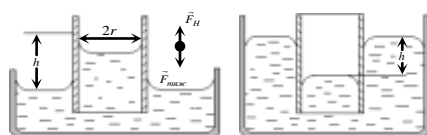


Краевой угол (θ) – угол между поверхностью тела и плоскостью, касательной к поверхности жидкости в точке касания жидкости с телом.

При $\theta < 90^\circ$ – смачивание;

$\theta \geq 90^\circ$ – несмачивание.

Пример: вода смачивает стекло, ртуть его не смачивает.



Капилляр – трубка, диаметр которой соизмерим с радиусом кривизны жидкости в месте контакта жидкости с трубкой.

• Капиллярные явления наблюдаются как в трубках, так и в щелях любой формы, их используют при производстве фитилей, промокательной бумаги и т. д., стараются исключить в строительстве (отделить фундамент от стен) и др.

Испарение – парообразование со свободной поверхности жидкости.

• Скорость испарения определяется свойствами жидкости (эфир испаряется быстрее спирта, спирт – быстрее воды) и она тем больше, чем:

- 1) больше свободная поверхность жидкости;
- 2) больше разность температур жидкости и окружающей среды ($T_{\text{жидк}} > T_{\text{среды}}$);
- 3) больше скорость потока воздуха над жидкостью.

Кипение – парообразование в объёме всей жидкости при постоянной температуре.

Точка кипения – температура кипения жидкости при нормальном атмосферном давлении.

Кристаллические вещества – вещества, в строении которых находится кристалл.

Кристалл - твердое тело, атомы и молекулы которых образуют периодически повторяющуюся внутреннюю структуру. Кристаллическая решетка служит для наглядного изображения внутренней структуры кристалла.

- моно- анизотропны,– зависимость физических свойств вещества от направления.
- поли- изотропны- независимость физических свойств вещества от направления.

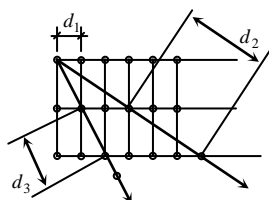
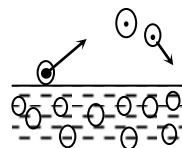
Кристаллическая решетка – пространственная сеть связей, узлы которой совпадают с центрами атомов или молекул вещества.

Кристаллические вещества: металлы, минералы, кристаллы солей и др.

Аморфные (изотропные) вещества – вещества, физические свойства которых одинаковы во всех направлениях.

В аморфных веществах кристаллической решетки нет и по своему внутреннему устройству они подобны жидкостям.

Аморфные



вещества: смолы, стекло, пластмассы и др.

Дальний порядок – строение вещества, при котором по любому направлению расстояние между любой парой соседних частиц одинаково.

Идеальные кристаллические структуры обладают дальним порядком.

При изменении условий агрегатное состояние вещества может измениться, поэтому в физике твёрдое тело – тело, имеющее кристаллическое строение и обладающее дальним порядком.

Виды кристаллических структур

Типы кристаллов и кристаллических решеток изучает наука кристаллография. Геометрически кристаллические решётки представляют собой призмы или пирамиды с правильным многоугольником в основании: По типу связей частиц выделены кристаллические структуры:

1) атомная – в узлах находятся нейтральные атомы, объединяемые ковалентными связями (алмаз, графит, кремний и др.);

2) ионная – в узлах находятся положительные и отрицательные ионы, удерживаемые силами электрического взаимодействия (Na^+ Cl^- и др.);

3) молекулярная – в узлах находятся нейтральные молекулы, между которыми действуют силы межмолекулярного взаимодействия (нафталин, твёрдый азот, сухой лед CO_2 , лед H_2O и др.);

4) металлическая – в узлах находятся положительно заряженные ионы металла, между узлами движутся свободные электроны

Тепловое расширение

Из опытов известно, что газы, жидкости и твердые тела расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении. Различают *линейное и объемное тепловые расширения*.

Линейное расширение – увеличение одного из линейных размеров тела (как правило длины) при повышении температуры.

• О линейном расширении говорят применительно к твердым телам, т.к. газ и жидкость принимают форму сосуда, в котором находятся.

Объемное расширение – увеличение объема вещества при повышении температуры.

• Можно говорить об объемном расширении вещества во всех агрегатных состояниях (твердом, жидком и газообразном).

Коэффициент линейного расширения (α) – отношение относительного изменения длины тела $\frac{\Delta \ell}{\ell_0}$ к вызвавшему его

изменению температуры Δt . $\alpha = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} \cdot \frac{1}{\Delta t}$ [α] = 1 град⁻¹

• α зависит от вещества.

• Линейное расширение учитывают при проектировании зданий, мостов и др. объектов, испытывающих перепады температуры.

Коэффициент объёмного расширения (β) – отношение относительного изменения объема вещества $\frac{\Delta V}{V_0}$ к вызвавшему

его изменению температуры Δt . $\beta = \frac{\Delta V}{V_0} \cdot \frac{1}{\Delta t}$ [β] = 1 град⁻¹ β зависит

от вещества (для твёрдых тел $\beta \approx 3\alpha$). Объемное расширение учитывают при проектировании механизмов, испытывающих перепады температур (ДВС, турбины и др.).

Решить задачи

(*n* - номер вашего варианта по списку)

1. Зачем на точных измерительных инструментах указывается температура (обычно 20 °С)?

2. Объяснить с точки зрения МКТ соединение деталей с помощью клея. Почему твердые материалы склеиваются труднее, чем пластичные? Чем соединение деталей паянием сходно со склеиванием?

3. При соединении деталей паянием поверхности предварительно зачищают от загрязнений и оксидов, иначе жидкий припой не пристает к ним. Как это можно объяснить на основе знаний о силах молекулярного взаимодействия?

4. Что общего между сваркой металлов и паянием их?

5. Для соединения алюминиевых проводов, а также деталей из меди, никеля, цинка применяют так называемую холодную сварку. Соединяемые поверхности укладывают в нахлестку и сжимают прессом без предварительного нагрева. Объяснить, почему получается прочное соединение. В чем заключается сущность сварки плавлением?

6. Проникновение атомов некоторых металлов (алюминий, хром и др.) в глубь стального изделия делает его поверхность прочной и нержавеющей. Какое физическое явление лежит в основе металлизации поверхности стали и почему она производится при более высокой температуре?

7. Как известно, молекулы и атомы твердого тела колеблются около некоторого среднего положения. Вследствие этого твердые тела сохраняют свою форму неизменной. Почему в таком случае в твердых телах возможна диффузия? Почему диффузия в них происходит медленно при низкой температурах и быстрее при высокой?

8. Определите силу поверхностного натяжения, действующую на пластиковую рейку, плавающую на поверхности воды. Длина рейки 20 см.

9. Проволока длиной 5,4 м под действием нагрузки удлинилась на 2,7 мм. Определите абсолютное и относительное удлинение проволоки.

10. К концам стальной проволоки длиной n метров и площадью поперечного сечения 1мм^2 приложены растягивающие силы по 200Н каждая. Найдите абсолютное и относительное удлинение

11. Почему металлоизделия из стали и чугуна перед отправкой к потребителю обильно смазывают специальными маслами - тавотом или солидолом?

1. Каким физическим требованиям должна отвечать смазка, применяемая при обработке металлов давлением?

12. Какие деформации происходят в металле при обработке давлением?

13. Какое свойство металлов используют при обработке их ковкой и горячей штамповкой?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности и (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
6	90 – 100%	5	Отлично
5	80 – 89%	4	Хорошо
4	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-3	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 2.2 Основы термодинамики

Практическое занятие №8 Решение задач по теме «Давление жидкостей и твердых тел. Закон Паскаля. Гидравлические машины»

Цель работы: На примере решения задач изучить характер давления жидкостей, их применение и учёт, законы, объясняющие эти явления.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

-выявлять параметры, определяющие давление жидкостей и твёрдых тел

-использовать законы физики для расчёта давлений в гидравлических машинах

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Разобрать понятия и отличия действующих сил в жидкости.

2. Выучить формулировку и математическую запись законов

Порядок выполнения работы

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения

2. Провести анализ величин, входящих в формулы.

3. Решить задачи

Ход работы:

1. Основные понятия

Давление твердого тела

Твердое тело, находящееся на опоре, действует на опору с силой, которая распределена по поверхности основания тела. Для описания таких распределенных сил вводится новая физическая величина – **давление**.

$$p = \frac{F}{S}$$

по

Давление (p) – отношение силы к площади поверхности, на которую она действует в перпендикулярном направлении.

$$[p] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 1 \text{ Па} - \text{Паскаль}$$

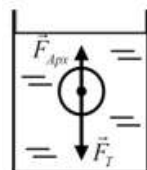
Давление в жидкостях

Закон Паскаля: давление в жидкости или газе передается во всех направлениях одинаково и не зависит от ориентации площадки, на которую оно действует.

Давление жидкости на дно или боковые стенки сосуда зависит от высоты столба жидкости. Давление столба жидкости p называют гидростатическим давлением: $h = \rho \cdot g \cdot h$ где ρ – плотность жидкости, h – высота столба жидкости.

Если жидкость находится в цилиндре под поршнем, то действуя на поршень некоторой внешней силой F , можно создавать в жидкости дополнительное давление $p_0 = F / S$, где S – площадь поршня.

Таким образом, полное давление в жидкости на глубине h можно записать в виде: $p = p_0 + \rho gh$

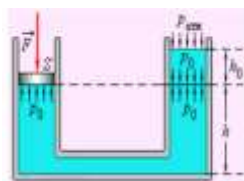


На тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила – **сила Архимеда**.

Архимедова сила, действующая на погруженное в жидкость (или газ) тело, равна весу жидкости (или газа), вытесненной телом $F_{Арх} = \rho_{жид} g V_{тела}$

если средняя плотность тела ρ_T больше плотности жидкости (или газа) ρ ($\rho_T > \rho$), тело будет опускаться на дно:

- если $\rho_T < \rho$, тело будет плавать на поверхности жидкости;
- если $\rho_T = \rho$, то тело может плавать в толще жидкости на любой глубине.



Закон сообщающихся сосудов:

давление в любой точке на одном и том же уровне в сообщающихся сосудах одинаково: $p_1 = p_2$

где p_1 и p_2 – давления на одном и том же уровне в первом и втором колена сообщающегося сосуда соответственно.

1. Какие предположения (выводы) о внутреннем строении вещества можно сделать, наблюдая следующие явления: а) масло,

заклоченное в прочный стальной цилиндр и подвергнутое сильному сжатию, просачивается сквозь стенки цилиндра; б) если в сосуд налить и перемешать две какие - либо смешивающиеся жидкости (воду и спирт), то объем полученной смеси оказывается несколько меньше суммы объемов взятых жидкостей.

2. Изменится ли расстояние, которое проходит молекула газа от одного столкновения до другого, если из баллона, в котором хранится газ выпустить некоторое его количество? Почему?

3. Где нужно установить вытяжной вентилятор: ближе к потолку или полу, если в цехе завода скапливается водяной пар? хлор? аммиак?

4. Вода испарилась превратилась в пар. Изменились ли при этом сами молекулы воды? Как изменились их расположение и движение?

Если металлический порошок (для этого металл размельчают в шаровых мельницах в течение нескольких суток) ввести в керосин, то частички металлического порошка распределяются равномерно по всему объему жидкости. Объясните явление. Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности и (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
)	

10-9	90 – 100%	5	Отлично
8-7	80 – 89%	4	Хорошо
6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Практическое занятие №9 Решение задач по теме «Основы термодинамики»

Цель работы: на примере решения задач изучить закон сохранения энергии применительно к тепловым процессам, путях изменения внутренней энергии тел, адиабатическом процессе, принципе работы тепловой машины.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-составлять уравнение теплового баланса

-решать задачи на первое начало термодинамики

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

3. Составить уравнения теплового баланса в задачах, решить задачи на изменение внутренней энергии тела при тепловых и механических процессах.

4. Выучить формулировку и математическую запись первого начала термодинамики, решить задачи на применение его в тепловых процессах.

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные вопросы термодинамики.
2. Решить задачи по вариантам

Ход работы:

1. Основные понятия

Теплообмен (теплопередача) – обмен внутренней энергией без совершения механической работы.

Количество теплоты (Q) – энергия, переданная в результате теплообмена. $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

Удельная теплоёмкость (c) – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1 К (1°C).

$c = \frac{Q}{m\Delta T}$ $[c] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ $\sum Q_{\text{отд.}} = \sum Q_{\text{пол.}}$ – уравнение теплового баланса.

Горение: $Q = q \cdot m$. $q = \frac{Q}{m}$ $[q] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Удельная теплота сгорания (q) – количество теплоты, выделяемое при сгорании 1 кг топлива.

Парообразование–переход вещества из жидкого состояния в газообразное. $Q = r \cdot m$

$r = \frac{Q}{m}$ $[r] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Удельная теплота парообразования (r) – количество теплоты, необходимое для превращения в пар 1 кг жидкости при постоянной температуре.

Плавление – переход вещества из твёрдого состояния в жидкое.

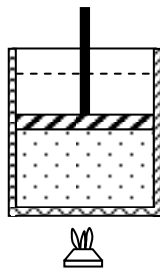
$Q = \lambda \cdot m$.

$\lambda = \frac{Q}{m}$ $[\lambda] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Удельная теплота плавления (λ) – количество теплоты, необходимое для плавления 1 кг вещества при температуре плавления.

Первый закон (начало) термодинамики: изменение внутренней энергии ΔU системы равно сумме количества теплоты Q , переданного системе, и работы A , совершенной над ней внешними силами.

$\Delta U = Q + A$



Тепловая машина – машина, совершающая механическую работу за счёт внутренней энергии топлива.

Рабочее тело – газ, совершающий работу в тепловой машине.

Нагреватель – устройство, сообщаемое рабочему телу количество теплоты Q_1 при температуре T_1 .

Холодильник – устройство, отнимающее от рабочего тела количество теплоты Q_2 при температуре T_2 .

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

2. Задания по вариантам

В условии задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1: по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. Воду массой m нагрели с температуры T_1 до T_2 . Какое количество теплоты затратили при нагреве. ($C_B = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$)

2. Определить массу нагретой воды, если для нагрева на ΔT затратили количество теплоты Q . ($C_B = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$)

3. Определить массу сгоревшего каменного угля, если при сгорании выделилось

Q Джоулей теплоты. ($q = 29 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$)

4. Спирт массой m испарился. Определить количество теплоты, затраченное для выпаривания спирта. ($r = 0.85 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$)

5. Определить количество теплоты, необходимое для расплавления оловянного слитка массой m . ($\lambda = 0,59 \cdot 10 \text{ Дж/кг}$). Какое количество тепла выделится при охлаждении этого расплавленного слитка?

6. Газ под давлением P_1 изобарно расширился и совершил работу 25 Дж. Насколько увеличился объем газа?

7. Термодинамической системе передано Q Дж теплоты. Как изменится внутренняя энергия системы, если она совершила работу A ?

8. При изотермическом расширении ($T = \text{const}$) газом была совершена работа A . Какое количество теплоты Q сообщено газу?

9. Вычислить КПД тепловой машины, если температура нагревателя T_1 , холодильника T_2 .

10. Какой должна быть температура нагревателя T_1 , чтобы КПД двигателя составлял η при температуре холодильника T_2 .

	1			2		3	4	5	6	7			8		9		10	
	m кг	T_1 °C	T_2 °C	ΔT К	Q кДж	Q МДж	m г	m г	кПа	Q кДж	A Дж	A Дж	T = const	T_1 °C	T_2 °C	η	T_2 °C	
1	1	5	85	10	100	10	200	20	100	100	50	100	-	100	20	0,9	10	
2	2	10	90	20	200	20	400	40	200	200	100	200	-	200	30	0,8	20	
3	3	15	95	30	300	30	600	60	300	300	150	300	-	300	40	0,7	30	
4	4	20	100	40	400	40	800	80	400	400	200	400	-	100	25	0,6	40	
5	5	5	85	50	500	50	100	10	500	500	250	500	-	200	35	0,5	50	
6	6	10	90	60	600	60	200	12	600	600	300	600	-	300	45	0,4	60	
7	7	15	95	70	700	70	300	14	700	700	350	700	-	100	30	0,95	70	
8	8	20	100	80	800	80	400	16	800	800	400	800	-	200	40	0,85	80	
9	9	5	85	90	900	90	500	18	900	900	450	900	-	300	50	0,75	90	
10	1	10	90	100	100	100	600	20	100	100	500	100	-	400	60	0,35	100	

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности и (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
10-9	90 – 100%	5	Отлично

8-7	80 – 89%	4	Хорошо
6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.1 Электрическое поле

Практическое занятие № 10 Решение задач по теме «Электростатика»

Цель работы: изучить электрическое поле, знать его природу, его действие на электрические заряды и другие электрические поля. Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- обозначать электрические поля
 - решать задачи графического характера
 - решать задачи с применением формул и законов электростатики
- Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Выявить причину появления электрических зарядов, природу электрического поля, принцип и способы взаимодействия электрических зарядов.
2. Выяснить практическое значение явления электризации и его использование в быту, природе, науке, производстве, его вредное и полезное действие.
3. Применить изученный материал при решении задач на закон Кулона, закон сохранения электрического заряда, принцип суперпозиции полей, напряжённость электрического поля.

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные вопросы темы «Электростатика»
2. Выписать основные формулы и постоянные величины

3. Решить задачи по вариантам

Ход работы:

Наэлектризованное тело – тело, обладающее свойствами, проявляющимися в электрических явлениях.

Необходима количественная мера свойств наэлектризованного тела.

Электрический заряд (Q ; q) – мера свойств наэлектризованных тел, проявляющихся в электрических явлениях $[Q] = 1 \text{ Кл}$ – кулон.

Взаимодействия наэлектризованных тел относят к *электромагнитным взаимодействиям*.

Электризация – процесс сообщения телу (либо перераспределения между частями тела) электрического заряда.

- Одним из способов электризации является трение.
- Из опытов известно, что существует два вида электрических зарядов. Их условно называют положительными и отрицательными.

Точечный заряд – заряд, расположенный на теле, размеры которого пренебрежимо малы.

Из опытов известно:

1) одноимённые заряды отталкиваются, разноимённые – притягиваются;

2) наименьший (элементарный) электрический заряд, существующий в природе – заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

- Заряд тела $q = N \cdot e$, где N – количество элементарных зарядов e в заряде q .

Закон сохранения электрического заряда: в электрически замкнутой системе тел полный электрический заряд (сумма величин положительного и отрицательного зарядов) остаётся постоянным.

Значит, электрический заряд не возникает из ничего и не исчезает бесследно и может переходить от одного тела к другому при электромагнитных

$$F_{\text{к}} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

взаимодействиях.

Закон Кулона: электрическая (кулоновская) сила F_k взаимодействия двух точечных электрических зарядов q_1 и q_2 в вакууме прямо пропорциональна произведению их величин, обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними и направлена вдоль прямой, соединяющей эти заряды.

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \quad - \quad F_k = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{коэффициент}$$

пропорциональности.

В ряде случаев для упрощения расчётов k удобно представлять в

виде: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$. Тогда:

Электрическая постоянная – коэффициент $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$.

• Сила взаимодействия зарядов в среде меньше, чем в вакууме.

Относительная диэлектрическая проницаемость среды (ϵ) – величина, показывающая, во сколько раз сила взаимодействия зарядов в среде (F_c) меньше, чем в вакууме (F_k).

Абсолютная диэлектрическая проницаемость среды – произведение $\epsilon_0 \cdot \epsilon$.

Электрическое поле – особый вид материи, проявляющийся во взаимодействии с электрическими зарядами., существует вокруг каждого заряда и заряды взаимодействуют друг с другом посредством этого поля.

Напряжённость электрического поля (\vec{E}) – векторная физическая величина, численно равная силе, с которой поле действует на единичный точечный положительный заряд, помещённый в данную точку поля.

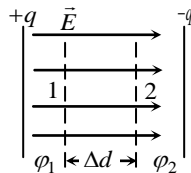
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad [E] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}} \vec{E} \quad - \quad \text{силовая характеристика точки} \quad E = k \frac{Q}{\epsilon \cdot r^2}$$

электрического поля.

Работа поля по перемещению заряда

$A = q \cdot E \cdot \Delta x$, где Δx – разность координат конечного и начального положений заряда.

$A = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)$, где $\varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов.



Связь напряженности и разности потенциалов

$$E = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{\Delta d} [E] = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \text{ т. е. напряжённость}$$

однородного электрического поля численно равна разности потенциалов на единице длины силовой линии.

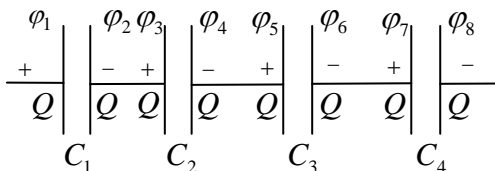
Электрическая ёмкость проводника (C) – отношение заряда Q проводника к его потенциалу

$$C = \frac{Q}{\varphi} \quad \varphi.$$

$$[C] = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = 1 \text{ Ф} - \text{фарад}$$

Конденсатор – система двух проводников (обкладок), разделённых слоем диэлектрика, предназначенная для накопления и хранения заряда.

Ёмкость *плоского* конденсатора (обкладки – плоские пластины) определяют по формуле: $C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d}$, где S – площадь обкладки; d – расстояние между обкладками.



Соединение конденсаторов:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d}$$

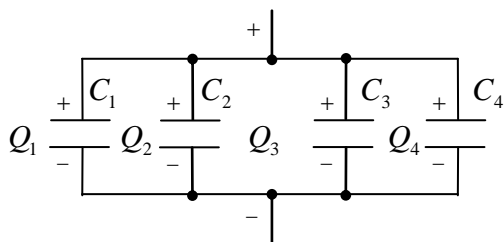
Последовательное соединение конденсаторов – соединение, при котором после зарядки отрицательно (положительно) заряженная обкладка предыдущего конденсатора соединена с положительно (отрицательно) заряженной обкладкой последующего.

$$\frac{1}{C_{\text{б\ddot{a}т}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$\frac{1}{C_{\text{б\ddot{а}т}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

⇒

Параллельное
соединение
конденсаторов –
соединение, при котором
после зарядки все
положительно заряженные обкладки собраны в один узел, все
отрицательно заряженные – в другой.



$$C_{\text{бат}} = \sum_{i=1}^n C_i$$

$$C_{\text{бат}} = C_1 + \dots + C_n$$

В условии некоторых задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1:

по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. С какой силой взаимодействуют два заряда q_1 и q_2 , находящиеся на расстоянии r в среде с диэлектрической проницаемостью ϵ ?
2. На каком расстоянии друг от друга заряды q_1 и q_2 взаимодействуют с силой F , если относительная диэлектрическая проницаемость среды ϵ ? (q_1, q_2 и ϵ из задачи №1)
3. Определить величину каждого из двух одинаковых зарядов, если в среде относительной диэлектрической проницаемостью среды ϵ на расстоянии r друг от друга они взаимодействуют с силой F .
4. Определить напряжённость поля в точке, где действует электрическая сила F на пробный заряд q .
5. Найти напряжённость поля, образованного точечным зарядом $q=10\text{мкКл}$. на расстоянии r в среде с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ .

6. В однородном электрическом поле напряжённостью E перемещается по силовой линии заряд $q=10\text{мкКл}$. Определите работу электрического поля, если перемещение составило ΔX .

7. Напряжение между точками электрического поля по силовой линии равно U , расстояние между ними ΔX (из задачи №6). Какова напряжённость поля?

8. Какую работу нужно совершить для того, чтобы заряд $q=10\text{нКл}$ переместился из точки поля с потенциалом ϕ_1 в точку с потенциалом ϕ_2 ? Схему перемещения зарядов электрическом поле изобразить графически.

9. Какова ёмкость проводника, потенциал которого изменяется на $\Delta\phi$ при сообщении ему заряда $q=9\text{нКл}$?

10. Определить ёмкость батареи $C_{\text{бат.}}$, если конденсаторы с ёмкостями $C_1=10\text{пФ}$, $C_2=15\text{пФ}$ и $C_3=20\text{пФ}$ соединили: а) последовательно; б) параллельно. Схемы соединения конденсаторов начертить.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
10-9	90 – 100%	5	Отлично
8-7	80 – 89%	4	Хорошо
6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Практическое занятие №1 Решение задач по теме «Законы Ома, Сопротивление. Смешанное соединение проводников»

Цель работы: научиться применять законы Ома при решении задач

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- решать задачи с использованием законов Ома
- применять знания в повседневной жизни при расчете экономии электроэнергии

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы

Задание

1. изучить законы Ома
2. используя законы Ома, рассчитать параметры электрического тока

Порядок выполнения работы

1. Повторить законы Ома
2. Решить задачи

Ход работы:

Законы Ома

В 1826 году немецким физиком Георгом Омом (1787-1854 гг.) экспериментально было обнаружено, что отношение напряжения (разности потенциалов) на концах металлического проводника к силе тока есть величина постоянная:

Эта величина называется омическим (активным) сопротивлением, или просто сопротивлением.

Закон Ома для участка цепи

Сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка цепи и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка:

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

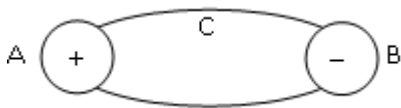
где U – напряжение на концах участка цепи, В;

R – сопротивление этого участка, Ом.

Произведение силы тока и сопротивления участка цепи называется падением напряжения на этом участке цепи.

Закон Ома для всей цепи

Возьмем два заряженных проводника А и В. Соединим их проводником АСВ. Положительный заряд под действием сил электрического поля $F_{эл}$ будет двигаться к точке В до пор пока потенциалы тел А и В станут равными.



Для поддержания тока необходимо, чтобы положительные заряды вернулись в точку А. Для этого на заряды должны действовать сторонние силы $F_{ст.}$, направленные против сил электрического поля.

Тогда на участке АСВ заряды будут двигаться под действием сил электрического поля $F_{эл.}$, а на участке

ВДА – под действием сторонних сил $F_{ст.}$.

Сторонние силы совершают работу против сил электрического поля $F_{эл.}$ и действуют внутри источника тока (участок ВДА).

Количественной характеристикой сторонних сил (источника тока) является электродвижущая сила (ЭДС):

Согласно закону Ома для участка цепи, напряжение на проводнике $U = I \cdot R$. Работа сторонних сил $A_{ст.} = A_{потр.} + A_{ист.}$.

$A_{потр.}$ – работа электрического поля по перемещению заряда от точки А к точке В; $A_{потр.} = q \cdot U = q \cdot I \cdot R$.

Источник тока обладает внутренним сопротивлением r . Работа по перемещению заряда внутри источника тока:

$$A_{ист.} = I \cdot r \cdot q$$

$$A_{ст.} = \varepsilon \cdot q.$$

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

Закон Ома для всей цепи: сила тока в электрической цепи прямопропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи.

R – внешнее сопротивление цепи (общее сопротивление потребителей электрической энергии), Ом;

r – внутреннее сопротивление цепи (сопротивление источника тока), Ом;

$R + r$ – полное сопротивление цепи, Ом.

Последовательное соединение проводников:



1. Сила тока одинакова на всех участках цепи:

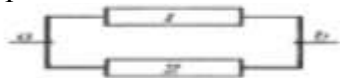
$$I_1 = I_2 = I_3 = I = \text{const}$$

2. Напряжение в цепи равно сумме напряжений на отдельных участках:

$$U_1 + U_2 + U_3 = U$$

3. Общее сопротивление цепи: $R = R_1 + R_2 + R_3$

Параллельное соединение проводников



1. Напряжение в параллельно соединенных участках цепи одинаково:

$$U_1 = U_2 = U_3 = \text{const.}$$

2. Сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме сил токов, текущих в разветвленных участках цепи: $I_1 + I_2 + I_3 = I$.

3. Общее сопротивление цепи: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$.

Решить задачи

1. Классная комната освещается шестью параллельно соединенными между собой лампочками, каждая из которых имеет сопротивление 480 Ом. Определите силу тока в подводящих проводах, если напряжение в сети 220 В. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

2. К цепи, состоящей из проводников сопротивлением 20 и 30 Ом, соединенных параллельно, и проводника сопротивлением 18 Ом, подключенного к первым двум последовательно, приложено напряжение 120 В. Определите силу тока в неразветвленной части цепи и напряжение на втором проводнике.
3. Определить напряжение на зажимах двух параллельно соединенных электропечей сопротивлением 10 и 20 Ом и ток в них, если в неразветвленной части цепи ток 33 А.
4. Цепь состоит из трех сопротивлений 10; 20 и 30 Ом соединенных последовательно. Падение напряжения на первом сопротивлении 20 В. Найти падение напряжения на остальных сопротивлениях и напряжение на концах цепи.
5. Четыре лампы, сопротивления которых 4; 5; 10 и 20 Ом, соединены параллельно. Определить ток в каждой лампе и общий ток, если в первой лампе ток равен 2,5 А.
6. Три потребителя сопротивлением 12; 9 и 3 Ом соединены последовательно. Напряжение на концах цепи 120 В. Найти ток в цепи и падение напряжения на каждом потребителе.
7. Ток в 50 А в некоторой точке цепи разветвляется течет по четырем параллельно включенным в цепь проводникам, сопротивления которых 1; 2; 3 и 4 Ом. Найти ток в каждом проводнике.
8. Через резистор $R_1=55$ Ом проходит ток $I_1=4$ А. Определить сопротивление R_2 , если через него проходит ток $I_2=0,8$ А. Резисторы соединены параллельно.

«Смешанное соединение проводников»

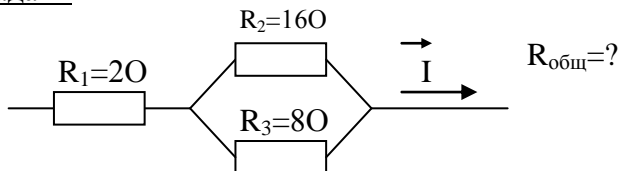
Порядок выполнения работы:

1. Изучить правила последовательного соединения проводников.

2. Изучить правила параллельного соединения проводников.

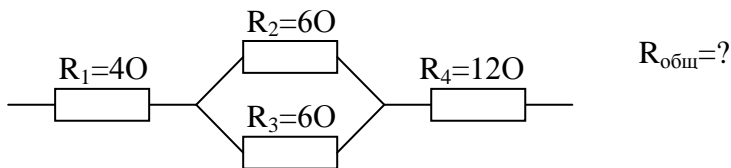
3. Используя правила последовательного и параллельного соединения проводников, рассчитать параметры электрического тока при смешанном соединении проводников.

Решить задачи



1.

2.



3. Восемь резисторов по два последовательно соединили в 4 параллельные ветви. Сопротивление каждого резистора 4 Ом. Найти общее сопротивление всех резисторов.

4. Восемь резисторов по 4 последовательно соединили в 2 параллельные ветви. Определить общее сопротивление всех резисторов, если сопротивление каждого резистора 20 Ом.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
8-9	90 – 100%	5	Отлично
7	80 – 89%	4	Хорошо
6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Практическое занятие № 12 Решение задач по теме «Законы Ома, работа, мощность, сопротивление электрического тока»

Цель работы: научиться рассчитывать электрические цепи, с использованием законов Ома, работы тока и закона Джоуля-Ленца.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- различать виды соединений
- применять законы Ома на практике
- решать задачи на законы соединения проводников

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Изучить законы и формулы
2. Разобрать отличительные признаки использования законов Ома.
3. Изучить правила вычислений проводников.

4.Используя правила рассчитать параметры электрического тока

5.Изучить способы вычисления общего сопротивления при смешанном соединении проводников

5.Решить задачи

Краткие теоретические сведения:

Согласно закону Ома для участка цепи, напряжение на проводнике $U = I \cdot R$. Работа сторонних сил $A_{см.} = A_{номп.} + A_{исм.}$.

$A_{номп.}$ – работа электрического поля по перемещению заряда от точки А к точке В; $A_{номп.} = q \cdot U = q \cdot I \cdot R$.

Источник тока обладает внутренним сопротивлением r . Работа по перемещению заряда внутри источника тока:

$A_{исм.} = I \cdot r \cdot q$, $A_{см.} = \varepsilon \cdot q$., Тогда $\varepsilon \cdot q = q \cdot I \cdot R + I \cdot r \cdot q$ или $\varepsilon = I \cdot R + I \cdot r$,

или $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$.

Закон Ома для всей цепи: сила тока в электрической цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи.

R – внешнее сопротивление цепи (общее сопротивление потребителей электрической энергии), Ом;

r – внутреннее сопротивление цепи (сопротивление источника тока), Ом;

$R + r$ – полное сопротивление цепи, Ом.

В электрической цепи возникает короткое замыкание, если $R=0$:

$$I_{к.з.} = \frac{\varepsilon}{r}$$

Работу сил электрического поля, создающего упорядоченное движение заряженных частиц в проводнике, т. е.

электрический ток, называют работой тока: $A = I \cdot U \cdot \Delta t$,

где A – работа электрического тока на участке цепи, Дж;

I – сила тока на данном участке цепи, А;

U – напряжение на участке цепи, В;

Δt – время прохождения тока по участку цепи, с.

$$P = \frac{A}{t} \Rightarrow P = I \cdot U, \text{ где } P - \text{ мощность тока, Вт.}$$

Если на участке цепи вся энергия переходит во внутреннюю энергию проводника (не совершается механическая работа), то Q – количество теплоты, выделившееся в проводнике, Дж.

$$Q = I^2 R \Delta t - \text{закон Джоуля-Ленца.}$$

Температурный коэффициент сопротивления

(α) – отношение относительного изменения удельного сопротивления $\frac{\Delta \rho}{\rho_0}$ к вызвавшему его изменению температуры

$$\Delta t. \quad [\alpha] = 1 \text{ град}^{-1}; \quad \alpha = \frac{\Delta \rho}{\rho_0} \cdot \frac{1}{\Delta t} \quad \frac{1}{\text{K}}$$

Зависимость электрического и удельного сопротивления от температуры

Задания

Сопротивление, виды соединений

1. Электрический паяльник рассчитан на напряжение 120 В при токе 4,0 А. Какой длины необходимо взять нихромовый провод поперечным сечением $3,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$ для изготовления нагревательного элемента?
2. Определите падение напряжения в линии электропередачи длиной 500 м при силе тока 15 А. Проводка выполнена алюминиевым проводом сечением $1,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$.
3. К проводнику длиной 6,0 м и поперечным сечением 10^{-6} м^2 приложена разность потенциалов 5,0 В. Определите удельное сопротивление проводника, если сила тока в цепи 1,5 А.
4. Источником тока в цепи служит батарея с эдс 30 В. Напряжение на зажимах батареи 18 В, а сила тока в цепи 3,0 А. Определите внешнее и внутреннее сопротивление этой цепи.
5. Эдс источника тока 6 В. При внешнем сопротивлении цепи в 1 Ом ток равен 3 А. Найдите ток короткого замыкания.

6. Батарея накала электронной лампы имеет эдс 6,0 В. Для накала лампы необходимо напряжение 4,0 В при силе тока 80 мА. Внутреннее сопротивление батареи 0,2 Ом. Чему должно быть равно сопротивление резистора, который необходимо включить последовательно с нитью лампы во избежание ее перегрева?

7. Кислотный аккумулятор с эдс 2,0 В при замыкании на внешнее сопротивление 4,8 Ом дает ток 0,4 А. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора и напряжение на его зажимах.

8. К источнику тока с эдс 4,5 В и внутренним сопротивлением 1,5 Ом присоединена цепь, состоящая из двух проводников по 10 Ом каждый, соединенных между собой параллельно, и третьего проводника сопротивлением 2,5 Ом, подсоединенного последовательно к двум первым. Чему равна сила тока в неразветвленной части цепи?

9. К источнику тока с эдс 120 В и внутренним сопротивлением 5,0 Ом присоединена цепь, состоящая из двух проводников по 80 Ом каждый, соединенных между собой параллельно, и третьего проводника сопротивлением 15 Ом, подключенного последовательно к первым двум. Чему равна сила тока во втором проводнике.

Работа, мощность тока:

1. Электродвигатель, сопротивление обмотки которого 0,4 Ом, работает от сети с напряжением 300 В при токе 50 А. Определите количество израсходованной энергии за 5 ч., совершенную двигателем механическую работу и количество теплоты, выделенной в обмотке.

2. Автомобильный стартер за 10 с работы потребляет энергию 6,0·10⁴ Дж. Какова сила тока, проходящего через стартер во время запуска двигателя, если напряжение на его клеммах 12 В?

3.Сварочным аппаратом. Работающим от сети напряжением 45 В за 20 минут было израсходовано 5.4кВт*час энергии. При какой силе тока протекала дуговая сварка ?

4.Электрический утюг мощностью 800 Вт работает от сети 220 В .Определить силу тока в нагревательном элементе и его сопротивление в рабочем состоянии утюга. Сколько энергии будет израсходовано за 1,5 часа непрерывной работы утюга ?

5.В сеть напряжением 120 В последовательно с электрической дугой включен реостат . Падение напряжения на электродах дуги 45 В ,сила тока в цепи 12 А. Определить мощность ,потребляемую дугой и к.п.д. установки.

6.Резистор подключен к источнику тока, напряжение на зажимах которого 6 В. Какая работа совершается током, если за 0,5 минут через резистор проходит заряд 24 Кл? Определить мощность тока и сопротивление резистора.

7.Какая мощность потребляется дуговой сталеплавильной печью, работающей от источника напряжением 220 В при силе тока 30000 А? Определить стоимость электрической энергии , израсходованной зам 5 часов работы печи, по действующему тарифу.

8.Напряжение на зажимах генератора 132 В, а у паотребителя- 127 В. Определить падение напряжение в магистральных проводах и сопротивление , если мощность тока у потребителя равна 5 кВт.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество	Процент	Качественная оценка уровня
------------	---------	----------------------------

о баллов	результативности (правильных ответов)	подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
8-9	90 – 100%	5	Отлично
7	80 – 89%	4	Хорошо
6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.4 Электромагнитная индукция .Магнитное поле.

Практическое занятие №13 «Решение задач по теме «Магнитное поле, электромагнитная индукция»»

Цель работы: научиться рассчитывать параметры магнитного поля применять правила правой и левой руки

Выполнив эту работу, Вы будете:

Уметь:

-рассчитывать значения параметров магнитного поля.

-определять направления магнитной индукции, сил в магнитном поле с помощью правил

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание:

1. Повторить характеристики магнитного поля и правила рук
2. Выполнить тренировочные задачи на построение.
3. Решить задачи на оценку по вариантам.

Краткие теоретические сведения:

Свойства магнитного поля

1. Магнитное поле порождается электрическим током (движущимися зарядами).

2. Магнитное поле обнаруживается по действию на электрический ток (движущие заряды).

Для характеристики магнитного поля вводится физическая величина – индукция магнитного поля . Модуль вектора магнитной индукции равен отношению максимальной силы F_{max} , действующей со стороны магнитного поля на участок проводника с током, к произведению силы тока I на длину этого

$$B = \frac{F_{max}}{I \cdot \Delta \ell}$$

Единица измерения магнитной индукции называется тесла – .

$$[B] = \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} = \text{Тл}$$

Характеристикой магнитного поля в вакууме является величина, называемая напряженностью магнитного поля H . Это векторная величина, совпадающая в однородной среде с \vec{B} .

Модули этих характеристик магнитного поля (и) связаны соотношением: $B = \mu\mu_0 H$

где μ_0 – магнитная постоянная;

μ – магнитная проницаемость среды, которая показывает, во сколько раз индукция магнитного поля в данной среде больше или меньше, чем в вакууме.

Модуль индукции магнитного поля для прямого бесконечно длинного проводника с током равен:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi R}$$

Действие магнитного поля на проводник с током

Сила, действующая на проводник с током, помещенный в магнитном поле, называется силой Ампера.

Величину этой силы определяют по закону Ампера:

$$F = B \cdot I \cdot \ell \cdot \sin \alpha$$

где ℓ – длина проводника, м;

α – угол между вектором магнитной индукции и проводником.

Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки: Если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, а 4 вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на 90 большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника (рис. 4)

Действие магнитного поля на движущийся заряд

Сила, с которой магнитное поле действует на движущийся электрический заряд, называется силой Лоренца.

Модуль этой силы равен:

$$F_L = qgV \sin \alpha$$

где q – модуль заряда частицы, Кл;

V – скорость частицы, м/с;

α – угол между qV

Направление силы Лоренца определяется по правилу левой руки:

Если левую руку расположить так, чтобы составляющая вектора магнитной индукции, перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению положительно заряженной частицы (против движения отрицательно заряженной частицы), то отогнутый на 90 большой палец покажет направление действующей на заряд силы Лоренца

Сила Лоренца перпендикулярна скорости движения частицы, следовательно, она не совершает работы, т.е. не может изменить кинетической энергии заряженных частиц, движущихся в магнитном поле.

Магнитный поток

Величину, численно равную произведению модуля вектора индукции магнитного поля на площадь поверхности и на косинус угла между направлением вектора магнитной индукции и нормалью к плоской поверхности, называют магнитным потоком.

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad [\Phi] = T \cdot m^2 = Вб \text{ (вебер)}.$$

Порядок выполнения работы:

Решить задачи

1. В однородное магнитное поле, индукция которого $1,26 \cdot 10^{-3}$ Тл, помещен прямой проводник длиной 20 см. Определите силу, действующую на проводник, если по нему течет ток 50 А,

а угол между направлением тока вектором индукции составляет 30° .

2. Проводник с силой тока $5,0 \text{ А}$ помещен в однородное магнитное поле с индукцией $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$. Угол между направлениями тока и поля 60° . Определите активную длину проводника, если поле действует на него силой $2 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$.

3. В однородном магнитном поле с индукцией $0,25 \text{ Тл}$ находится прямолинейный проводник длиной $1,4 \text{ м}$, на который действует сила $2,1 \text{ Н}$. Определите угол между проводником и направлением вектора индукции магнитного поля, если сила тока в проводнике 12 А .

4. Определите магнитную индукцию поля, зная, что на прямолинейный провод длиной $0,4 \text{ м}$ действует сила $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$, когда по проводнику идет ток $0,5 \text{ А}$. Вектор магнитной индукции составляет угол 30° с проводником.

5. Чему равна сила тока в прямом проводнике длиной $1,0 \text{ м}$, помещенном в однородное магнитное поле с индукцией $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$, если на этот проводник со стороны поля действует сила $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$? Угол между направлением электрического тока и вектором индукции равен 45° .

6. На обмотку ротора электродвигателя при прохождении по проводу тока 20 А действует сила в 40 Н . Определите величину магнитной индукции в месте расположения провода, если его длина 20 см . Обмотка содержит 50 витков.

7. Электрон описывает в магнитном поле окружность радиусом $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Скорость движения электронов равна $3,5 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Найдите индукцию магнитного поля.

8. Протон движется со скоростью $1,0 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией $1,0 \text{ Тл}$. Найдите силу, действующую на протон, и радиус окружности, по которой он движется.

9. Электрон влетает в однородное магнитное поле, индукция которого $2,0 \cdot 10^4 \text{ Тл}$, перпендикулярно силовым линиям со

скоростью $1,0 \cdot 10^6$ м/с. Вычислите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон.

10.Какая сила действует на электрон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией $1,0 \cdot 10^{-2}$ Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $3,0 \cdot 10^6$ м/с?

11.В однородное магнитное поле с индукцией $8,5 \cdot 10^{-3}$ Тл влетает электрон со скоростью $4,6 \cdot 10^6$ м/с, направленной перпендикулярно к силовым линиям. Определите силу, действующую на электрон в магнитном поле и радиус дуги окружности, по которой он движется.

12.В магнитное поле в направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает протон со скоростью $3,2 \cdot 10^5$ м/с. Найдите индукцию этого поля, если протон описал окружность радиусом 10 см.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
20-22	90 – 100%	5	Отлично
17-19	80 – 89%	4	Хорошо
15-16	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-14	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.4 Магнитное поле

Практическое занятие №14 «Решение задач по теме Решение задач по теме «Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция»

Цель работы: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора, владение основополагающими физическими понятиями магнитного поля, и процессов протекающих в поле.

Выполнив эту работу, Вы будете:

Уметь:

-рассчитывать значения параметров магнитного поля.

-определять направления магнитной индукции, ЭДС индукции, самоиндукции.

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание:

1 Повторить законы Фарадея и их следствия

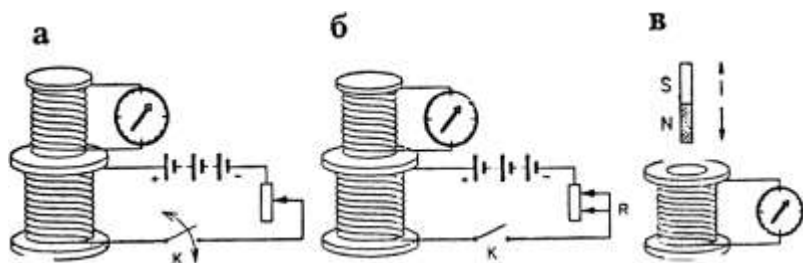
2 Выполнить тренировочные задачи на построение и вычисления, с применением формул ЭДС индукции, самоиндукции

3. Решить задачи на оценку по вариантам.

Краткие теоретические сведения:

Явление электромагнитной индукции

В 1831 году английский физик М. Фарадей серией опытов показал, что с помощью переменного магнитного поля можно создать в замкнутом проводящем контуре электрический ток.



Явление электромагнитной индукции – возникновение электрического тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур. Ток, возникающий в контуре, называется индукционным (наведенным), а создающую его ЭДС называют ЭДС индукции. Первоначально индукция была открыта в неподвижных друг относительно друга проводниках при замыкании и размыкании цепи одной из катушек (рис. 44 а) при изменении силы тока в одной из катушек, магнитное поле, которой пронизывает вторую катушку, в ней возникает индукционный ток (рис. 44 б) индукционный ток возникает также в проволочной катушке при движении постоянного магнита внутрь катушки и при выдвигании магнита из нее (рис. 44 в).

Закон электромагнитной индукции:

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна по модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

$$\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

где ε_i – ЭДС индукции, В;

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ – изменение магнитного потока, Вб;

Δt – промежуток времени, в течение которого произошло данное изменение, с;

$\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$ – скорость изменения магнитного потока, .

С учетом направления индукционного тока закон записывается

так: $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

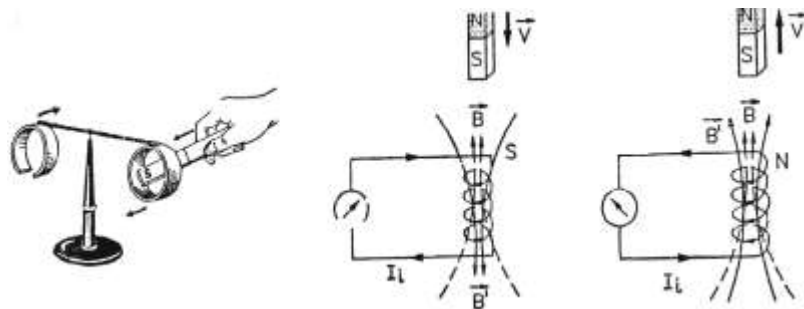
Если замкнутый контур состоит из N последовательно соединенных витков (например, в соленоиде)

$$\varepsilon_i = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

где N – число витков.

Направление индукционного тока в замкнутом проводнике можно определить по правилу, установленном в 1833 году русским физиком Э.Х. Ленцем. Согласно правилу Ленца:

Индукционный ток, возникающий в замкнутом контуре, своим магнитным потоком препятствует тому изменению магнитного потока, которым он вызван.



При вдвигании магнита в соленоид число линий магнитной индукции (или магнитный поток) увеличивается, следовательно,

индукционный ток в нем имеет такое направление, что созданное этим током магнитное поле препятствует нарастанию внешнего магнитного поля. В этом случае вектор индукции этого поля направлен противоположно вектору индукции внешнего поля (рис. 46 а).

Самостоятельно объясни рис. 46 б.

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле, определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = B \cdot v \cdot \ell \sin \alpha,$$

где v – скорость в проводнике, м/с;

ℓ – длина проводника, м;

B – магнитная индукция, Тл.;

α – угол между векторами скорости и магнитной индукции.

Направление индукционного тока в движущемся проводнике можно определить по правилу правой руки. Если правую руку расположить так, чтобы линии магнитной индукции входили в ладонь, а отогнутый на 90° большой палец совпадал с направлением движения проводника, то вытянутые четыре пальца укажут направление индукционного тока

Решить задачи

1. Прямолинейный проводник длиной 0,4 м движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл, при этом в нем индуцируется ЭДС 0,174 В. Чему равна скорость движения проводника, если угол между вектором индукции поля и скоростью составляет 60°?

2. Под каким углом к силовым линиям магнитного поля с индукцией 0,5 Тл должен двигаться проводник длиной 2,0 м, чтобы при скорости 0,5 м/с на его концах возбуждалась ЭДС индукции, равная 0,35 В?

3. Проводник длиной 1,5 м перемещается в однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл. Движение проводника происходит со скоростью 10 м/с под углом 45° к магнитным

силовым линиям. Найдите ЭДС индукции, возникающую в проводнике.

4. Какой магнитный поток пронизывает контур, если при равномерном исчезновении магнитного поля в течение 0,2 с в катушке индуцируется ЭДС, равная 0,02 В?

5. В проводнике длиной 0,50 м, движущемся со скоростью 3,0 м/с перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля, возникает ЭДС $6,0 \cdot 10^{-2}$ В. Определите индукцию магнитного поля.

6. Определите промежуток времени, в течение которого магнитный поток, пронизывающий контур, должен увеличиться от 0,01 до 0,20 Вб, чтобы в контуре возбуждалась ЭДС индукции 3,8 В.

7. Определите ЭДС индукции на концах крыльев самолета, имеющих длину 12 м, если скорость его при горизонтальном полете 250 м/с, а вертикальная составляющая магнитной индукции земного магнетизма $5,0 \cdot 10^{-5}$ Тл.

8. В однородном магнитном поле под углом 30° к направлению вектора индукции, величина которого $5,0 \cdot 10^{-3}$ Тл, движется проводник со скоростью 10 м/с; вектор скорости перпендикулярен проводнику. Определите длину проводника, если в нем наводится ЭДС, равная $2,5 \cdot 10^{-2}$ В.

9. Трактор общего назначения К-700 идет со скоростью 28 км/ч. определите разность потенциалов на концах передней оси, если длина ее около 2,6 м, а вертикальная составляющая магнитного поля Земли $5,0 \cdot 10^{-5}$ Тл.

10. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникающая в катушке с индуктивностью $2,0 \cdot 10^{-2}$ Г, в которой ток силой $7,5 \cdot 10^{-2}$ А исчезает за $2,0 \cdot 10^{-2}$ с?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
20-22	90 – 100%	5	Отлично
17-19	80 – 89%	4	Хорошо
15-16	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-14	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Практическое занятие № 15 Решение задач по теме «Механические колебания и их характеристики»

Цель работы: параметры колебательного движения, виды маятников, их отличия. Уравнения синусоидальных колебаний.

Виды колебаний.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- различать виды колебаний

- применять законы на практике при решении задач и в жизни

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Дать понятие колебательного движения, параметров, характеризующих движение, видов колебаний, связь механических и электромагнитных колебаний..
2. Выяснить практическое значение использования гармонических колебаний.
3. Применить изученный материал при решении задач на параметры колебательного движения, математического , пружинного маятников.

Порядок выполнения работы

- 1.Выполнить тест
- 2.Заполнить пропуски в таблице
- 3.Решить задачи

Ход работы:

Повторить основные вопросы по теме:

1. Вставьте пропущенное слово:

... не возникает и не исчезает, она лишь переходит из одного вида в другой.

а) индукция; в) энергия.

б) масса;

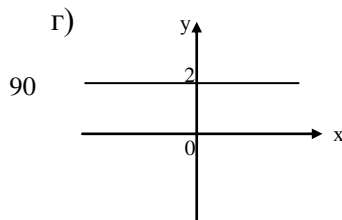
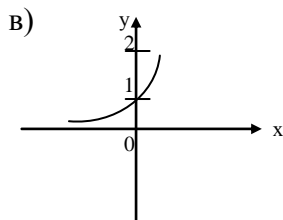
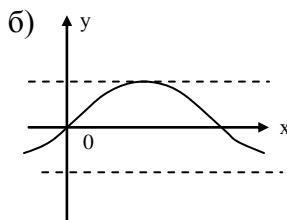
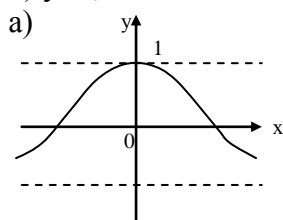
2. Установите соответствие функций графикам.

1) $y=2^x$;

3) $y=\sin x$;

2) $y=2$;

4) $y=\cos x$.



3. Выберите законы гармонических колебаний:

а) $y = A \sin \omega t$;

в) $y = a^x$;

б) $y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$;

г) $y = A \cos \omega t$.

P=4

4. Установите соответствие символов обозначения физических величин.

1) амплитуда;

а) φ ;

2) циклическая частота;

б) F;

3) фаза;

в) L;

4) период;

г) C;

5) скорость;

д) A;

6) сила;

е) ν ;

7) индуктивность;

ж) ω ;

8) емкость

з) T

5. Укажите соответствие формул физическим законам:

1) Закон Джоуля-Ленца;

а) $I = \frac{U}{R}$;

2) Закон Ома;

б) $\varepsilon_I = Bv \ell \sin \alpha$;

3) ЭДС индукции;

в) $Q = I^2 R t$;

4) зависимость сопротивления от температуры;

г) $\eta = \frac{A_n}{A_3} \cdot 100\%$;

5) зависимость сопротивления от длины проводника;

д) $R = \rho_0 \frac{\ell}{S}$;

6) КПД;

е) $R = R_0(1 + \alpha t)$;

7) Закон Гука.

ж) $F = -k \cdot x$

Заполнить пропуски в таблице:

№ п/п	Характеристика	Обозначение, формула	Единица измерения	Определение
1	Период		C	

2	Частота	$\nu = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}$	$\text{С}^{-1} = \text{Гц}$	Число колебаний π в единицу времени t
3		$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$		
4	Смещение			
5	Амплитуда		м	
6	Фаза			Мгновенное состояние материальной точки по ОХ
7	Начальная фаза	φ_0	рад	

Выполнить задачи:

1. Напишите уравнение гармонических колебаний с амплитудой 5 см и начальной фазой 45^0 , если в 1 минуту совершается 150 колебаний.
2. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки 5 см, период 4 с. Найдите максимальные скорости и ускорение и напишите уравнение гармонических колебаний.
3. Математический маятник длиной 56 см за 1 минуту совершает 40 полных колебаний. Определите период колебаний маятника и ускорение свободного падения в том месте, где находится маятник.
4. Материальная точка колеблется с частотой $\nu=10$ кГц. Определите период, число колебаний в минуту и циклическую частоту.
5. Определите период, частоту, циклическую частоту гармонических колебаний математического маятника длиной 1 м, если $g=9,81 \text{ м/с}^2$. Во сколько раз и как надо изменить длину маятника, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза.

6. Амплитуда гармонических колебаний математического маятника длиной 50 мм, период 4 с, начальная фаза $\frac{\pi}{4}$. Напишите уравнение этого колебания и найдите смещение колеблющейся точки от положения равновесия при $t=0$ и $t=1,5$ с.
7. Уравнение точки $x=0,02\sin\left(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{4}\right)$. Найдите период, максимальное значение скорости и ускорение.
8. Определите длину математического маятника, совершающего одно полное колебание за 2 с, если $g=9,81$ м/с². Во сколько раз нужно изменить длину маятника, чтобы частота его колебаний увеличилась в 2 раза?
9. Уравнение гармонического колебания $x=0,4\sin 5\pi t$. Определите амплитуду, период, смещение при $t=0,1$ с.
10. Определите жесткость пружины, частоту, циклическую частоту, если тело массой 0,5 кг, подвешенное к этой пружине, совершает колебания с периодом 0,2 с.
11. Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой 0,03 м и периодом 0,2 с. Составьте уравнение колебания и определите смещение при $t = 0,1$ с.
12. По дну сферической чашки совершает свободные колебания без трения маленький шарик. Определите период колебания шарика, если радиус кривизны чашки 2,45 м.
13. Составьте уравнение гармонических колебаний математического маятника длиной 2,45 м и амплитудой 0,1 м.
14. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 20\sin \pi t$. Определите скорость тела при $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 4$ с.
15. Ускорение свободного падения на поверхность Луны 1,6 м/с². какой длины должен быть математический маятник, чтобы его период колебания на Луне был 1 с?
16. Постройте график гармонического колебания частоты по параметрам: амплитуда 2 см, период 0,4 с, начальная фаза 0. Запишите уравнение этого колебания.

17. Тело совершает колебания по закону $x = 60\sin 2\pi t$. Определите скорость тела при $t_1 = 1$ с и $t_2 = 2,5$ с.

18. Тело массой $0,2$ кг подвешено на пружине, жесткостью которой $2 \cdot 10^3$ н/м. Определите частоту, период, циклическую частоту свободных колебаний этого тела на пружине.

19. Период колебания маятника на Земле 1 с. Определите период его колебаний:

а) в движущейся вертикально вверх ракете;

б) на Луне ($g_3 = 10$ м/с², $g_{л} = 1,6$ м/с²).

20. Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой 4 см и периодом 2 с. Напишите уравнение движения точки, если ее движение начинается из положения $x_0 = 2$ см.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
18-20	90 – 100%	5	Отлично
16-17	80 – 89%	4	Хорошо
12-15	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-11	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие № 16 Решение задач по теме «Виды сопротивлений в цепях переменного тока. Формулы трансформатора»

Цель работы: изучить свободные электромагнитные колебания в контуре, виды сопротивления в цепи переменного тока, их отличия и особенности.

Выполнив эту работу, Вы будете:

Уметь:

- применять на практике, при решении задач, законы колебаний
- Различать виды сопротивления в зависимости от элемента, включенного в цепь.

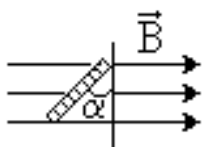
Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Дать понятие переменного тока, повторить устройство и принцип действия индукционного генератора.
2. Выяснить практическое значение использования переменного тока в быту, науке, производстве.
3. Применить изученный материал при решении задач на параметры переменного тока: мгновенные, амплитудные и действующие значения ЭДС, напряжения и силы переменного тока.

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные вопросы темы «Переменный ток»



Переменный ток – вынужденные гармонические электромагнитные колебания в проводнике.

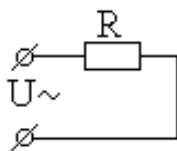
Вследствие электромагнитной индукции в рамке возникает гармонически

меняющаяся ЭДС $\varepsilon = -\dot{\Phi} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t$ или $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$

($\varepsilon_0 = BS \cdot \omega$ – амплитуда ЭДС индукции) и можно говорить, что получен переменный ток.

- Переменный ток бытовой электросети имеет частоту $\nu = 50$ Гц и $\omega = 2\pi\nu = 100\pi$ [рад/с].

Резистор в цепи переменного тока



Включим резистор сопротивления R в сеть переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*). В каждый конкретный момент времени прохождение переменного тока в резисторе

качественно ничем не отличается от прохождения постоянного

и подчиняется закону Ома: $I(t) = \frac{U(t)}{R}$. Тогда $I(t) = \frac{U_0}{R} \sin \omega t$ или

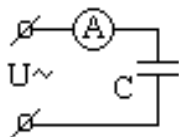
$$I(t) = I_0 \sin \omega t$$

Графики $I(t)$ и $U(t)$, в одной системе координат, имеют вид:

- Вся подводимая к резистору электрическая энергия превращается в тепловую, т. е. он обладает *активным сопротивлением*.

Активное (омическое) сопротивление (R) – сопротивление резистора без учёта его ёмкости и индуктивности.

Ёмкость в цепи переменного тока



Известно, что конденсатор постоянный ток не проводит (цепь между обкладками разомкнута).

Включим конденсатор емкости C в цепь переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*).

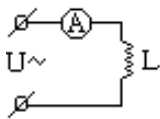
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Графики $I(t)$ и $U(t)$ в одной системе координат, имеют вид:

– емкостное сопротивление переменному току.

- X_C уменьшается с ростом ω и C

Индуктивность в цепи переменного тока



Включим катушку индуктивности L в цепь

переменного тока напряжения

$U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*) (активное

сопротивление провода катушки $R \approx 0$).

Графики $I(t)$ и $U(t)$ в одной системе координат, имеют вид:

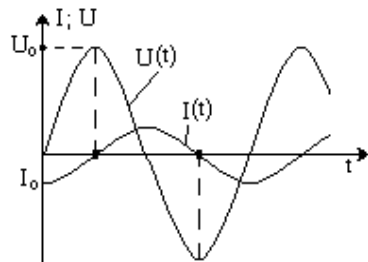
$X_L = \omega \cdot L$ – индуктивное сопротивление переменному току.

(X_L растет с ростом ω и L).

Действующее значение мощности переменного тока (P) – величина, численно равная мощности постоянного тока $P_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные количества теплоты Q .

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} \text{ и } U_0 = I_0 \cdot R \Rightarrow P = \frac{I_0^2 R}{2} = \frac{I_0 U_0}{2} = \frac{U_0^2}{2R}.$$

- Действующее значение мощности переменного тока часто называют активной мощностью.



Действующее значение силы переменного тока (I) – величина, численно равная силе постоянного тока $I_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные мощности.

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} = I_{\text{пост}}^2 R = I^2 \cdot R = \frac{I_0^2 R}{2} \Rightarrow I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}.$$

Действующее значение напряжения переменного тока (U) – величина, численно равная напряжению постоянного тока $U_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные мощности.

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} = \frac{U_0^2}{2R} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}.$$

- На практике нас редко интересуют амплитудные или мгновенные значения силы, напряжения или мощности переменного тока. Интерес представляют их *действующие* значения.

Закон Ома для переменного тока

Известно, что в цепях переменного тока: а) для активного

сопротивления R : $I_0 = \frac{U_0}{R}$;

б) для ёмкости C : $I_0 = \frac{U_0}{X_C}$; в) для индуктивности L : $I_0 = \frac{U_0}{X_L}$.

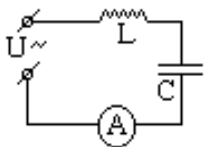
Учтя, что $I_0 = I \cdot \sqrt{2}$ и $U_0 = U \cdot \sqrt{2}$, получим

Закон Ома для переменного тока для резистора, и индуктивности:

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

закон ёмкости

Резонанс в цепи переменного тока



Соберём цепь из катушки индуктивности L , конденсатора C , амперметра переменного тока A и источника переменного напряжения $U = U_0 \cdot \sin \omega t$ с изменяемой частотой ω . Активное сопротивление проводов и катушки индуктивности $R \approx 0$.

$$I = \frac{U}{X_C}$$

Фиксируя $U_0 = \text{const}$ и изменяя частоту ω от 0 до максимально возможного значения, снимем зависимость силы действующего тока в цепи $I(\omega)$. Оказалось, что на частоте $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

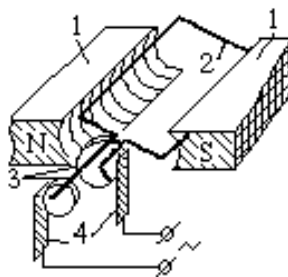
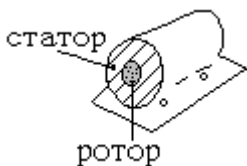
наблюдается резкое увеличение тока.

Резонанс – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных электромагнитных колебаний при совпадении частоты вынуждающего напряжения с собственной частотой колебаний контура.

Электромагнитный резонанс (как и механический) наступает при совпадении частоты внешних воздействий с собственной частотой колебаний системы, при этом активное сопротивление действует аналогично силе трения – переводит энергию колебаний в энергию потерь (тепло).

Для разных R (при постоянных L, C) кривые $I(\omega)$ имеют вид:

- При значительных R резонанс может быть практически незаметным.
- Резонанс широко используют в радиотехнике (при настройке контура радиоприёмника на частоту выбранной радиостанции и пр.).



Генератор переменного тока (ГПТ)

Простейший ГПТ состоит из: постоянных магнитов 1; контура 2; контактных колец 3; щеток 4. При вращении контура с угловой скоростью ω его магнитный поток

$\Phi = BS \cdot \cos \omega t$ и ЭДС $\varepsilon = -\Phi' = \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$. Для контура из n витков $\varepsilon = n \cdot \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$.

Конструктивно ГПТ состоит из двух основных частей: неподвижной – статора и вращающейся – ротора, изготовленных из электротехнической стали.

- С целью увеличения КПД генератора (более полного использования магнитного потока) зазор между статором и ротором делают минимальным. значительно улучшаются.

Трансформатор

Трансформатор – устройство, предназначенное для изменения значений напряжения и силы переменного тока.

- Трансформатор был сконструирован в 1876 г. Петром Николаевичем Яблочковым (1847–1894, Россия).

Простейший трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника и двух надетых на него катушек с обмотками. Одна обмотка – первичная – подключается к источнику переменного напряжения, другая – вторичная – к потребителю. Ток первичной обмотки создает в сердечнике переменное магнитное поле, которое пронизывает витки вторичной обмотки и наводит в ней ЭДС индукции.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Пусть первичная обмотка содержит N_1 витков, вторичная – N_2 витков и к первичной обмотке приложено переменное напряжение U_1 .

$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = K$, где K – коэффициент трансформации.

- Если $N_2 > N_1$, то трансформатор называют повышающим, $N_2 < N_1$ – понижающим.

2. Решить задачи по вариантам

В условии задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1: по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. ЭДС индукции, возникшая в рамке при вращении её в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$ (см. таблицу 1). Определить амплитудное значение ЭДС, мгновенное значение ЭДС при $t = 0,002$ с, период и частоту тока.

2. Магнитный поток в рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\Phi = \Phi_0 \cos 6280t$. Найти зависимость ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени и определить амплитудные и действующие значения ЭДС, период и частоту тока.

3. Определить действующее значение силы тока, изменяющегося по закону $I(t) = I_0 \cdot \sin 54t$.

4. Определить частоту переменного тока, циклическая частота которого равна 110π .

5. Конденсатор ёмкостью 10^{-4} Ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить ёмкостное сопротивление конденсатора.

6. Конденсатор ёмкостью C включен в сеть промышленного тока. Определить ёмкостное сопротивление.

7. Катушка индуктивностью 0,5 Гн включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.

8. Катушка индуктивностью L включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.

9. Напряжения первичной и вторичной обмоток трансформатора U_1 и U_2 соответственно. Число витков вторичной обмотки N_2 . Определить: число витков первичной обмотки N_1 , коэффициент трансформации K и вид

трансформатора (повышающий или понижающий), ответ пояснить.

10. Определить мощности первичной и вторичной цепей трансформатора P_1 и P_2 , если известны: напряжения U_1 и U_2 , ток I_1 первичной обмотки. Рассчитать коэффициент трансформации K и указать вид трансформатора (повышающий или понижающий), ответ пояснить.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется

положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
9-10	90 – 100%	5	Отлично
8	80 – 89%	4	Хорошо
6-7	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие №17 Решение задач по теме «Электромагнитные колебания и волны»

Цель работы: изучить свободные электромагнитные колебания в контуре, распространение волн, виды волн их отличия.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять на практике законы распространения электромагнитных волн

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

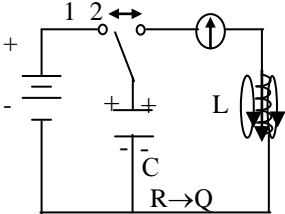
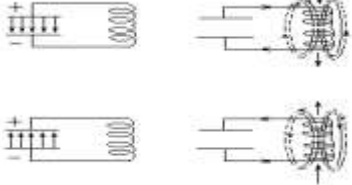
Задание:

1. Изучить основные термины, законы, определения.
2. Выявить отличия колебаний от волн.
3. Ответить на вопросы.
4. Решить задачи.

Краткие теоретические сведения:

Электромагнитные колебания

Определение	Незатухающие колебания, возникающие под действием внешней периодически изменяющейся ЭДС $\varepsilon = \varepsilon_0 \cos \omega t$
Процесс	Процесс, при котором электромагнитное поле периодически изменяется по времени
Условие возникновения колебаний	Последовательное соединение: 1) конденсатора, накапливающего энергию электрического поля; 2) катушки накапливающей энергию магнитного поля; 3) возникновение свободных колебаний в контуре обусловлено явлением самоиндукции
Пример	Электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки, в которой энергия электрического поля превращается в энергию магнитного поля и обратно

<p>Законы $T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$ – формула Томсона $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$</p>	 <p>1. Вынужденные колебания. Ключ в «1» – заряжается конденсатор. 2. Собственные колебания. Ключ «2» электрическое поле \rightleftharpoons магнитное поле. Часть энергии тратится на нагрев проводов R→Q колебания затухающие. Для поддержания незатухающих колебаний переводим ключ «1», затем в «2». Вынужденные – незатухающие колебания</p>
<p>Энергия $R_{\text{пр}}=0$ – собственные ЭМК $E_{\text{эл}}=E_{\text{м}}; \nu_0=\text{const}$ $\frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$ $CU^2=LI^2$</p>	<p>Преобразование энергии электрического поля в энергию магнитного поля и наоборот по гармоническому закону $E_{\text{эл}} \leftrightarrow E_{\text{м}}$</p> 

Электромагнитная волна (ЭМВ) – распространение электромагнитного поля в пространстве с течением времени. Максвелл показал, что в каждой точке ЭМП векторы напряженности \vec{E} электрического поля и индукции \vec{B} магнитного поля взаимно перпендикулярны и лежат в плоскости, перпендикулярной направлению Z распространения волны, причем если рукоятку правого винта вращать по направлению от \vec{E} к \vec{B} , то поступательное движение винта укажет направление Z .

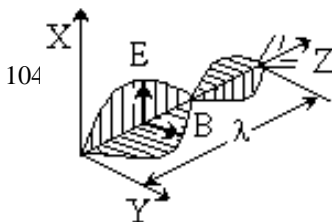
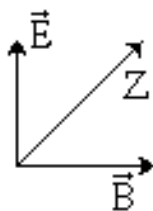


Рис. 13

Согласно теории Максвелла \vec{E} и \vec{B} синфазны и распространение волны в пространстве с течением времени можно изобразить:

- ЭМВ распространяется как в средах, так и в вакууме (наличия частиц не требуется).
- Скорость ЭМВ в вакууме выше, чем в среде, и равна скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

ЭМВ (как и всякое колебание) переносит энергию.

Длина ЭМВ (λ) – расстояние между ближайшими точками ЭМВ, колеблющимися в одинаковых фазах.

ЭМВ (в зависимости от длины волны λ) делят на диапазоны:

- 1) длинные $\lambda > 1000$ м;
- 2) средние $100 < \lambda < 1000$ м;
- 3) короткие $10 < \lambda < 100$ м;
- 4) ультракороткие $\lambda < 10$ м.

Ход работы:

1. Решить задачи:

1. Резонанс в колебательном контуре наступает при частоте 5,3 кГц. Определите индуктивность катушки, если емкость конденсатора 6 мкФ.

2. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 10 мГн и конденсатора емкостью 1 мкФ. Конденсатор заряжен при максимальном напряжении 200В. Определите максимальный заряд конденсатора и максимальную силу тока в контуре.

3. Сила тока в цепи меняется по закону $i=14\sin(\omega t-30^\circ)$. Определите показания амперметра, включенного в цепь.

4. Конденсатор емкостью 10^{-6} Ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определите емкостное сопротивление конденсатора.

2. Ответить на вопросы:

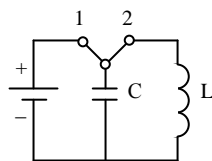
1. Когда ключ в положении 1:

а) конденсатору сообщается энергия;

б) энергия магнитного поля максимальна, энергия электрического поля равна нулю;

в) энергия электрического поля уменьшается;

г) энергия электрического поля увеличивается, энергия магнитного поля уменьшается.



2. Период свободных колебаний в контуре с увеличением в девять раз емкости конденсатора:

а) увеличивается в 9 раз; в) увеличивается в 3 раза;

б) уменьшается в 9 раз; г) уменьшается в 3 раза.

3. Постепенное уменьшение электрической энергии в колебательном контуре связано с наличием в нем:

а) емкости; в) индуктивности;

б) емкости и индуктивности; г) активного сопротивления

5. Действие генератора переменного тока основано на:

а) создании магнитного поля движущимися зарядами;

б) нагревании проводника при прохождении по нему электрического тока;

в) явлении электромагнитной индукции;

г) возникновении электромагнитного поля.

4. В идеальном электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 2 мкФ, а амплитуда напряжения на нем 10 В. Определите максимальную энергию магнитного поля катушки.

Тема 5.1 Природа света. Волновые свойства света

Практическое занятие №18 Решение задач по теме «Геометрическая и волновая оптика».

Цель работы: используя формулу дифракционной решетки научиться рассчитывать длину волны света, параметры решетки
Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- различать волновые процессы, происходящие со светом
- применять на практике формулу дифракционной решетки.

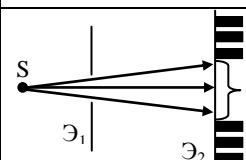
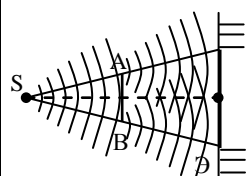
Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Порядок выполнения работы:

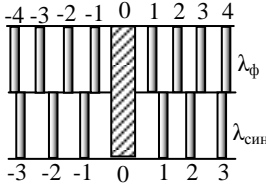
1. Повторить явление дифракции

2. Повторить формулу дифракционной решетки

Дифракция света – отклонение световых волн от прямолинейного распространения (рассеивание) при встрече с препятствием или экраном с щелью.

Препятствие	Рисунок	Объяснение
1) Узкая щель $\lambda = 10^{-4} - 10^{-5}$ см		На экране в центре образуется светлое пятно больше размера отверстия. На краях щели образуются вторичные волны и лучи света рассеиваются. На экране за пятном чередуются темные и светлые полосы
2) Тонкое препятствие (проволочка а)		Края проволочки являются когерентными источниками волн, в результате дифракции которых на экране возникает интерференция,

		а в центре экрана волны приходят в одинаковой фазе, поэтому «тень» – светлая
3) Когерентные источники. Опыт Юнга 1802 г.		<u>Интерференция</u> на экране является <u>следствием дифракции</u> от двух когерентных источников. С помощью опыта измерены длины волн, соответствующие световым лучам разного цвета
Препятствие	Рисунок	Объяснение
4) Дифракционная решетка		<i>Дифракционная решетка</i> – совокупность большого числа узких параллельных щелей, расположенных на малых равных расстояниях (d) друг от друга. Пример: частый гребешок, ресницы, перо. $\sin\varphi = \frac{\Delta r}{d} = \frac{k\lambda}{d}$ $\Delta r = k\lambda = d \cdot \sin\varphi$ – формула дифракционной решетки, где Δr – оптическая разность хода лучей; φ – угол отклонения лучей от перпендикуляра к плоскости решетки; $\varphi_{\text{ф}} - \text{min}$, $\varphi_{\text{к}} - \text{max}$;

<p>Максимумы разных световых излучений</p>		<p>k – число длин волн; k – целое – m – светлая полоса; максимумы расположены на равных расстояниях друг от друга; d – период (постоянная) решетки – расстояние от начала одной щели до начала следующей щели. Позволяет вычислять длину волны:</p> $\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}$ <p>Дифракционную решетку используют для определения состава светового излучения, т.к. свет, соответствующий разным длинам волн, дает максимумы в разных местах</p>
--	---	---

3. Решить задачи:

1. Дифракционная решетка имеет 50 штрихов на мм. Под какими углами видны m первого и второго порядков монохроматического излучения с длиной волны 400 нм?
2. Определите длину волны для линии в дифракционном спектре второго порядка, совпадающей с изображением линии спектра третьего порядка с длиной волны 500 нм.
3. На дифракционную решетку с постоянной 0,01 мм направлена монохроматическая волна. Первый дифракционный m получен на экране смещенным на 3 см от первоначального направления света. Определите длину волны монохроматического излучения, если расстояние между экраном и решеткой 70 см.

4. Определите оптическую разность хода волн длиной 540 Нм, прошедших через дифракционную решетку и образовавших m -х второго порядка.

5. Дифракционная решетка с постоянной 0,004 мм освещается светом с длиной волн 687 нм. Под каким углом к решетке нужно производить наблюдения, чтобы видеть изображение спектра второго порядка?

6. Определите постоянную дифракционной решетки, если при ее освещении светом с длиной волн 656 нм спектр второго порядка виден под углом 15°.

7. Определите длину волны для линии в дифракционном спектре 3-го порядка, совпадающей с линией в спектре четвертого порядка с длиной волны 490 нм.

8. Какой наибольший порядок спектра можно видеть в дифракционной решетке, имеющей 500 штрихов на 1 мм при освещении ее светом с длиной волны 720 нм?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
8	90 – 100%	5	Отлично
7	80 – 89%	4	Хорошо
5-6	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-4	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 6.1 Квантовая оптика

Практическое занятие №19 Решение задач по теме «Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна».

Цель работы: изучить квантовую теорию, Теорию Максвелла, и Планка. понятие фотона., кванта. Законы фотоэффекта.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- использовать теорию Максвелла и Планка для объяснения процессов.

-решать задачи по фотоэффекту.

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание

1. Изучить физическую природу и свойства внутреннего и внешнего фотоэффектов, их различие.

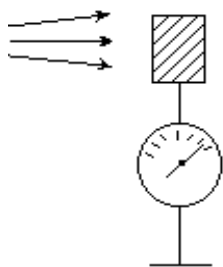
2. Выяснить практическое значение использования явления фотоэффекта в быту, природе, науке, производстве, медицине, их вредное и полезное действие.

3. Применить уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта при решении задач.

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные вопросы темы «Внешний фотоэффект»

Квантовая оптика – раздел оптики, изучающий явления, в



которых существенны квантовые

свойства света и атомов веществ.

Внешний фотоэффект – явление выхода электронов из вещества под действием света.

Фотон (квант) – порция световой энергии $E = h \cdot \nu$.

Фотоэлектрон – электрон,

участвующий в фотоэффекте.

- Фотоэффект обнаружил Герц и исследовал Александр Григорьевич Столетов (1839–1896, Россия).

Законы внешнего фотоэффекта

Максимальная сила фототока – ток насыщения I_n – определяется числом электронов, выходящих из металла в единицу времени при данной освещённости.

Первый закон фотоэффекта: количество фотоэлектронов, покидающих поверхность металла в единицу времени, прямо пропорционально энергии световой волны, поглощаемой за это время данной поверхностью.

Второй закон фотоэффекта: максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности света, прямо пропорциональна частоте излучения и зависит от материала электрода.

Красная граница фотоэффекта (ν_{\min}) – наименьшая частота ЭМВ, вызывающей фотоэффект.

Третий закон фотоэффекта: красная граница фотоэффекта определяется только материалом электрода и состоянием его поверхности.

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2} \quad \text{– уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.}$$

$$h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}; m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}; C=3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

2. Решить задачи

В условии некоторых задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1:

по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. Электромагнитное излучение имеет частоту ν . Какова энергия квантов E ?

2. Кванты электромагнитного излучения имеют энергию E . Определить частоту их колебаний ν .
3. При какой минимальной частоте излучения ν_{\min} , падающий на поверхность закиси меди, начнется фотоэффект, если работа равна из этого вещества выхода $A_{\text{вых}}=8,24 \cdot 10^{-19}$ Дж?
4. На поверхность цезия падает излучение с частотой ν . Вылетающие в результате фотоэффекта электроны имеют кинетическую энергию $W_k=2,8 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какова работа выхода $A_{\text{вых}}$?
5. Излучение с частотой колебания ν вызывает фотоэффект на поверхности вещества. Какую кинетическую энергию получают электроны, если работа выхода составляет $2 \cdot 10^{-19}$ Дж?
6. Какую частоту колебаний ν имеет излучение, если выбиваемые им электроны имеют энергию $E_{\text{кин.}}$, а работа выхода $A_{\text{вых}}=6,5 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какова энергия фотонов E , вызывающих этот фотоэффект?
7. При какой минимальной частоте излучения ν_{\min} , падающий на поверхность закиси меди, начнется фотоэффект, если работа равна из этого вещества выхода $A_{\text{вых}}=8,24 \cdot 10^{-19}$ Дж?
8. Работа выхода электронов с поверхности цезия составляет $1,9 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какую частоту колебаний ν_{\min} должно иметь излучение, способное вызвать фотоэффект на поверхности этого вещества?
9. Работа выхода электронов из бария $A_{\text{вых}}=1,8 \cdot 10^{-19}$ Дж. При какой длине волны λ_{\min} начнется фотоэффект на поверхности этого минерала?
10. Какую кинетическую энергию будут иметь электроны, выбиваемые из натрия квантами зеленого света ($\lambda_{\text{зел}}=500$ нм), если работа выхода электронов из натрия составляет $3,36 \cdot 10^{-19}$ Дж?
11. Скорость света в воде $\vec{v}=225 \cdot 10^3 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а длина световой волны λ . Какова энергия фотонов света?

Таблица 1

	1	2	4	5	6	11
	ν , Гц.	E , Дж	ν , Гц.	ν , Гц.	$E_{\text{кин}}$, Дж	λ , нм
1	$1 \cdot 10^{14}$	$6,1 \cdot 10^{-19}$	$1 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{14}$	$1,1 \cdot 10^{-19}$	100
2	$2 \cdot 10^{14}$	$6,2 \cdot 10^{-19}$	$2 \cdot 10^{14}$	$2 \cdot 10^{14}$	$2,2 \cdot 10^{-19}$	200
3	$3 \cdot 10^{14}$	$6,3 \cdot 10^{-19}$	$3 \cdot 10^{14}$	$3 \cdot 10^{14}$	$3,3 \cdot 10^{-19}$	300
4	$4 \cdot 10^{14}$	$6,4 \cdot 10^{-19}$	$4 \cdot 10^{14}$	$4 \cdot 10^{14}$	$4,4 \cdot 10^{-19}$	400
5	$5 \cdot 10^{14}$	$6,5 \cdot 10^{-19}$	$5 \cdot 10^{14}$	$5 \cdot 10^{14}$	$5,5 \cdot 10^{-19}$	500
6	$6 \cdot 10^{14}$	$6,6 \cdot 10^{-19}$	$6 \cdot 10^{14}$	$6 \cdot 10^{14}$	$6,6 \cdot 10^{-19}$	600
7	$7 \cdot 10^{14}$	$6,7 \cdot 10^{-19}$	$7 \cdot 10^{14}$	$7 \cdot 10^{14}$	$7,7 \cdot 10^{-19}$	700
8	$8 \cdot 10^{14}$	$6,8 \cdot 10^{-19}$	$8 \cdot 10^{14}$	$8 \cdot 10^{14}$	$8,8 \cdot 10^{-19}$	800
9	$9 \cdot 10^{14}$	$6,9 \cdot 10^{-19}$	$9 \cdot 10^{14}$	$9 \cdot 10^{14}$	$9,9 \cdot 10^{-19}$	900
10	$10 \cdot 10^{14}$	$7,0 \cdot 10^{-19}$	$10 \cdot 10^{14}$	$10 \cdot 10^{14}$	$10 \cdot 10^{-19}$	990

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Количество баллов	Процент результативнос	Качественная оценка уровня подготовки
-------------------	------------------------	---------------------------------------

	ти (правильных ответов)	Балл (отметка)	Вербальный аналог
9-10	90 – 100%	5	Отлично
8	80 – 89%	4	Хорошо
6-7	60 – 79%	3	Удовлетворительно
0-5	менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 6.2 Физика атома и атомного ядра

Практическое занятие №20 Решение задач по теме «Запись ядерных реакций. Строение атомов и атомных ядер. Закон радиоактивного распада»

Цель работы: изучить ядерную модель атома. Опыты Э. Резерфорда. Модель атома водорода по Н. Бору.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- решать задачи по теме «Естественная радиоактивность»,
- применять законы по составлению ядерных реакций

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Порядок выполнения работы

1. Повторить теоретическую часть:

-Состав радиоактивного излучения

-Свойства α , β , γ -излучений

- Радиоактивные превращения:

- а) α -распад: ${}^M_Z X \rightarrow {}^{M-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$;
- б) β -распад: ${}^M_Z X \rightarrow {}^M_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$,

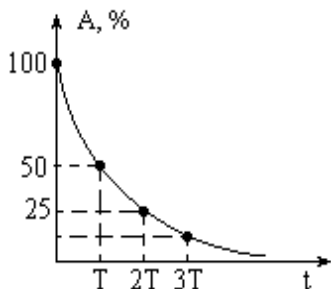
- Закон радиоактивного распада

Резерфорд установил:

- 1) р/а вещества убывает с течением времени;
- 2) для каждого р/а вещества существует интервал времени, в течение которого убывает в *два* раза.

Период полураспада (T) – время, в течение которого распадается половина от начального числа р/а атомов.

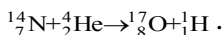
График $A(t)$ зависимости р/а (скорости распада) в % от времени:



Пусть начальное число молекул вещества N_0 (100%), тогда через T число молекул будет $\frac{N_0}{2}$ (50%), через $2T - \frac{N_0}{2^2}$ (25%), через $3T - \frac{N_0}{2^3}$, т. е. $N = N_0 \cdot \frac{1}{2^n}$. Так как $n = \frac{t}{T}$, то

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \text{ – закон радиоактивного распада.}$$

-Искусственное превращение ядер



- В опытах α -частица захватывается примерно одним из 50000 ядер азота.
- Фотографии треков тщательно изучают и расшифровывают.
- Впоследствии удалось обнаружить превращения ядер фтора, натрия, алюминия и др., сопровождающиеся испусканием протонов.
- В ядрах тяжёлых элементов (в конце периодической системы) таких превращений не наблюдалось (вероятно большой заряд этих ядер не позволяет α -частице вплотную приблизиться к ним).
- Такие превращения и называют искусственными ядерными реакциями.

- Испускание протонов при ядерных реакциях и кратность заряда ядра заряду протона говорили о том, что протон входит в состав ядра. Однако, масса ядра (по результатам расчётов и опытов) оказывалась больше произведения общего заряда всех протонов (в e) на массу протона (в а.е.м.), т. е. помимо протонов в ядре должны были находиться и *другие* элементарные частицы.

-Открытие нейтрона, протонно-нейтронная модель атома

Исследования показали, что масса нейтрона в 1838,6 больше массы электрона и почти равна массе протона (1836,1 масс электрона). При попадании α -частиц в ядра бериллия происходит реакция: ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$, где ${}^1_0\text{n}$ – нейтрон.

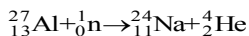
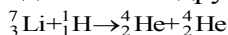
Нейтрон – нестабильная частица (с временем жизни $\tau \approx 15$ мин), которая распадается на протон, электрон и нейтрино (частица, лишённая массы покоя).

Массовое число (A) – сумма чисел протонов Z и нейтронов N в ядре.

$$A = N + Z$$

-Ядерные реакции

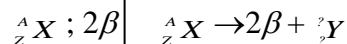
Ядерная реакция – изменение атомного ядра при взаимодействии с другим ядром или с элементарной частицей.



2 Решить задачи :

1. Куда смещается элемент Y в таблице Менделеева в результате 2-х β -распадов?

Дано: | Решение



${}^?_2Y - ?$

Ответ:

2. В результате захвата α -частицы ядром изотопа азота ${}^{14}_7N$ образуется неизвестный элемент и протон. Написать реакцию и определить неизвестный элемент.

Дано:

Решение



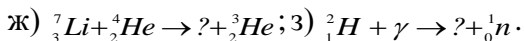
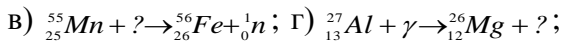
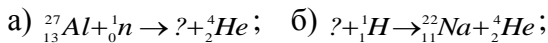
$X - ?$

Ответ:

3. Решить задания на оценку:

1. Элемент курчатовий получили, облучая плутоний ${}^{242}_{94}Pu$ ядрами неона ${}^{22}_{10}Ne$. Напишите реакцию, если известно, что в результате образуется еще четыре нейтрона.

2. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



3. Протактиний ${}^{231}_{91}Pa$ α -радиоактивен. Определите, какой элемент получается с помощью этого распада?

4. В какой элемент превращается ${}_{92}^{239}\text{U}$ после двух β -распадов и одного α -распада?
5. Изотоп гелия ${}_{2}^3\text{He}$ получается в результате бомбардировки ядер трития ${}_{1}^3\text{H}$ протонами. Найдите энергетический выход этой реакции.
6. Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующий в сутки 220 г изотопа ${}_{92}^{235}\text{U}$ и имеющей КПД=25 %?

Тема 1.1 Кинематика

Лабораторная работа № 1 «Определение плотности вещества»

Цель работы: экспериментальное определение плотности жидкости и твердого тела.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-измерять и вычислять параметры: массу, длину, высоту, ширину, объем, плотность.

-считать погрешность

Материальное обеспечение: весы с разновесами; линейка масштабная; штангенциркуль; мензурка; вещество, плотность которого нужно определить.

Задание

определите массу и объем исследуемого вещества. Вычислите плотность вещества.

Краткие теоретические сведения:

Плотностью веществ называется отношение массы вещества к его объему. Физический смысл: плотность показывает, чему равна масса одного кубического метра вещества/

$\rho = m/v$ где

ρ – плотность (кг/м³);

m – масса тела (кг);

v – объем тела (м³)

Порядок выполнения работы

1. Для определения плотности твердого тела вычислите его объем.

2. Объем прямоугольного параллелепипеда вычислите по формуле:

$$V=a \cdot b \cdot h,$$

где a – длина, м; b – ширина, м; h – высота, м.

Объем цилиндра вычислите по формуле: $V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h,$

h – высота цилиндра, м; d – его диаметр, м.

Если твердое тело имеет неправильную форму, то его объем определите с помощью мензурки, в которую он может быть погружен.

2. На весах, прежде уравновешенных, определите массу тела.

3. По формуле $\rho=m/v$ вычислите плотность твердого тела.

4. Результаты измерений занесите в таблицу и сделайте вычисления.

Вещество	Ширина a (м)	Длина, b (м)	Высота, h (м)	Объем, V (м ³)	Масса, m (кг)	$\rho_{\text{лаб}}$, кг/м ³	$\rho_{\text{табл}}$, кг/м ³	Относительная погрешность
								$\delta = \frac{\rho_{\text{T}} - \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{T}}} \cdot 100\%$

Опытное определение плотности воды

1. Для определения плотности воды необходимо: найти массу тары, в которую нужно поместить воду и определить массу воды без тары.
2. Определите цену деления мензурки и найдите объем взвешенной жидкости (воды).
3. Результаты опыта занесите в таблицу и вычисления произведите в системе СИ.

Вещество	m_1 масса тары, кг	m_2 масса жидкости и тары	жидкости	V объем, м ³	Плотность лабораторр _{лаб.} кг/м ³	Плотность табличная $\rho_{табл.}$ кг/м ³	Относительная погрешность
							$\delta = \frac{\rho_{\Gamma} - \rho_{\lambda}}{\rho_{\Gamma}} \times 100\%$

Контрольные вопросы

1. Из двух разных металлов изготовлены одинаковые по размерам кубики. Взвешивание показало, что масса одного кубика больше массы другого в 3,3 раза. Одинакова ли плотность металла? Если нет, то во сколько раз отличаются плотности?
2. Три детали – медная, железная и алюминиевая – имеют одинаковые объёмы. Какая деталь имеет наибольшую массу, какая наименьшую? Пустот в деталях нет.
3. Кусок металла объёмом 250 см³ имеет массу 1750 г. что это за металл?
4. На чашки уравновешенных весов поставлены одинаковые стаканы. После того, как в один стакан налили молоко, а в

другой – подсолнечное масло, равновесие весов не нарушилось. Объем какой из жидкостей больше?

Форма предоставления результата

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) <i>от общего числа баллов</i>	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 1.3 Законы сохранения в механике

Лабораторная работа №2 «Определение коэффициента жесткости упруго тела»

Цель работы: используя экспериментальную зависимость силы упругости от абсолютного удлинения, вычислить коэффициент жёсткости.

Выполняя эту работу, вы научитесь:

- самостоятельно определять коэффициент жёсткости упругого тела;
- работать с подвешенными грузами и их массами;

Оборудование: штатив, линейка, пружина, грузы массой по 100 г., динамометр.

Теория:

Под деформацией понимают изменение объема или формы тела под действием внешних сил. При изменении расстояния между частицами вещества (атомами, молекулами, ионами) изменяются силы взаимодействия между ними. При увеличении расстояния растут силы притяжения, а при уменьшении – силы отталкивания, которые стремятся вернуть тело в исходные состояния. Поэтому силы упругости имеют электромагнитную природу. Сила упругости всегда направлена к положению равновесия и стремится вернуть тело в исходное состояние. Сила упругости прямо пропорциональна абсолютному удлинению тела.

Закон Гука: Сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна его удлинению (сжатию) и направлена противоположно перемещению частиц тела при деформации

$F_{упр} = k\Delta x$, где k -коэффициент жесткости $[k] = \frac{H}{m}$, $\Delta x = \Delta L$ – модуль удлинения тела.

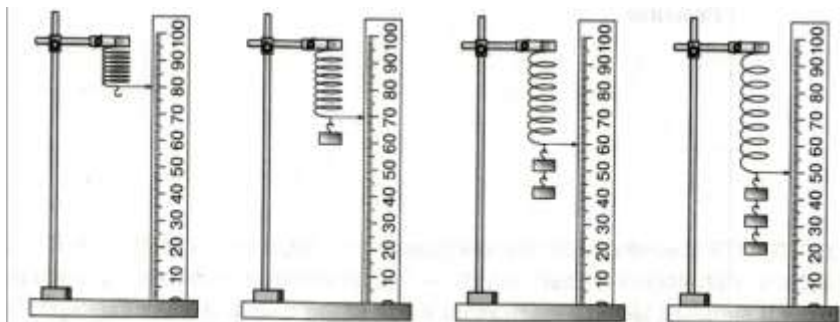
Коэффициент жёсткости зависит от формы и размеров тела, а также от материала.

ВНИМАНИЕ!

Во избежание травм и повреждению оборудования, не допускайте падения груза!

Порядок выполнения работы:

1.Закрепить динамометр в штативе.



1. Измерить линейкой первоначальную длину пружины
2. Подвесить груз, массой 100 г.
3. Измерить линейкой длину деформированной пружины L .
Определить погрешность измерения длины: $\Delta x = 0,5 \text{ дел} * C_1$, где C_1 – цена деления линейки
4. Вычислить удлинение пружины $\Delta x = \Delta L = x - x_0$
5. На покоящийся относительно пружины груз действуют две компенсирующие друг друга силы: тяжести и упругости $F_T = F_{упр}$, Вычислить силу упругости по формуле, $F_{упр} = mg$.
а F_T --вычисляем с помощью динамометра. Определить погрешность силы: $\Delta F = F_{упр} - F_T$
6. Подвесить груз массой 200 г и повторить опыт по пунктам 4-6.
7. Подвесить груз массой 300 г и повторить опыт по пунктам 4-6.
8. Результаты занести в таблицу ниже.
9. Вычислите коэффициент жёсткости пружины для каждого измерения $K = F_{упр}/\Delta x$ и запишите в таблицу эти значения. Определите среднее значения K_{cp}

10. Выбрать систему координат и построить график зависимости силы упругости $F_{упр}$ от абсолютного удлинения ΔL

Таблица измерения

№ п/п	Масса, m (кг)	Начальная длина, L_0 (м)	Конечная длина, L , (м)	Абсолютное удлинение $\Delta x_i = \Delta L = L - L_0$ (м)	Сила упругости, $F_{упр}$, (Н)	Коэффициент жёсткости, K , (Н/м)	Среднее значение, $K_{ср}$
1							
2							
3							

Вычисления:

1 опыт:

$$\Delta x = \Delta L = x - x_0 =$$

$$F_{упр} = mg =$$

$$F_T =$$

$$\Delta F = F_{упр} - F_T =$$

$$K = F_{упр} / \Delta x =$$

$$K_{ср} = (K_1 + K_2 + K_3) / 3 =$$

2 опыт :

3 опыт :

} повторить вычисления.

График:

Вывод:

Контрольные вопросы:

1. Какую деформацию называют упругой?
2. От чего зависит коэффициент жёсткости?
3. Что представляет собой график зависимости силы упругости и коэффициента жесткости?
4. В каких пределах справедлив закон Гука?

5. Для любого ли количества грузов будет выполняться прямая пропорциональная зависимость между силой упругости и удлинением? (Ответ обоснуйте).

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) <i>от общего числа баллов</i>	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 2.1 Основы молекулярно- кинетической теории

Лабораторная работа №3 Проверка газовых законов: закона Бойля-Мариотта

Цель работы: экспериментальная проверка закона Бойля-Мариотта.

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- измерять давление ,объем.
- экспериментально доказывать справедливость одного из изопроцессов

Материальное обеспечение: цилиндр с пробкой, вода, трубка со шкалой, линейка, барометр.

Задание

- 1.Повторить объединённый газовый закон.
- 2.Проверить на практике соблюдение закона Бойля-Мариотта. ⇒

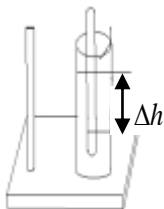
Порядок выполнения работы

Закон Бойля-Мариотта для изотермического процесса ($T = \text{const}$, $v = \text{const}$) является частным случаем объединённого газового закона:

т. е. давление газа обратно пропорционально его объему.

Эту зависимость можно проверить опытным путем:

I способ:



$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{V_2}$$

1. Собрать установку по рисунку 1.
2. Определить объем газа (V_1) в трубке, приняв площадь её сечения равной 1 см^2 .
3. По барометру определить величину атмосферного давления (P_1).
4. Опустить трубку открытым концом в воду и определить новый объем воздуха в трубке (V_2). $P_{\text{вП}} = P_{\text{атм}} + P_{\text{вод.ст.}}$

где $P_{\text{атм}} = P_1$ - атмосферное давление, $P_{\text{вод.ст.}}$ - давление водного столба, Па;

$$P_{\text{вод.ст.}} = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ плотность воды; $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ – ускорение

свободного падения;

Δh – высота столба жидкости (см.рис.1)

4. Приняв второй результат $P_{\text{вп}}$ за истинное значение давления,

вычислить абсолютную (Δ) и относительную (\square) погрешности:

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1.

6. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы

1 вариант

1. Каковы основные положения молекулярно-кинетической теории?
2. Что происходит с кинетической энергией молекул вещества при понижении температуры?
3. Почему заключенный в сосуд газ давит на стенки сосуда?
4. Какова зависимость плотности газа от давления при постоянной температуре?
5. Какой газ называется идеальным?
6. Какому закону подчиняется изотермический процесс в газе?
7. В цилиндре дизеля воздух сжимается от $0,8 \cdot 10^5$ Па до $20 \cdot 10^5$ Па. Объем при этом уменьшается от 10,5 до 3л. Начальная температура 37°C . Определить конечную температуру.
8. При температуре 20°C давление воздуха в баллоне равно 10^4 Па. При какой температуре давление в нем будет 0,46МПа?

2 вариант

1. В чем состоит броуновское движение?
2. Какие параметры характеризуют состояние газа?
3. Чем объясняется давление газа? Единицы его измерения.
4. Почему давление газа при изотермическом сжатии возрастает?
5. Какой газ называется идеальным?
6. Можно ли из уравнения состояния газа получить закон Бойля-Мариотта?
7. В баллоне емкостью 80 литров находится газ под давлением $3,9 \cdot 10^5$ Па. Какой объем займет газ при нормальном атмосферном давлении 0,1МПа. Процесс изотермический.
8. При температуре 10°C давление воздуха в баллоне равно 10^4 Па. При какой температуре давление в нем будет 0,26МПа?

Форма предоставления результата

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) <i>от общего числа баллов</i>	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 2.2 Основы термодинамики

Лабораторная работа №4 Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Метод отрыва капель

Цель работы: _определить практически КПН методом отрыва капель при нескольких значениях температуры, вычислять погрешности измерений.

знать: природу сил поверхностного натяжения, физический смысл коэффициента поверхностного натяжения (КПН); единицы измерения КПН, способы измерения КПН, формулу Лапласа; капиллярные явления, роль поверхностного натяжения на протекание биологических процессов; газовая эмболия, поверхностно-активные вещества; факторы, влияющие на изменение поверхностного натяжения.

Оборудование: сосуд с водой, пипетка, бюретка, штангенциркуль, клинышек, штатив с муфтой и лапкой, весы и набор разновесов, емкость для сбора капель, сосуд с неизвестной жидкостью.

Краткая теория.

Малый объем жидкости сам по себе принимает форму, близкую к шару, так как благодаря малой массе жидкости мала и сила тяжести, действующая на нее.

Этим объясняется шарообразная форма небольших капель жидкости. На рис.1 приведены фотографии, на которых показаны различные стадии процесса образования и отрыва капли. Фотография получена с помощью скоростной киносъемки, капля растет медленно, можно считать, что в каждый момент времени она находится в равновесии. Поверхностное натяжение вызывает сокращение поверхности капли, оно стремится придать капле сферическую форму. Сила тяжести, наоборот, стремится расположить центр тяжести капли как можно ниже. В результате капля оказывается вытянутой (рис. 1а).



Рис.1

Из наблюдений над отрывом капли можно определить численное значение коэффициента поверхностного натяжения жидкости. Действительно, для момента отрыва капли можно считать, что

$F = P$, где $P = m_0g$ – сила тяжести капли, $F = \sigma l$ – сила поверхностного натяжения, следовательно $m_0g = \sigma l$, где $l = 2\pi r = \pi d$ где r – радиус самого узкого места шейки (перетяжка), d – диаметр (м)

Получаем формулу для вычисления коэффициента поверхностного натяжения: $\sigma = \frac{m_0g}{\pi d}$, (1), вычисляем значение и сравнивая с табличным, считаем погрешность по формуле

2: $\delta = \frac{\sigma_m - \sigma_l}{\sigma_l} * 100\%$

Выполнение работы.

1. Наполните бюретку или пипетку дистиллированной водой.
2. Взвесьте на аналитических весах стаканчик (или часовое стеклышко), отсчитайте в стаканчик 60–80 капель и снова взвесьте.
3. Определите массу одной капли.
4. Измерьте диаметр пипетки или бюретки, переведите в метры.
5. Определите коэффициент поверхностного натяжения спирта по формуле (1).
6. Опыт повторите три раза. при различной температуре.
7. Определите значение для каждого опыта, конечный результат запишите в единицах Н/м.
8. Запишите результаты измерений в таблицу.
9. Рассчитайте погрешность, сравнивая с табличным (таблица 1), по формуле 2
10. Постройте график зависимости σ от t^0C .

№ п/ п	$t, ^\circ$ C	m пусто й тары, кг	m тары с водо й, кг	m вод ы, кг	$m_0, \text{к}$ г	$d,$ m	$\sigma_{\text{л}}$ $, \text{Н}/$ m	$\sigma_{\text{т}}, \text{Н}/$ m	$\delta,$ %
1									
2									
3									

контрольные вопросы

1. Чем отличается строение жидкости от строения твердых тел?
2. Как следует понимать выражение “ближний порядок” в жидкостях?
3. Что такое поверхностный слой в жидкости? Почему он обладает свойствами, отличными от свойств остальной массы жидкости?
4. Что такое поверхностное натяжение? Как направлены силы поверхностного натяжения?
5. Что такое коэффициент поверхностного натяжения? В каких единицах он измеряется? Как находится значение коэффициента поверхностного натяжения в настоящей работе?
6. Какая жидкость называется смачивающей твердое тело и какая жидкость “не смачивающая тело”? Как объясняется это различие с точки зрения молекулярной теории? Что такое краевой угол и в каких пределах он может изменяться?
7. От чего зависит давление под изогнутой поверхностью в жидкости?
8. Что такое капилляр? В чем заключается капиллярное явление и как оно объясняется? От чего зависит высота поднятия или опускания жидкости в капиллярах?

Таблица 1.

Зависимость значений кпн (н/м) дистиллированной воды от температуры

	$\sigma_0 \cdot 10^{-3}$, Н/м	t , °С	$\sigma_0 \cdot 10^{-3}$, Н/м	t , °С	$\sigma_0 \cdot 10^{-3}$, Н/м
10	74,0	16	73,1	21	72,4
11	73,8	17	73,0	22	72,2
12	73,7	18	72,8	23	72,0
13	73,5	19	72,7	24	71,9
14	73,4	20	72,5	25	71,8
15	73,3				

Форма предоставления результата

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог

<i>баллов</i>		
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 2.2 Основы термодинамики

Лабораторная работа №5 Определение влажности воздуха и атмосферного давления

Цель работы: опытное определение абсолютной и относительной влажности воздуха.

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- различать понятия относительной и абсолютной влажности воздуха
- вычислять влажность воздуха
- измерять с использованием психрометра

Материальное обеспечение: психрометр, гигрометр, таблица «Давление насыщенных паров воды при различных температурах»

Внимание! При выполнении работы с особой осторожностью обращайтесь с термометрами. Не допускайте падения термометра!

Задание

1. Самостоятельно определить относительную влажность воздуха по психрометрической таблице.
2. Определить точку росы.
3. Научиться пользоваться таблицей «Давление насыщенных паров воды при различных температурах»

Порядок выполнения работы

1. Определение относительной влажности воздуха психрометром.

Психрометр состоит из сухого и влажного термометров. Рассмотрите психрометр и определите где сухой и влажный термометры.

а) измерить показания сухого и влажного термометров:

б) используя психрометрическую таблицу, определить относительную влажность воздуха. Внимательно посмотрите на психрометрическую таблицу. В первом вертикальном столбце найдите показания вашего сухого термометра, в первой горизонтальной строке найдите вашу разность показаний сухого и влажного термометров. То число, которое находится на пересечении столбца и строки и является значением влажности воздуха.

Результаты измерения занести в таблицу 1 и сделать вывод по работе.

2. Определение относительной влажности воздуха конденсационным гигрометром.

Конденсационный гигрометра – это резервуар с отполированной внешней поверхностью.

а) налить в резервуар немного воды и охлаждать её кусочками льда. При достижении точки росы на внешней стенке резервуара начинается конденсация пара, содержащегося в воздухе (стенка запотекает). Определите соответствующую этому моменту температуру.

б) зная точку росы и используя таблицу «Зависимость давления и плотности насыщенного водяного пара от температуры», определите относительную и абсолютную влажность воздуха.

Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 2 и сделайте вывод по работе.

Форма предоставления результата

1) Определение относительной влажности воздуха психрометром.

Таблица 1.

Температура сухого	Температура влажного	Разность показаний	Относительная влажность
--------------------	----------------------	--------------------	-------------------------

термометра, $^{\circ}\text{C}$	термометра, $^{\circ}\text{C}$	термометров , $^{\circ}\text{C}$	воздуха, %

Сделать вывод по работе.

2) Определение относительной влажности воздуха конденсационным гигрометром.

Таблица 2.

Температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Точка росы, $^{\circ}\text{C}$	Давление насыщенного пара, Па	Парциальное давление водяного пара, Па	Относительная влажность воздуха, %	Плотность насыщенного пара, $\frac{\rho}{\text{м}^3}$	Абсолютная влажность воздуха

Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы

1. Как по внешнему виду отличить в бане трубы с холодной и горячей водой?
2. Чем объяснить появление зимой инея на окнах?. С какой стороны стекла он появится?
3. Найти относительную влажность воздуха в комнате при 18°C , если точка росы 10°C .
4. Относительная влажность воздуха вечером при 16°C равна 55%. Выпадет ли роса, если ночью температура понизится до 8°C ?

Форма предоставления результата

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) <i>от общего числа баллов</i>	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 2.2 Основы термодинамики

Лабораторная работа №6 Определение удельной теплоемкости твердого вещества

Цель работы: опытным путем определить величину удельной теплоемкости вещества и выяснить физический смысл уравнения теплового баланса.

Выполнив эту работу, Вы будете

Уметь:

-определять удельную теплоемкость вещества

-составлять уравнение теплового баланса

Материальное обеспечение:1) весы оптические на штативе;2) разновес;3) исследуемое вещество;4) калориметр;5) термометр;6)электроплитка;7) сосуд с водой;

Задание

Задание 1: Записать в тетрадь название работы, цель работы, приборы и принадлежности.

Задание 2: Начертить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица.

1. масса твердого тела, кг	m_1	
2. температура тела, °С	t_1	
3. масса калориметра, кг	m_2	
4. масса воды, кг	m_3	
5. температура воды и калориметра, °С	$t_2=t_3$	
6. температура смеси, °С	θ	
7. удельная теплоемкость калориметра, Дж/(кг·°К)	c_2	
8.удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°К)	c_3	
9. удельная теплоемкость твердого тела, Дж/(кг·°К)	c_1	
10. табличное значение удельной теплоемкости твердого тела, Дж/(кг·°К)	c_T	

11. относительная погрешность, %	δ	
----------------------------------	----------	--

Задание 3: Выполнить работу
 Порядок выполнения работы

1. Определить массу исследуемого тела m_1 ;
2. Опустить исследуемое тело в сосуд с водой и нагреть воду до кипения;
3. Определить массу калориметра m_2 ;
4. Налить до половины воды в калориметр и определить массу воды m_3 ;
5. Измерить начальную температуру калориметра с водой $t_2=t_3$;
6. Опустить нагретое тело в калориметр с водой и измерить температуру смеси θ ;
7. Составить уравнение теплового баланса и определить удельную теплоемкость вещества.

Теплота, отданная горячим телом: $Q_{отд} = m_1 c_1 (t_1 - \theta)$

Теплота, полученная калориметром: $Q_{пол.к.} = m_2 c_2 (\theta - t_2)$

Теплота, полученная водой: $Q_{пол.в.} = m_3 c_3 (\theta - t_3)$

Уравнение теплового баланса: $Q_{отд} = Q_{пол}$

$$m_1 c_1 (t_1 - \theta) = m_2 c_2 (\theta - t_2) + m_3 c_3 (\theta - t_3)$$

$$m_1 c_1 (t_1 - \theta) = (\theta - t_2) (m_2 c_2 + m_3 c_3)$$

Так как $t_2 = t_3$, $(\theta - t_2) = (\theta - t_3)$

$$c_1 = (\theta - t_2) (m_2 c_2 + m_3 c_3) / (m_1 (t_1 - \theta)) \text{ Дж / (кг} \cdot \text{°K)}.$$

8. Определить погрешности

$$\Delta = |c_{табл} - c_1|$$

$$\delta = (\Delta / c) \cdot 100\%.$$

9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу и сделайте вывод. По окончании работы принадлежности, тетрадь и данное руководство сдать преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Какова разница между теплоемкостью тела и удельной теплоемкостью?
2. В чем смысл уравнения теплового баланса и какое отношение оно имеет к закону сохранения энергии?

Форма предоставления результата

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 2.2 Основы термодинамики

Лабораторная работа №7 Определение модуля упругости резины

Цель работы: определить модуль упругости резины.

Выполнив эту работу, Вы сможете:

- самостоятельно определить абсолютное удлинение упругого тела;
- самостоятельно определить относительное удлинение упругого тела;
- самостоятельно вычислять модуль упругости (модуль Юнга).

Оборудование: полоска резины, грузы, линейка, штангенциркуль, штатив с принадлежностями.

Механические свойства твердого тела рассмотрим на примере деформации растяжения. В любом сечении деформированного тела действуют упругие силы, препятствующие разрыву этого тела на части. Состояние деформированного тела характеризует механическое напряжение:

$$\sigma = \frac{F}{S},$$

где σ – механическое напряжение Па $\left(\frac{H}{m^2}\right)$;

F – сила упругости Н;

S – площадь поперечного сечения, перпендикулярного линии действия силы, m^2 .

Закон Гука:

При малых упругих деформациях механическое напряжение σ прямо пропорционально модулю относительного удлинения тела.

$$1) \sigma = E \cdot |\mathcal{E}|,$$

где \mathcal{E} – относительное удлинение;

E – модуль упругости (модуль Юнга).

Определим модуль Юнга для резины.

ℓ_0 – начальная длина резины, м;

ℓ – длина резины под действием груза, м;

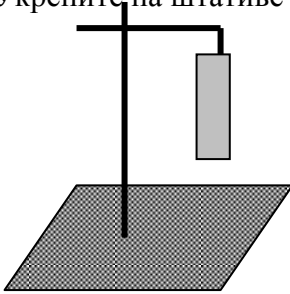
$\Delta\ell$ – абсолютное удлинение $\Delta\ell = \ell - \ell_0$.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \Longrightarrow \quad \frac{F}{S} = E \frac{\Delta\ell}{\ell_0} \quad E = \frac{F \cdot \ell_0}{S \Delta\ell}$$

$$\sigma = E \cdot |\mathcal{E}|$$

Порядок выполнения работы

1. Укрепите на штативе полосу резины (см. рис.).



2. Измерьте начальную длину полоски (расстояние между отметками, нанесенными на полоске).

3. Силой, деформирующей полоску, является вес груза, подвешенного на полоске.

$$F = mg,$$

где m – масса груза, кг, g – ускорение свободного падения ($g \approx 10 \text{ м/с}^2$).

4. Измерьте размеры, позволяющие определить площадь поперечного сечения полоски, перпендикулярного линии действия веса груза.

5. Вычислите площадь поперечного сечения полоски.

6. Подвесьте к полоске груз, определите его вес.

7. Измерьте конечную длину полоски (расстояние между отметками, нанесенными на полоске, когда на полоске висит груз).

8. Вычислите модуль упругости резины.

9. Измерения и вычисления внесите в таблицу.

$l_0, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	$\Delta l, \text{ м}$	ξ	$m, \text{ кг}$	$S, \text{ м}^2$	$F, \text{ Н}$	$E, \text{ Па}$

Вывод:

Внимание! Во избежание травм не допускайте падения груза!

Контрольные вопросы

1. Как изменится удлинение проволоки, если не меняя нагрузки, ее заменить другой из того же материала, той же длины, но с вдвое большим диаметром?

2. Какой диаметр имеет стержень, если под действием силы $2 \cdot 10^3 \text{ Н}$ в нем возникает механическое напряжение 160 МПа ?

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторная работа №8 Определение удельного сопротивления проводника

Цель работы: определение удельного сопротивления проводника экспериментальным путем

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

-определять удельное сопротивление проводника

-пользоваться штангенциркулем

-самостоятельно собирать электрическую цепь

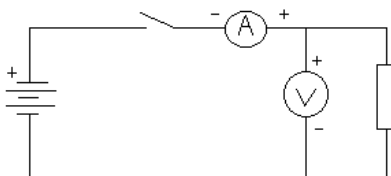
Материальное обеспечение: источник тока, амперметр, вольтметр, соединительные провода, ключ, штангенциркуль, линейка, кусок провода, удельное сопротивление которого определяется.

Задание

1. Самостоятельно собрать электрическую цепь по схеме.
2. Снять показания амперметра и вольтметра.
3. Используя штангенциркуль и линейку, научиться определять геометрические размеры проводника.
4. Определить величину удельного сопротивления металла.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать цепь по схеме и показать для проверки руководителю.
2. Замкнуть цепь и снять показания амперметра и вольтметра.

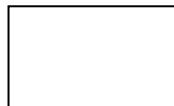


3. Вычислить сопротивление проводника по формуле:
, где I - ток в проводнике, А;
 U - падение напряжения на проводнике, В.

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

4. Измерить длину и вычислить площадь поперечного сечения проводника по формуле:
, где d - диаметр проводника.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad R = \frac{U}{I}$$



5. Вычислить удельное сопротивление по формуле:
6. Данные занести в таблицу 1.
7. Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ϵ) погрешности измерений по формулам:

$$\Delta = |\rho_{\text{ТАБЛ.}} - \rho_{\text{ПОЛУЧ.}}|$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{\rho_{\text{ТАБЛ.}}} \cdot 100\%$$

8. Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

Таблица 1.

$U, В$	$I, А$	$R, Ом$	$l, м$	$d, м$	$S, м^2$	$\rho, Ом \cdot м$	$\rho_{\text{табл.}}$ $Ом \cdot м$	$\Delta, Ом$	$\varepsilon, \%$
вещество									

Контрольные вопросы:

1. От каких величин и как зависит сопротивление прямолинейного металлического проводника?
2. Два медных проводника имеют одинаковую длину, но различную площадь поперечного сечения: $1,6 \text{ мм}^2$ и $0,8 \text{ мм}^2$. Какой проводник имеет меньшее сопротивление и во сколько раз?
3. Сколько метров никелинового провода площадью поперечного сечения $0,1 \text{ мм}^2$ потребуется для изготовления реостата с максимальным сопротивлением 180 Ом ? Удельное сопротивление никелина $0,42 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot м$.

Форма предоставления результата

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторная работа №9 Экспериментальная проверка законов параллельного и последовательного соединения проводников

Цель работы: проверить законы параллельного соединения проводников экспериментальным путем.

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- самостоятельно собирать электрическую цепь
- применять на практике законы последовательного и параллельного соединения проводников
- применять измерительные приборы

Материальное обеспечение: источник электрической энергии, резисторы, три амперметра постоянного тока, три вольтметра постоянного тока, реостат ползунковый, ключ, соединительные провода.

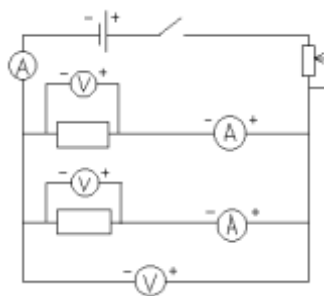
Задание

1. Научиться измерять напряжение на любом участке цепи.
2. Определять сопротивление проводника, включенного в электрическую цепь.
3. Проверить выполнение закономерностей параллельного соединения проводников.

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме:
2. Снять показания амперметров $I_1, I_2, I_{ОБЩ.}$
3. Снять показания вольтметров $U_1, U_2, U_{ОБЩ.}$
4. Вычислить значения $R_1, R_2, R_{ОБЩ.}$ по закону Ома для участка цепи.
5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1.
6. Передвинуть ползунок реостата, вторично снять показания приборов и вычислить сопротивления.
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1.
8. Для каждого опыта проверить соотношения:
9. Сделать вывод по работе.

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



$$I_{ОБЩ.} = I_1 + I_2$$

$$U_{ОБЩ.} = U_1 = U_2$$

$$\frac{1}{R_{ОБЩ.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Форма предоставления результата

№	Сила тока, А	Напряжение, В	Сопротивление, Ом
---	--------------	---------------	-------------------

М р о б ы а	I_1	I_2	$I_{ОБЩ.}$	U_1	U_2	$U_{ОБЩ.}$	R_1	R_2	$R_{ОБЩ.}$

Контрольные вопросы

1. Какое соединение проводников называется параллельным?
2. По какой формуле определяется сопротивление двух параллельных проводников R?
3. Три проводника сопротивлением 6 Ом каждый соединены параллельно. Начертить схему их соединения и рассчитать общее сопротивление всех проводников.

Форма предоставления результата

Заполнить таблицу и записать вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог

<i>баллов</i>		
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторная работа №10 Изучение работы мультиметра.
 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника
 электрической энергии

Цель работы: опытным путём научиться определять ЭДС, источника и его внутреннее сопротивление. научиться пользоваться мультиметром для разных режимов работы
 Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- самостоятельно собирать электрическую цепь
- экспериментально определять ЭДС
- снимать показания с измерительных приборов
- пользоваться измерительным прибором- мультиметром.

Материальное обеспечение: источник электрической энергии, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода, потребитель электрической энергии. Мультиметр, Инструкция по применению мультиметра

Задание

- 1.Используя вольтметр, определить ЭДС источника тока.
- 2.Определить величину ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, используя показания амперметра и вольтметра.
- 3.

Порядок выполнения работы

1. Работа мультиметра:

Переключатель режима и диапазона измерений используется для включения прибора, а также для выбора желаемого режима работы и предела измерения. Для увеличения срока службы батареи, переводите переключатель в положение «OFF», после выполнения измерений.

Измерение напряжения постоянного и переменного тока.

1. Подключите красный разъем в гнездо «VΩmA», черный разъем в гнездо «COM»

2. Установите переключатель режима измерений на желаемый диапазон измерения напряжения, в случае если неизвестно примерное значение напряжения, установите переключатель на максимальное значение и снижайте предел измерения до получения оптимального значения.

Режим	Шаг измерения	Погрешность
200 мВ	100 мВ	+0,5 % для 3го знака
2000 мВ	1 мВ	+0,8 % для 2го знака
20 В	10 мВ	
200 В	100 мВ	+1,0 % для 2го знака

3. Прикоснитесь пробниками к устройству или точкам электрической схемы, где требуется измерить напряжение.

4. В случае наличия напряжения прибор покажет напряжение и полярность.

Измерение постоянного тока

1. Подключите красный пробник к разьему «VΩmA». Черный к разьему «COM» (для измерения токов от 200мА до 10 А используйте разьем «10А»)

2. Установите переключатель выбора режима измерений на желаемый предел измерения постоянного тока.

3. Разьедините измеряемую электрическую цепь и подсоедините пробники последовательно с нагрузкой.

4. На дисплее появятся значения тока.

6. Разьем «10А» предназначен для нечастого использования. Время измерения не должно превышать 15 секунд, а между

измерениями необходимо выдерживать несколько секунд во избежание повреждения прибора.

Измерение сопротивления

- 1.Присоедините красный пробник к разъему «V Ω mA». Черный к разъему «COM».
- 2.Установите переключатель выбора режима измерений на желаемый предел измерения сопротивления.
3. Приложите пробники к измеряемому образцу, дисплей отобразит при этом значение сопротивления .

Режим	Множитель	Погрешность
200 Ω	0,1	±(1.0% для 10го знака)
2000 Ω	1	
20K Ω	10	
200K Ω	100	
2000K Ω	1000	

Порядок выполнения работы

- 1.Изучить инструкцию по эксплуатации прибора.
2. Измерить сопротивления резисторов, данные записать в таблицу

№ п/п	Сопротивление, Ом

- 3.Собрать цепь по схеме
- 4.Замкнуть цепь, при неисправности цепи прозвонить цепь, найти неисправность.
- 5.Измерить напряжение на батарееке и реостате.
6. Разомкнуть цепь. Измерить температуру резистора и реостата.
- 7.Измерить сопротивление резистора и реостата, данные записать в таблицу

Наименовани	Сопротивлени	Напряжени	Температур
-------------	--------------	-----------	------------

ϵ	$\epsilon, \text{ Ом}$	$\epsilon, \text{ В}$	$\alpha, ^\circ\text{C}$
Резистор			
Реостат			
Источник тока	-----		

2. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Соберите электрическую цепь по схеме (Рис.1)

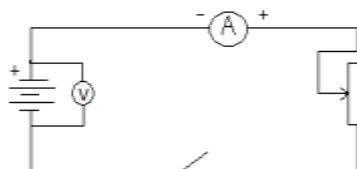


Рис. 1

1. Определите цену деления электроизмерительных приборов.

2. Измерьте ЭДС источника тока. Для этого определите показания вольтметра при разомкнутом ключе.

3. Измерьте величины силы тока и напряжения на внешней части цепи, замыкая ключ. Рассчитайте сопротивление по формуле:

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

4. Изменяя положения движка реостата, повторите измерения (п.3) ещё дважды.

$$r = \frac{\epsilon - IR}{I}$$

5. Вычислите величину внутреннего сопротивления по формуле:

6. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу

1.

8. Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

№ п\п	$\epsilon, \text{ В}$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$R, \text{ Ом}$	$R, \text{ Ом}$	$R, \text{ Ом}$	$\epsilon_{\text{ср}}, \text{ В}$	$\delta = \frac{\epsilon - \epsilon_{\text{ср}}}{\epsilon} \cdot 100\%$

1								
2								
3								

Контрольные вопросы

1. Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?
2. Для измерения ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления студент собрал схему, изображённую выше. При этом вольтметр показал 5 вольт, а амперметр – 1 Ампер. После размыкания ключа вольтметра показал 6 Вольт. Чему равны ЭДС источника тока и его внутреннее сопротивление?
3. ЭДС источника тока 3 В, а внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Сопротивление внешней части цепи 10 Ом. Найдите силу тока в цепи.
4. Сила тока в цепи равна 0,4 А., внутреннее сопротивление источника тока 0,5 Ом, внешнее-4,5 Ом. Какова ЭДС источника?

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог

<i>баллов</i>		
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторная работа №11 Определение температурного коэффициента меди

Цель работы: Выполнить измерения электрического сопротивления медной проволоки при двух различных значениях температуры и вычислить температурный коэффициент электрического сопротивления меди, построить график зависимости сопротивления от температуры.

Материальное обеспечение: 1. Прибор для определения температурного коэффициента сопротивления. 2. Омметр. 3. Термометр. 4. Стаканы с водой и тающим снегом. 5. Электрическая плитка.

Краткие теоретические сведения:

В металлических проводниках электрическое сопротивление обусловлено столкновением свободных электронов с колеблющимися ионами в узлах кристаллической решетки. По мере повышения температуры размах колебаний ионов увеличивается, что способствует большему рассеянию электронов, участвующих в упорядоченном движении. Кроме того с повышением температуры увеличивается скорость хаотического (теплового) движения электронов и они испытывают большее число столкновений с ионами кристаллической решетки.

Все это приводит к тому, что с повышением температуры сопротивления проводника, а следовательно и

удельное сопротивление увеличивается. Обозначим R сопротивление проводника при t С, а R_0 при $t=0$.

Величину

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 t} \quad (1)$$

называют температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). Численно температурный коэффициент сопротивления показывает относительное изменение сопротивления при нагревании проводника на 10С (1К) и измеряется в 0С⁻¹ или К⁻¹, что одно и то же.

У большинства химически чистых металлов температурные коэффициенты сопротивления близки к 1/273 К⁻¹, а у некоторых сплавов они настолько малы, что во многих практических случаях ими можно пренебречь.

Порядок выполнения работы

1. Опустить прибор, для определения температурного коэффициента сопротивления в тающий снег и выдержать его там в течении некоторого времени, пока температура проводника не будет равна 00С.

2. Измерить сопротивление R_0 с помощью омметра.

3. Перенести прибор для определения температурного коэффициента сопротивления в стакан с водой и, нагревая воду, измерять сопротивление R через каждые 20 - 40 градусов.

4. Вычислить для каждого измерения температурный коэффициент сопротивления по формуле (1).

5. Определить абсолютную ошибку измерения $\Delta\alpha = |\alpha_{\text{табл}} - \alpha|$, для меди $\alpha_{\text{табл}} = 0,0042$ К⁻¹.

6. Определить относительную ошибку измерения $\delta\alpha = (\Delta\alpha / \alpha_{\text{табл}}) 100\%$.

7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

8. Построить график зависимости сопротивления R от температуры t .

9. Сделать вывод о характере этой зависимости.

Таблица 1

№ опыта	t(0C)	R0(Ом)	R(Ом)	$\alpha(K-1)$	$\Delta\alpha(K-1)$	$\delta\alpha(\%)$
1	0					
2	20					
3	40					
4	60					
5	80					
6	100					

Контрольные вопросы:

1. В чем состоит различие температурного коэффициента сопротивления металлов и полупроводников?

2. В чем состоит отличие электрических свойств полупроводников и металлов?

3. Запишите выражение, показывающее зависимость сопротивления металлов от температуры.

4. Запишите выражение для температурного коэффициента сопротивления металла и укажите его размерность в системе единиц СИ.

Форма представления результата: заполненная таблица и вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности	Качественная оценка уровня подготовки
-----------------------------	--

(правильных ответов) от общего числа баллов	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторная работа №12 Определение сопротивления резистора методом маркировки

Цель работы: определить номинальное сопротивление резисторов методом маркировки; определить допустимое значение силы тока для данных резисторов при известном номинале мощности.

Оборудование: набор резисторов разных сопротивлений, таблица знаков маркировки.

Теоретический материал:

При определении режима работы резистора следует учитывать **максимально допустимое для него значение силы тока**, которое определяется значением его сопротивления и мощностью. Маркировка номинала резистора осуществляется цветовым кодом в виде четырех цветных полос, нанесенных на его корпусе.

При этом значение сопротивления резистора указывается в Омх двумя первыми полосами и множителем (третья полоса) 10^n , где n - любое целое число от - 2 до + 9.

Маркировочные знаки сдвигают к одному из торцов резистора, например, к левому, и затем располагают слева направо в следующем порядке: первая полоса - первая цифра номинала, вторая полоса - вторая

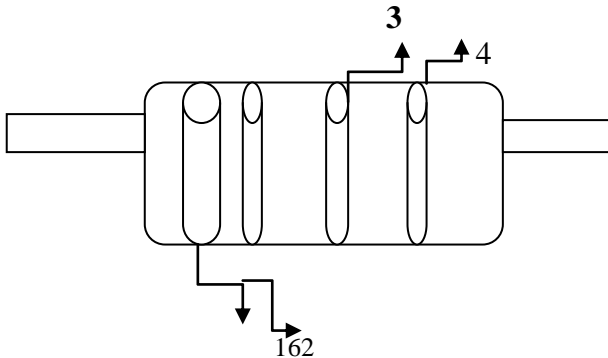
цифра номинала, третья полоса - множитель, четвертая полоса - допуск на отклонение фактического сопротивления от номинала.

Если размеры резистора не позволяют разместить цветные полосы несимметрично, т. е. ближе к одному из торцов резистора, то первая полоса выполняется более широкой.

Цвета знаков маркировки номинального сопротивления в Омах и допусков в % приведены в таблице:

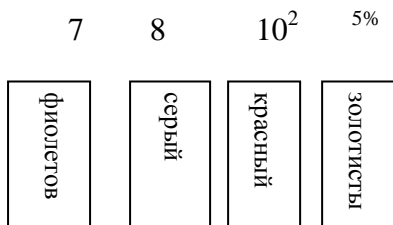
Цвет знака	Первая цифра	Вторая цифра	Множитель	Допуск в %
Серебристый	--	--	10^{-2}	10
Золотистый	--	--	10^{-1}	5
Черный	--	0	1	--
Коричневый	1	1	10	1
Красный	2	2	10^2	2
Оранжевый	3	3	10^3	--
Желтый	4	4	10^4	--
Зеленый	5	5	10^5	0,5
Голубой	6	6	10^6	0,25
Фиолетовый	7	7	10^7	0,1
Серый	8	8	10^8	0,05
Белый	9	9	10^9	-

Пример маркировки резистора



Порядок выполнения работы

1. Разложить на рабочем столе комплект резисторов.
2. Внимательно прочитать указание к работе.
3. Оформить маркировку резистора в тетради по образцу



7, 8 к Ом или 7800 Ом 5%

4. Заполнить таблицу:

Резистор	Номинальное сопротивление R	Мощность резистора (Вт)	Сила тока (А)
1.		0, 25	
2.		0, 25	
3.		0, 25	
4.		0, 25	
5.		0, 25	
6.		0, 25	
7.		0, 25	

8.		0, 25	
----	--	-------	--

5. Рассчитать силу тока при известной мощности тока.
6. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается метод маркировки.
2. Для чего нужно знать сопротивление резистора при включении его в схему?

От чего зависит мощность тока, текущего по резистору?

Форма представления результата: заполненная таблица и вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторная работа №13 Определение коэффициента полезного действия электрического нагревателя

Цель работы: научиться практически определять тепловую отдачу электрического нагревателя любого типа.

Оборудование: 2 электрических нагревателя, сосуд для кипячения воды, вода, термометр, секундомер (часы), справочник по физике.

Теоретический материал:

Коэффициент полезного действия нагревателя связан соотношением:

$$\text{К. П. Д.} = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_3} \cdot 100\% \quad (1)$$

$Q_{\text{п}}$ - полезная теплота и определяется по формуле $Q_{\text{п}} = C \cdot m (T_2 - T_1)$ (2)

где c – удельная теплоемкость жидкости,

m – масса

жидкости,

которую

кипятят,

T_1 – начальная

температура

жидкости,

T_2 – конечная

температура

жидкости,

Q_3 – количество теплоты, которую выделяет нагреватель (затраченная теплота) и определяется по формуле:

$$Q_3 = P t \quad (3),$$

где P – мощность электрического нагревателя,
 t – интервал времени, за который закипела жидкость.
 Уравнение 2 и 3 подставим в 1, и в результате получим:

$$\text{К. П. Д.} = \frac{c \cdot m(T_2 - T_1)}{P \cdot t} \cdot 100\%$$

Мощность электрического нагревателя определяется по паспортным данным, указанным на приборе.

Время, за которое закипит жидкость, определяется часами.

Удельная теплоемкость воды определяется по справочнику.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов, определяемых в ходе работы.

Определить						Вычислить
$СВ$	m	T_1	T_2	P	t	К.П.Д.
$\frac{Дж}{кг}$ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> К	кг	К	К	Вт	с	%

2. Занести в таблицу справочные данные удельной теплоемкости воды.

3. Записать в таблицу номинальную мощность электрического нагревателя, указанную на приборе.

4. В сосуд для кипячения воды налить 200 г воды.

5. Определить начальную температуру воды.

6. Включить нагреватель одновременно с секундомером (часами).

7. Остановить секундомер (часы) в момент бурного кипения воды. Время, за которое закипела вода, занести в таблицу.

8. Вычислить К.П.Д. электрического нагревателя.

9. Повторить опыт с другим нагревателем.

10. Учитывая потери энергии сформулировать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Увеличится или уменьшится К.П.Д. электрического чайника, если на его стенках появилась накипь (отложение солей)?
2. Зависит ли КПД электрического чайника от того открыт он или закрыт?

Форма представления результата: заполненная таблица и вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) <i>от общего числа баллов</i>	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.3 Электрический ток в различных средах

Лабораторная работа №14 Определение электрохимического эквивалента меди в процессе электролиза сульфата меди

Цель работы: определить электрохимический эквивалент меди экспериментальным путем.

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- самостоятельно собирать электрическую цепь
- анализировать процесс электролиза
- применять закон электролиза (Фарадея)

Материальное обеспечение: весы и разновесы; амперметр; часы; электроплитка; аккумуляторная батарея; реостат; ключ; медные электроды (2 шт.) со вставкой; соединительные провода; электролитическая ванна с раствором медного купороса.

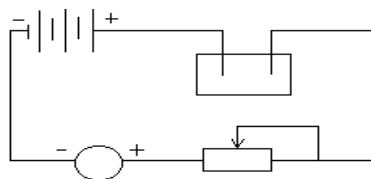
Задание

1. Пронаблюдать явление электролиза меди из раствора медного купороса.

2. Научиться определять электрохимический эквивалент по результатам эксперимента.

Порядок выполнения работы

1. Очистить наждачной бумагой катодную пластинку, определить взвешиванием массу пластинки (m_1).
2. Составить электрическую цепь по схеме. При составлении цепи взвешенный электрод соединить с отрицательным полюсом источника электрической энергии.
3. Замкнуть цепь и заметить время включения тока.
4. Через 15-20 минут разомкнуть цепь.
5. Вынуть катодную пластинку, промыть и просушить.
6. Взвешиванием определить массу катода (m_2) после пропускания тока.
7. Найти массу (m) выделившейся на катоде при электролизе по формуле:
где m_1 - начальная масса пластинки, кг; m_2 - конечная масса пластинки, кг.



8. Вычислить электрохимический эквивалент меди из формулы:

где m - масса выделившегося вещества, кг;

I - сила тока, А; t - время электролиза, с.

9. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.

10. Сравнить полученный результат с табличным.

11. Вычислить абсолютную Δ и относительную ε погрешности измерений по формулам:

Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

Таблица 1

№ опыта	Масса меди, отложившейся на катоде $m, кг$	Время пропускания тока $t, с$	Величина силы тока $I, А$	Электрохимический эквивалент меди $K, \frac{кг}{Кл \cdot с}$	Абсолютная погрешность $\Delta, \frac{кг}{Кл \cdot с}$	Относительная погрешность $\varepsilon, \%$

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлен электрохимический ток в электролитах?

2. Как рассчитать массу выделившегося вещества на электроде?

3. От чего зависит электрохимический эквивалент?

4. Какой физический смысл электрохимического эквивалента?

5. Какое оборудование и измерительные приборы нужно иметь, чтобы вычислить электрохимический эквивалент?

6. Назвать рабочую формулу для вычисления электрохимического эквивалента.

7. На каком из электродов выделяется медь в чистом виде и почему?

8. В электролитическую ванну поместим медную пластинку, служащую анодом. Пластинка покрыта воском, на котором

нацарапан рисунок. Что получится после пропускания тока и удаления воска с пластины?

9. Что такое гальваностегия, гальванопластика.

10. Через раствор медного купороса прошло 20 кКл электричества. При этом на одном из электродов выделилась в чистом виде массой 6,6 грамм меди. Определить электрохимический эквивалент меди.

11. Сколько никеля выделится при электролизе за 1 час при силе тока 5Ампер, если известно, что молярная масса никеля 58,71г/моль, а валентность равна 2.

12. Определите массу серебра, выделившегося на катоде при электролизе азотнокислого серебра в течение 2часов, если к ванне приложено напряжение 1,2 В, а сопротивление ванны 5 Ом.

13. Электролиз медного купороса проходил при токе 5Ампер в течение 50минут. Какое количество меди выделилось на катоде, если $k_{Cr} = 3,3 \cdot 10^{-7} \frac{Кг}{Кл}$.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо

60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 3.3 Электрический ток в различных средах

Лабораторная работа №15 Зависимость сопротивления от температуры образцов металла и полупроводника

Цель работы: измерять сопротивление проводника омметром; установить зависимость сопротивление металла и полупроводника от температуры.

Оборудование: мультиметр, приборы для изучения зависимости сопротивления металла и полупроводника от температуры, термометр, электрическая плитка, штатив с принадлежностями, колба с водой.

Теоретический материал:

Если пропустить электрический ток через стальную спираль, а затем ее нагреть, то амперметр покажет уменьшение силы тока. Это означает, что с изменением температуры сопротивление металла меняется.

Все металлы – кристаллические тела, в узлах кристаллической решетки которых располагается положительно заряженные ионы. Между колеблющимися ионами двигаются свободные электроны. Величина электрического сопротивления металла зависит от числа столкновений колеблющихся ионов и свободных электронов. При увеличении температуры металла увеличивается амплитуда колебаний ионов. Это приводит к увеличению столкновений, а значит и к увеличению сопротивления металла.

В полупроводнике при увеличении температуры увеличивается число свободных носителей заряда, появившихся при разрыве ковалентных связей. Это приводит к увеличению

силы тока в полупроводнике и к уменьшению сопротивления проводника.

Порядок выполнения работы

1. Подготовьте к работе омметр:

а) вставьте штырьки проводников в гнезда, обозначенные «Ω» и «общ СОМ.»;

б) поставьте переключатель на цифру «10»;

в) соедините свободные штырьки проводников и ручкой «уст. 0» поставьте стрелки на «0».

2. На электрическую плитку поместите колбу с водой. Во избежании падения колбы поместите в кольцо, укрепленное в штативе. В колбу опустите пробирку, с помещенной в ней катушкой из медного провода. Осторожно опустите в пробирку термометр.

3. Свободные штырьки омметра соедините с клеммами медной катушки.

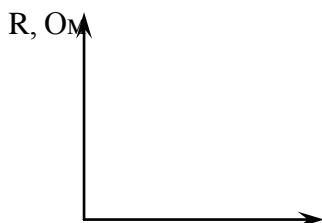
4. Включите шнур плитки в розетку и измерьте сопротивление катушки при различных значениях температуры.

5. Внесите измерения в таблицу.

Проводник (медь)

t°, C					
$R, Ом$					

6. На основе измерений постройте график. Сделайте вывод, как сопротивление проводника зависит от температуры.



7 Поставьте переключатель омметра с цифры «10» на цифру «100» и поставьте стрелку омметра на «0» (См. пункт 1-в).

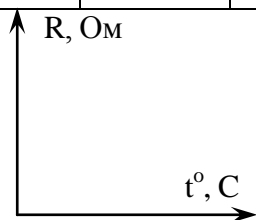
8. Замените в колбе пробирку с металлом на пробирку с полупроводником (термистором). Опустите в пробирку термометр. К клеммам термистора подсоедините омметр.

9. Измерьте сопротивление полупроводника при различных значениях температуры.

10. Внесите измерения в таблицу.

Полупроводник

$t^{\circ}\text{C}$					
$R, \text{Ом}$					



11. Постройте график $R(t)$.

12. Сделайте вывод, как сопротивление полупроводника зависит от температуры

Контрольные вопросы:

1. Закончить предложение:

А. Электрический ток в металлах – это упорядоченное движение

В. С точки зрения электронной теории электрическое сопротивление обусловлено соударениями

С. С повышением температуры сопротивление металла ...

Форма представления результата: Заполнение таблицы

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Лабораторная работа №16 Проверка законов колебаний математического маятника

Цель работы:

1. Определить период и частоту колебаний математического маятника.
2. Показать зависимость периода и частоты колебаний от длины самого маятника

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- определять период и частоту колебаний математического маятника.
- устанавливать зависимость периода и частоты колебаний от длины самого маятника
- строить графики

Материальное обеспечение: штатив с держателем, шарик, подвешенный на нити длиной около метра, линейка, секундомер.

Задание

1. Изучить колебательное движение нитяного маятника.
2. Определить период и частоту при колебаниях маятника с разной длиной нити.
3. Выяснить, как эти характеристики зависят от длины маятника.

Порядок выполнения работы

1. Измерить длину нити
2. Подсчитать число колебаний, время $T = \frac{t}{n}$ и вычислить период колебаний по формуле:
3. Изменить длину нити, посчитать число колебаний, время и вычислить период колебаний при данной длине.
4. Данные измерений и вычислений занести в таблицу
5. Определить частоту колебаний по формуле: $\nu = \frac{1}{T}$
6. Полученные данные занести в таблицу 1.
7. Сравнить период и частоту математического маятника, полученные разными способами.
8. Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

Таблица 1.

№ опыта	1	2
Длина маятника l, м		
Число колебаний n		
Время колебаний t, с		
Период колебаний T, с		
Частота колебаний ν , Гц		

Контрольные вопросы

1 вариант

1. Что называют колебанием? Когда колебания называются свободными, вынужденными, собственными?
2. Какая сила называется возвращающей?
3. Сформулируйте определение математического маятника.
4. Что называется фазой колебания?
5. При каких условиях можно наблюдать явление механического резонанса?
6. Маятник совершил 20 колебаний за 1 минуту 10 секунд. Найти период, частоту и циклическую частоту колебаний.
7. Уравнение колебаний имеет вид: $X=8 \cos 0,8t$. Определить X_0 , T , ν , φ_0 .
8. Найти массу груза, который на пружине жесткостью 350Н/м делает 30 колебаний.

2 вариант

2. Какие условия необходимы для возникновения и поддержания колебаний?
3. Каково различие между затухающими и незатухающими колебаниями?
4. Что называется периодом колебаний, в каких единицах он измеряется?
5. Как зависит период колебаний математического маятника от его длины?
6. При каких условиях можно наблюдать явление механического резонанса?
7. Сколько колебаний совершает математический маятник длиной 2 метра за 6 минут? Какова собственная частота этих колебаний?
8. Уравнение колебаний имеет вид: $X=10 \cos 1,2t$. Определить X_0 , T , ν , φ_0 .
9. Найти частоту колебаний груза массой 200грамм, подвешенного к пружине жесткостью 16 Н/м.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Лабораторная работа №17 Изучение законов пружинного маятника

Цель работы: экспериментально установить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины и массы груза.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, набор пружин разной жесткости, набор грузов разной массы, секундомер

Порядок выполнения работы

Определение зависимости периода колебаний от массы груза

1. Соберите пружинный маятник, используя выданное оборудование.
2. Выведите маятник из положения равновесия, включите секундомер и отсчитайте десять колебаний. Используя

показания секундомера, рассчитайте период колебаний и заполните первую строку таблицы.

№ опыта	N	t,с	T,с	m, кг	$m^{1/2}, \text{кг}^{1/2}$	k, н/м
1						
2						
3						
4						
5						

- Повторите эксперимент ещё 4 раза, увеличивая массу но, не меняя пружины. По полученным данным заполните таблицу.
- Постройте график зависимости периода колебаний (T) от квадратного корня из массы ($m^{1/2}$).
- По форме графика определите вид зависимости между периодом и корнем квадратным из массы.

Определение зависимости периода колебаний от жёсткости пружины

- Соберите пружинный маятник, используя выданное оборудование.
- Выведите маятник из положения равновесия. включите секундомер и отсчитайте десять колебаний.
- Используя показания секундомера, рассчитайте период колебаний и заполните первую строку таблицы.

№ опыта	N	t,с	T,с	m, кг	k, н/м	$K^{1/2}, (\text{н/м})^{1/2}$
1						
2						
3						
4						

5						
---	--	--	--	--	--	--

4. Повторите эксперимент ещё 4 раза, увеличивая коэффициент жёсткости но, не меняя массу груза. По полученным данным заполните таблицу.
5. Постройте график зависимости периода колебаний (T) от квадратного корня из коэффициента жёсткости. ($k^{1/2}$).
6. По форме графика определите вид зависимости между периодом и корнем квадратным из коэффициента жёсткости.
7. Сделайте вывод о зависимости периода колебаний от массы груза и коэффициента жёсткости.

Контрольные вопросы:

1. В каком положении маятника скорость будет максимальной?
2. В каком положении маятника скорость равна нулю.
3. Увеличили или уменьшили массу груза, подвешенного к пружинному маятнику, если: а) период его колебаний сначала был 0,4 с, а после изменения массы стал 0,2 с; б) частота его колебаний вначале была равна 6 Гц, а потом уменьшилась до 5 Гц?

Форма представления результата: заполненная таблица и вывод по работе.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог

<i>общего числа баллов</i>		
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Лабораторная работа №18 Устройство трансформатора, генератора

Цель работы: изучить устройство и принцип работы трансформатора. генератора.

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- различать виды трансформаторов и их назначение

Материальное обеспечение: трансформатор лабораторный, лампа накаливания, ключ замыкания тока, комплект проводов соединительных.

Задание

1. Изучить строение, назначение и принцип действия трансформатора
2. Изучить строение, назначение и принцип действия генератора.

Порядок выполнения работы

Изучение устройства трансформатора

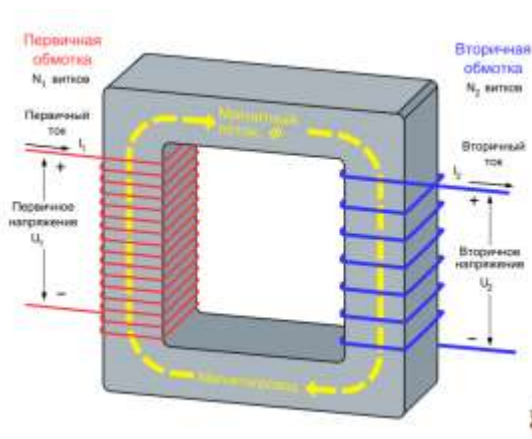
Трансформатор преобразует переменный ток одного напряжения при неизменной частоте. Он состоит из замкнутого сердечника, изготовленного из специальной листовой трансформаторной стали, на котором располагаются две катушки (их называют обмотками) с разным числом витков из медной проволоки.

Одна из обмоток, называется первичной, подключается к источнику переменного напряжения. Устройства,

потребляющие электроэнергию, подключаются к вторичной обмотке, их может быть несколько.

При выполнении работы следует изучить устройство трансформатора, включить его в сеть переменного тока (36 В). В режиме холостого хода измерить напряжение на обмотках и вычислить коэффициент трансформации, а при работе трансформатора «под нагрузкой» установить связь между токами и напряжением в обмотках.

Трансформатор состоит из двух катушек и сердечника. Сердечник состоит из двух половин, которые



вставляют в катушку и с помощью скобы закрепляют на основании.

Ход работы

1. Рассмотрите устройство трансформатора. Определите первичную обмотку (клеммы с надписью: 36 или 42 В) и две вторичных клеммы 2,2 В и 4,4 В)
2. Начертите электрическую схему трансформатора.
3. Разберите трансформатор. Для этого поверните его основанием вверх и открутите две гайки крепления скобы. Выньте сердечник и рассмотрите его устройство.
4. Соберите трансформатор. Для этого вставьте сердечник со скобой в катушки. Установите трансформатор на основание и закрепите его гайками.

Изучение устройства генератора.

Генератор постоянного тока (рис. 1) состоит из двух частей: неподвижной и вращающейся. Неподвижная часть (статор) является остовом машины и одновременно служит для создания магнитного потока. Во вращающейся части, называемой якорем (ротором), индуцируется электродвижущая сила - ЭДС.

Конструкция генератора постоянного тока (см. рис.2).

Неподвижная часть состоит из станины (1), главных полюсов (2) с обмоткой возбуждения (3) и дополнительных полюсов (4), уменьшаемых искрение под щетками.

Якорь имеет сердечник (5), набираемый из тонких стальных листов, обмотку якоря (6), заложенную в пазы сердечника и коллектор (7). На поверхность коллектора наложены угольно-графитовые щетки (8), обеспечивающие скользящий контакт с обмоткой вращающегося якоря. Коллектор имеет форму цилиндра и выполняется из изолированных медных пластин - ламелей - к которым подсоединены секции якорной обмотки. Вращаясь вместе с обмоткой, коллектор выполняет роль механического выпрямителя.

Обмотка возбуждения создает главный магнитный поток Φ полюсов. В генераторах с независимым возбуждением она питается от постороннего источника постоянного тока (выпрямителя, аккумулятора и т.п.). С генератором с параллельным возбуждением обмотка главных полюсов подключена к главным щеткам, т.е. параллельно цепи якоря. В связи с этим для возникновения магнитного потока и ЭДС необходим хотя бы слабый остаточный магнитный поток. Благодаря наличию остаточного магнетизма возникает процесс самовозбуждения генератора.

Рис. 1.

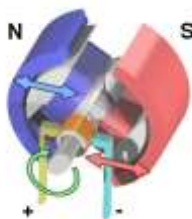
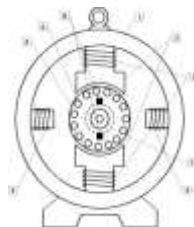


Рис. 2.



Изучить устройство трансформатора, строение трансформатора, начертить, составные части указать, формулы записать, на контрольные вопросы ответить.

Изучение устройства генератора.

Строение генератора начертить, составные части указать, формулы записать, на контрольные вопросы ответить.

Контрольные вопросы

1 вариант

1. Что называют индукционными генераторами?
2. Какой трансформатор называют повышающим, а какой понижающим?
3. Что такое холостой ход трансформатора?
4. Почему сердечник трансформатора изготавливают из стали, а не из меди?
5. В первичной обмотке трансформатора, включенной в сеть с напряжением 380В. Содержится 1320 витков. Определить напряжение на вторичной обмотке, если она содержит 300 витков. Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

2 вариант

1. Назовите основные части генератора переменного тока.
2. Доказать, что у повышающего трансформатора $K > 1$.
3. Изменяет ли трансформатор частоту преобразуемого переменного тока?
4. Почему сердечник трансформатора собирают из отдельных пластин?
5. Если на первичную обмотку трансформатора подается напряжение 220В, то на вторичной обмотке при холостом ходе получается напряжение 130В. Число витков первичной обмотки равно 400. Определить число витков во вторичной обмотке. Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

3 вариант

1. Какова роль индуктора и якоря в устройстве генератора переменного тока?

2. Что такое понижающий трансформатор?
3. Почему сердечник трансформатора делают не сплошным. А из множества пластин, изолированных друг от друга?
4. Почему мощность, потребляемая от вторичной обмотки, меньше мощности, подводимой к первичной обмотке?
5. Сколько витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора для понижения напряжения с 12000 до 120В, если первичная обмотка содержит 4000 витков? Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) от общего числа баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 5.1 Природа света. Волновые свойства света

Лабораторная работа №19 Определение показателя преломления стекла

Цель работы: определить показатель преломления стекла экспериментальным путем.

Выполнив работу, Вы будете:

Уметь:

- определять показатель преломления стекла экспериментальным путем.

- измерять углы

-строить ход лучей через призму

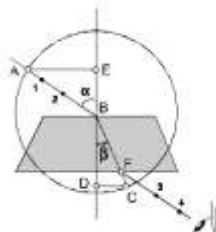
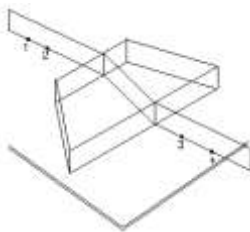
Материальное обеспечение: пластинка с параллельными гранями; булавки; чистый лист бумаги; лист картона; транспортир; подъемный столик; таблица значения тригонометрических функций.

Задание

1. Построить ход светового луча через стеклянную пластину.
2. Проанализировать ход светового луча через стеклянную пластину.
3. Определить показатель преломления стекла и рассчитать погрешность эксперимента.

Порядок выполнения работы

1. На подъемный столик положить чистый лист бумаги с подложенным снизу картоном.
2. С одной стороны стекла наколоть две булавки 1 и 2 так, чтобы прямая, проходящая через них, составляла угол α_1 с перпендикуляром к плоскости пластинки (см. рис.1).



3. Поднять рисунок на уровне глаз и, наблюдая через пластинку, наколоть две другие булавки так, чтобы все четыре булавки оказались на одной прямой.
4. Стекло и булавки снять, места наколов отметить точками 1,2,3,4 и через них провести прямые линии до пересечения с границами стекла (рис.2). Провести через точки 2 и 3 перпендикуляры к границам сред АВ и CD.
5. Транспортиром измерить углы падения α и углы преломления β .
6. По таблице значений синусов определить синусы измеренных углов.
7. Вычислить коэффициент преломления по формуле:
8. Опыт повторить три раза.
9. Результаты измерений, вычислений и табличные данные записать в таблицу 1.
10. Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ε) погрешности по формулам:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{n_{\text{табл.}}} \cdot 100\%$$

$$\Delta = |n_{\text{табл.}} - n_{\text{ср.}}|$$

11. Сделать вывод по работе

Таблица 1

Форма предоставления результата

№ опыта	Угол падения светового луча $\alpha, ^\circ$	Угол преломления светового луча $\beta, ^\circ$	Коэффициент Преломления n	Среднее значение коэффициента преломления $n_{\text{ср}}$	Табличное значение коэффициента преломления $n_{\text{табл.}}$	Абсолютная погрешность Δ	Относительная погрешность $\varepsilon, \%$
1							
2							
3							

Контрольные вопросы и задачи

1. Что называют световым лучом?
2. Сформулируйте закон отражения света.

3. Каков физический смысл показателя преломления света?
4. Чем отличается абсолютный показатель преломления света от относительного?
5. Сформулируйте закон преломления света.
6. Что называют полным отражением света?
7. Какова скорость распространения света в вакууме?
8. Что называется оптической плотностью вещества?
9. Луч света переходит из среды оптически более плотной в среду оптически менее плотную. Как изменяется при этом частота колебаний и длина волны?
10. В чем состоит принцип Гюйгенса?
11. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения $\alpha = 30^\circ$. Найти угол преломления. ($n_{\text{в}} = 1,3$; $n_{\text{ст}} = 1,6$).
12. Угол преломления света в глицерине 45° . Найти угол падения в воздухе ($n_{\text{гл}} = 1,47$).
13. Луч падает на поверхность воды под углом 30° . Под каким углом должен упасть луч на поверхность алмаза, чтобы угол преломления остался таким же? ($n_{\text{возд.}} = 1$, $n_{\text{воды}} = 1,33$, $n_{\text{алм.}} = 2,42$).
14. Найти разность скоростей света в воде и стекле, если $n_{\text{воды}} = 1,33$, $n_{\text{стек.}} = 1,5$.
15. Определить предельный угол полного отражения для воды, стекла, алмаза. ($n_{\text{ст.}} = 1,6$; $n_{\text{воды}} = 1,33$, $n_{\text{алм.}} = 2,42$) (Отв.: $\alpha_{01} = 49^\circ$, $\alpha_{02} = 40^\circ$, $\alpha_{03} = 24^\circ$).

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл	Вербальный аналог

ответов) от общего числа баллов	(отметка)	
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

Тема 6.1 Квантовая оптика

Лабораторная работа №20 Определение периода полураспада радиоактивных элементов.

Цель работы: Проверить закон радиоактивного распада и построить график распада.

Оборудование: Монетки, банка, поднос.

Теоретический материал:

Период полураспада радиоактивного элемента – это время, на протяжении которого распадается половина радиоактивных атомов. Например, есть 100 радиоактивных атомов. У элемента с периодом на полураспаде 1 суток за сутки распадается 50 атомов, и уцелеет 50 атомов.

Закон радиоактивного распада есть статистическим. Он выполняется для большого количества атомов. Кроме того, предусматривать, какие самые атомы распадаются, невозможно. Можно только указать, какая часть (или сколько процентов) радиоактивных атомов распадается.

За время T каждое из радиоактивных ядер распадается с вероятностью $\frac{1}{2}$. Процесс радиоактивного распада можно промоделировать подбрасыванием монет, при котором с той же вероятностью $\frac{1}{2}$ выпадают или «орел» или «решка». Предположим, что если выпадет «орел» - ядро уцелело, если «решка» - распалось. Каждое бросание монет соответствует для ядра протеканию промежутка времени, равного периоду полураспада.

Порядок выполнения работы:

1. Отсчитать начальное количество монет 128, перемешать их в банке и высыпать на поднос. Посчитай число монет, что «не распались», сложить их в банку, перемешать, высыпать на поднос и снова посчитать число монет что «не распались». Опыт проведите 10 раз.

2. Заполнить таблицу.

Количество бросаний, n	Количество «нераспавшихся» монет N	Количество «распавшихся» монет N_0-N
0	128	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

3. Повтори серию бросков дважды, начиная всегда с 128 монет. Серия 2.

Количество бросаний, n	Количество «нераспавшихся» монет N	Количество «распавшихся» монет N_0-N
0	128	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

8		
9		
10		

Серия 3.

Количество бросаний, n	Количество «нераспавшихся» монет N	Количество «распавшихся» монет N0-N
0	128	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

4. Подбрав удобный масштаб, постройте график зависимости соответствующей формуле $N(n) = N_0 / 2^n$. На той же координатной плоскости начертите графики каждой серии эксперимента. Удобнее чертить графики для разных серий разными цветами.

5. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Какой элемент считают наиболее радиоактивным: с периодом на полураспаде 1 суток или 1 часа? Почему?
2. Что называют радиоактивностью?
3. Каковы свойства и природа α -излучения, β -излучения, γ -излучения?
4. Сформулируйте и запишите правила смещения для α -распада.

5. Сформулируйте и запишите правила смещения для β -распада.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Каждое задание оценивается отдельно:

Заполнение таблиц-1 балл

ответы на контрольные вопросы- в зависимости от количества задач

решение задач- в зависимости от количества задач

Процент результативности (правильных ответов) <i>от общего числа баллов</i>	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно