

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ
Директор
/ С.А. Махновский
08.02.2023г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ПД.02 Физика

для обучающихся специальности

**23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных
машин и оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2023

ОДОБРЕНО

ОДОБРЕНО

Предметной комиссией «Математических и
естественнонаучных дисциплин»

Председатель Е.С.Корытникова

Протокол № 6 от 25.01.2023. г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 4 от 08.02.2023 г.

Разработчик (и):

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Наталья Витальевна Корнеева

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

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	11
Практическое занятие 1 Решение задач по теме: «Кинематика. Уравнения движения»	11
Практическое занятие № 2 Решение задач по теме «Параметры вращательного движения»	16
Практическое занятие № 3 Решение задач по теме «Виды сил в механике. Сила трения покоя, скольжения, вращения»	19
Практическая работа № 4 Решение задач по теме: «Закон сохранения в механике и их применение»	23
Практическая работа № 5 Решение задач на формулы работы сил	29
Практическое занятие № 6 Решение задач по теме «Характеристики жидкостей и твердых тел»	34
Практическое занятие № 7 «Законы статики»	40
Практическое занятие № 8 Решение задач по теме «Основы МКТ, уравнение состояния идеального газа»	44
Практическое занятие № 9 «Абсолютные и относительные деформации твердых тел»	50
Практическое занятие № 10 «Давление жидкостей и твердых тел. Закон Паскаля»	54
Практическое занятие № 11, 12 Решение задач по теме «Основы термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. КПД тепловых машин»	58
Практическое занятие № 13 Решение задач по теме: Электростатика	63
Практическое занятие № 14 «Потенциал. Работа электрического поля по перемещению заряда»	65
Практическое занятие № 15 Решение задач по теме «Принцип суперпозиции полей»	69
Практическое занятие № 16 Решение задач «Законы Ома. Сопротивление»	72
Практическое занятие № 17 Решение задач «Смешанное соединение проводников»	75
Практическое занятие № 18 Решение задач на формулы работы и мощности тока	79
Практическое занятие № 19 Решение задач по теме «Электрический ток в различных средах»	82
Практическое занятие № 20, 21 Решение задач по теме «Магнитное поле и его характеристики, действие магнитного поля на заряд, сила Лоренца»	87
Практическое занятие № 22 Решение задач по теме «Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция»	92
Практическое занятие № 23 Механические колебания и их характеристики	95
Практическое занятие № 24 Решение задач по теме: Виды сопротивлений в цепях переменного тока	100
Практическое занятие № 25 Решение задач по теме: Электромагнитные колебания и волны	105

Практическое занятие № 26 Переменный ток. Трансформатор	110
Практическое занятие № 27 Решение задач по теме: Характеристики переменного тока	113
Практическое занятие №28 Решение задач по теме «Законы геометрической оптики»	118
Практическое занятие №29Формула дифракционной решетки	120
Практическое занятие №30Решение задач по теме «Законы фотоэффекта»	124
Практическое занятие №31 Решение задач по теме: «Запись ядерных реакций. Строение атома и атомных ядер. Закон радиоактивного распада»	128
Практическая работа №32 Работа с подвижной картой звездного неба	130
Лабораторное занятие № 1 «Определение плотности тела различной формы»	132
Лабораторное занятие №2«Определение коэффициента жесткости упругого тела»	134
Лабораторное занятие № 3 Проверка газовых законов	136
Лабораторное занятие №4«Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости»	139
Лабораторное занятие № 5 Определение влажности воздуха	141
Лабораторное занятие № 6 Рост кристаллов	143
Лабораторное занятие № 7 «Определение удельной теплоемкости вещества»	145
Лабораторное занятие №8 «Определение удельного сопротивления проводника»	147
Лабораторное занятие №9 «Проверка закона Ома для участка цепи»	149
Лабораторное занятие №10 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	152
Лабораторное занятие №11 Исследование зависимости мощности, потребляемой лампой накаливания от напряжения на ее зажимах	153
Лабораторное занятие №12 Определение электрохимического эквивалента меди	155
Лабораторное занятие №13 Изучение свойств полупроводников	157
Лабораторное занятие №14Изучение зависимости периода колебаний математического маятника от его длины	160
Лабораторное занятие №15 Изучение законов пружинного маятника	162
Лабораторное занятие №16 Изучение устройства трансформатора, генератора	164
Лабораторное занятие № 17 Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки	167
Лабораторное занятие № 18 Изучение интерференции и дифракции	170

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования с учетом получаемой специальности.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по физике), необходимых в последующей учебной деятельности.

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

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Физика» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

Выполнение практических и лабораторных работ обеспечивает достижение обучающимися следующих **результатов**:

Личностные результаты	
ЛР 13	способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;
ЛР 14	осознание личного вклада в построение устойчивого будущего
ЛР 23	готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие;
ЛР 26	готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;
Метапредметные результаты	
МР 8	способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
МР 9	овладение видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов;
МР 10	формирование научного типа мышления, владение научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;
МР 13	выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;
МР 17	уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности;
МР 21	владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;
Предметные результаты	
ПРб 1	сформированность представлений о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и

	мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
ПР6 2	сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света; фотоэлектрический эффект, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;
ПР6 3	владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-молекулярным строением вещества, тепловыми процессами; электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями, строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной;
ПР6 4	владение закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное использование законов и закономерностей при анализе физических явлений и процессов;
ПР6 5	умение учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд,

	ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;
ПРб 6	владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования; сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний;
ПРб 7	сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины; решать качественные задачи, выстраивая логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
ПРб 8	сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования;
ПРб 9	сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, умений использовать цифровые технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации; развитие умений критического анализа получаемой информации;
ПРб 10	овладение умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;
ПРу 1	сформированность понимания роли физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роли и места физики в современной научной картине мира; роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;
ПРу 2	сформированность системы знаний о физических закономерностях, законах, теориях, действующих на уровнях микромира, макромира и мегамира, представлений о всеобщем характере физических законов; представлений о структуре построения физической теории, что позволит осознать роль фундаментальных законов и принципов в современных представлениях о природе, понять границы применимости теорий, возможности их применения для описания естественнонаучных явлений и процессов;

ПРy 3	сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчета, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, моделей газа, жидкости и твердого (кристаллического) тела, идеального газа, точечный заряд, однородное электрическое поле, однородное магнитное поле, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза; моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;
ПРy 4	сформированность умения объяснять особенности протекания физических явлений: механическое движение, тепловое движение частиц вещества, тепловое равновесие, броуновское движение, диффузия, испарение, кипение и конденсация, плавление и кристаллизация, направленность теплопередачи, электризации тел, эквипотенциальности поверхности заряженного проводника, электромагнитной индукции, самоиндукции, зависимости сопротивления полупроводников "р-" и "n-типов" от температуры, резонанса, интерференции волн, дифракции, дисперсии, полного внутреннего отражения, фотоэффект, физические принципы спектрального анализа и работы лазера, "альфа-" и "бета-" распады ядер, гамма-излучение ядер;
ПРy 5	сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов (закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, закон всемирного тяготения, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения энергии) и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности; относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, три закона Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии, условия равновесия твердого тела; связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева-Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, закона Кулона; законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля-Ленца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, постулаты специальной теории относительности Эйнштейна, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип неопределенности Гейзенберга, закон сохранения заряда, массового числа и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада;

ПРy 6	сформированность умений применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов происходящих на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звезд и Вселенной;
ПРy 7	сформированность умений исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, проводить самостоятельные исследования в реальных и лабораторных условиях, читать и анализировать характеристики приборов и устройств, объяснять принципы их работы;
ПРy 8	сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний; владение умениями самостоятельно формулировать цель исследования (проекта), выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами; планировать и проводить физические эксперименты, описывать и анализировать полученную при выполнении эксперимента информацию, определять достоверность полученного результата;
ПРy 9	сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов; решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественнонаучного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
ПРy 10	сформированность умений анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;
ПРy 11	овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации;
ПРy 12	овладение организационными и познавательными умениями самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ, умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и формированию **общих компетенций**:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

Выполнение обучающихся практических и/или 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 и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Основы кинематики

Практическое занятие № 1

Решение задач по теме: «Решение задач по кинематике. Уравнения движения»

Цель: 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.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР66; ПР67
ПРy1; ПРy5; ПРy8; ПРy11; ПРy12;

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся, раздаточный материал с заданиями, сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи по вариантам, используя формулы для расчёта параметров движения тел, проанализировать графики движения тел, описать характер движения (самостоятельная работа).

Ход работы:

Краткие теоретические сведения

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.

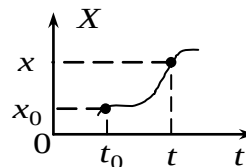
Система отсчёта – тело отсчёта, с которым жёстко связаны система координат, часы и метр.

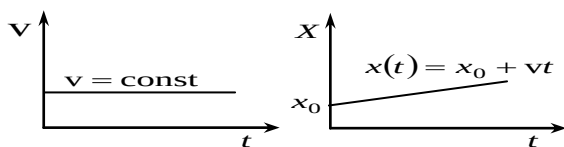
Материальная точка – тело, размерами которого можно пренебречь.

Одномерное движение. Движение с постоянной скоростью.

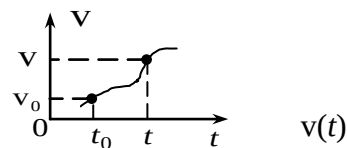
Пусть тело движется в направлении оси X с постоянной скоростью v и за время $\Delta t = t - t_0$ проходит путь $\Delta x = x - x_0$. Средняя скорость

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \quad x(t) = x_0 + v\Delta t, \quad \text{движение без ускорения}$$





Движение с переменной скоростью. Если тело движется направлении оси X с переменной скоростью $v(t)$, то, графики $X(t)$ и имеют вид:



При этом говорят, что тело движется с ускорением.

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

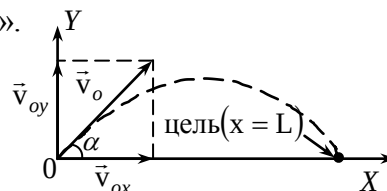
Если за время $\Delta t = t - t_0$ изменение скорости $\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$, то среднее ускорение: $\vec{a}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} [a] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

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

$$x(t) = x_0 + \frac{v^2(t) - v_0^2}{2a}$$



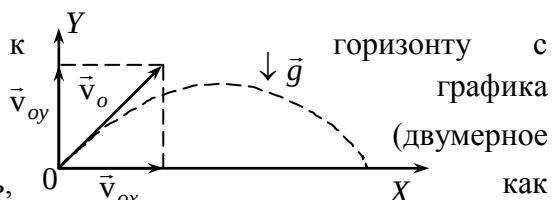
Многомерное движение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Пусть тело брошено из начала координат под углом к

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

начальной скоростью $\vec{v}_0$. Из видно, что $\vec{v}_0 = \vec{v}_{0x} + \vec{v}_{0y}$

движение можно рассматривать, наложение друг на друга двух одномерных – по осям X и Y .



Примеры решения задач

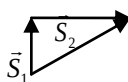
1. Автомобиль проехал по улице 200 м, затем свернул вправо и проехал еще 100 м по переулку. Считая движение автомобиля прямолинейным, найдите путь и перемещение автомобиля.

Дано:

Решение:

$$S_1 = 200 \text{ м}$$

Сделаем чертёж:



$$S_2 = 100 \text{ м}$$

ℓ - ?

S - ?

1.Путь автомобиля $\ell = S_1 + S_2 = 200 + 100 = 300$ м/
 2.Модуль перемещения АС вычисляем по т. Пифагора:
 $S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} = \sqrt{200^2 + 100^2} = 200$ м.

Ответ : $\ell = 300$ м; $S = 200$ м.

2. Поезд прошел первую половину пути со скоростью 72 км/ч, вторую – со скоростью 36 км/ч. Определите среднюю скорость поезда на всем пути.

Дано: СИ Решение:

$v_1 = 72$ км/ч
 20 м/с
 Средняя скорость прохождения пути:

10 мс
 $v_2 = 36$ км/ч
 $v_{cp} = \frac{S}{t}$; $S = S_1 + S_2$, $S_1 = S_2 = S/2$

Время движения складывается из двух разных промежутков времени: t_1 и t_2 .
 $v_{cp} - ?$

За время t_1 скорость поезда v_1 , за время t_2 скорость – v_2 . $t_1 = \frac{S_1}{v_1} = \frac{S}{2v_1}$; $t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{S}{2v_2}$

Общее время $t = t_1 + t_2 \rightarrow t = \frac{S}{2v_1} + \frac{S}{2v_2}$. Подставим t – в уравнение средней скорости:

$$v_{cp} = \frac{S}{t} = \frac{S}{S \left(\frac{1}{2v_1} + \frac{1}{2v_2} \right)} = \frac{1}{\frac{v_2 + v_1}{2v_1 v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_2 + v_1}.$$

Подставим численные значения: $v_{cp} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 10}{20 + 10} = \frac{400}{30} \approx 13,3$ м/с

Ответ: $v_{cp} \approx 13,3$ м/с

3. Определите модуль скорости и центростремительного ускорения точек земной поверхности на экваторе. Радиус Земли принять равным 6400 км

Дано: СИ Решение:

$R = 6400$ км
 $6,4 \cdot 10^6$ м
 $T = 24$ ч
 $8,64 \cdot 10^4$ с
 Точки земной поверхности на экваторе движутся по окружности радиуса R , поэтому модуль их скорости

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 10^6}{8,64 \cdot 10^4} = 4,65 \cdot 10^2 \text{ м/с}$$

$a_{цс} - ?$

Центростремительное ускорение можно найти:

$$a_{uc} = \frac{v^2}{R} = \frac{(4,65 \cdot 10^2)^2}{6,4 \cdot 10^6} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$$

Ответ: $v = 4,65 \cdot 10^2 \text{ м/с}$; $a_{uc} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$.

4. Судя по спидометру, за 1 минуту скорость автобуса изменилась с 18 до 72 км/ч. С каким средним ускорением двигался автобус?

Дано:	СИ	Решение:
$t = 1 \text{ мин.}$	60 с	1. Движение автобуса носит равноускоренный характер, $a > 0$.
$v_0 = 18 \text{ км/ч}$	5 м/с	
$v = 72 \text{ км/ч}$	20 м/с	2. По определению ускорения: $a = \frac{v}{t} = \frac{v - v_0}{t}$
а - ?		3. Вычислим значение ускорения $a = \frac{20 - 5}{60} = 0,25 \text{ м/с}^2$

Ответ: $a = 0,25 \text{ м/с}^2$.

Решить задачи (по вариантам, используя таблицу 1)

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 строительной вагонетки задано уравнением. Определите начальную координату, начальную скорость и ускорение при движении.
2. Человек и строительная тележка движутся в одном направлении. Определите их относительную скорость, если скорость человека 1 км/ч, а вагонетки 4 км/ч. Решите эту задачу и при условии, что они движутся в противоположных направлениях.
3. Строительный кран поднимает груз на высоту h м. Одновременно кран передвигается на расстояние l м. Определить перемещение груза, его вертикальную и горизонтальную составляющие. Изобразить их соответствующими векторами. Чему равны модули этих векторов?
4. Человек прошел по проспекту 240 м, затем повернул на перекрестке и прошел в перпендикулярном направлении еще 70 м. На сколько процентов путь, пройденный человеком, больше модуля его перемещения?
5. Часовой охраняет строительный объект, огороженный квадратным забором ABCD, обходя его по периметру. Чему будут равны его путь и перемещение, если он из точки А, перейдет в точку В, затем точку С, затем точку D, после чего вернется в точку А? Длина стороны квадрата a м.
6. Первую половину пути автомобиль двигался равномерно со скоростью, модуль которой V_1 км/ч, а вторую половину — со скоростью, в 2 раза меньшей. Найти среднюю скорость движения автомобиля на всём пути.
7. КамАЗ с песком, трогаясь с места, движется с постоянным ускорением $\bar{a}$. Через сколько времени он приобретет скорость $\bar{V}$?
8. Какую скорость развивает самосвал за время Δt после начала движения, если он едет с ускорением $\bar{a}$? Какой путь он проходит за это время?

9. Привести примеры строительных тел, находящихся в покое. Действие каких тел компенсируется в этих случаях? (3 примера; действующие силы изобразить на рисунке).

10. В движущемся вагоне товарного поезда находятся поддоны с газоблоками. В покое или движении они находятся относительно: а) машиниста поезда; б) рельсов; в) пола вагона; г) телеграфных столбов?

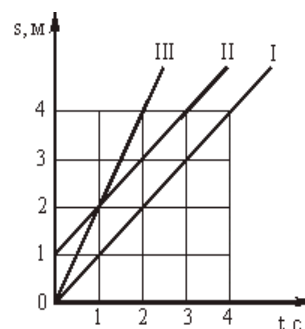
11. Какому виду движения соответствует каждый график на рис.1? С какой скоростью двигалась строительная конструкция, для которой зависимость пути от времени изображается графиками I, II, III? Записать уравнение движения для графиков I, II.

Рис.1

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	1	3		5	6	7	8	
		h	l	a	V ₁	a	Δt	a
		м	м	м	м/с	м/с ²	с	м/с ²
1	$x(t)=10+10t-t^2$	2	10	100	5	2	10	2
2	$x(t)=20+20t-t^2$	4	20	200	10	4	20	4
3	$x(t)=30+30t-t^2$	6	30	300	15	6	30	6
4	$x(t)=40+40t-t^2$	8	40	400	20	8	40	8
5	$x(t)=50+50t-t^2$	10	50	500	25	10	50	10
6	$x(t)=60+60t-t^2$	12	60	150	30	12	60	12
7	$x(t)=70+70t-t^2$	14	70	250	35	14	70	14
8	$x(t)=80+80t-t^2$	16	80	350	40	16	80	16
9	$x(t)=90+90t-t^2$	18	90	450	45	18	90	18

10	$x(t)=10+100t-t^2$	20	10	550	50	20	10	20
----	--------------------	----	----	-----	----	----	----	----

Форма предоставления результата: выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

*Оценка «отлично»*выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

*Оценка «хорошо»*выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

*Оценка «удовлетворительно»*выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 1.1 Основы кинематики

Практическое занятие № 2

Решение задач по теме «Параметры вращательного движения»

Цель: научиться рассчитывать параметры вращательного движения.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР66; ПР67
ПРy1; ПРy5; ПРy8; ПРy11; ПРy12;

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

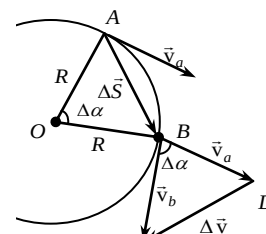
Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи по вариантам, 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 (самостоятельная работа).

Ход работы

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

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A, \text{ отличном от нуля. Отсюда: } \vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \neq \vec{0}.$$

Центростремительное ускорение ($\vec{a}$) – скорость

изменения направления вектора скорости $\boxed{a = \frac{v^2}{R}}$

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

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

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

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

Угловая скорость обращения точки по изменению угла поворота $\Delta \alpha$ радиуса R ,

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

$\boxed{w = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t}}$ окружности (w) – скорость соединяющего точку с центром

$$w = 2\pi \frac{v}{2\pi R} = \frac{v}{R} \Rightarrow \boxed{v = wR};$$

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

Примеры решения задач

1. Автомобиль движется по закруглению дороги, радиус которой равен 20 м. Определите скорость автомобиля, если центростремительное ускорение равно 5 м/с².

<u>Дано:</u> $R = 20 \text{ м}$ $a_{\text{ц}} = 5 \text{ м/с}^2$ $v = ?$	<u>Решение:</u> По определению центростремительное ускорение определяется по формуле $a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{a_{\text{ц}} R} = \sqrt{20 \text{ м} \cdot 5 \text{ м/с}^2} = 10 \text{ м/с}.$
---	---

Ответ: 10 м/с

2. Вентилятор вращается с постоянной скоростью и за две минуты совершает 2400 оборотов. Определите частоту вращения вентилятора, период обращения и линейную скорость точки, расположенной на краю лопасти вентилятора на расстоянии 10 см от оси вращения.

<u>Дано:</u> $t_2 = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$ $N = 2400$ $r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ $n = ?; T = ?;$ $v = ?$	<u>Решение:</u> По определению: $n = \frac{N}{t}; \quad n = \frac{2400}{120 \text{ с}} = 20 \frac{1}{\text{с}} = 20 \text{ Гц};$ $T = \frac{1}{n}; \quad T = \frac{1}{20 \text{ Гц}} = 0,05 \text{ с}; \quad v = 2\pi r n;$ $v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 20 \frac{1}{\text{с}} = 12,56 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 12,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$
--	---

Ответ: 20 Гц, 0,05 с, 12,6 м/с

Решить задачи(n - номер вашего варианта по списку)

12. Почему обтачивание на токарных станках изделий большого диаметра производится с меньшей угловой скоростью, чем изделий малого диаметра?

13. Какую линию представляет собой траектория какой - либо точки колеса поезда относительно его корпуса во время движения? Какова траектория колеса относительно земли?
14. Вагонетка движется по закруглению радиусом n метров со скоростью 3,6 км/ч. Определить его центростремительное ускорение.
15. Скорость локомотива n км/ч. Сколько оборотов в минуту делают колеса локомотива, радиус которых 1,2 м?
16. Точильный круг радиусом n см делает один оборот за 0,2 с. Найдите скорость точек, наиболее удалённых от оси вращения.
17. Самолёт, выходя из пике, движется по траектории, которая в нижней части является дугой окружности радиусом n км. Вычислите ускорение самолёта при его движении, если его скорость равна 720 км/ч.
18. Какова скорость движения вагонетки, если её колёса радиусом n см делают 600 оборотов в минуту?
19. Секундная стрелка часов делает полный оборот за 1 мин. Радиус стрелки равен n см. Какова угловая скорость острия стрелки, его линейная скорость, частота вращения, центростремительное ускорение?
20. Луна движется вокруг Земли на расстоянии 380000 км от неё, совершая один оборот за 27,3 суток. Вычислите центростремительное ускорение Луны.
21. 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.
22. Время одного оборота Земли вокруг оси равно 24 часа. Вычислите угловую и линейную скорости вращения точек на экваторе. Радиус Земли считать равным 6400 км.
23. 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.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 1.2 Законы механики Ньютона

Практическая работа № 3

Решение задач по теме «Виды сил в механике. Сила трения покоя, скольжения, вращения»

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

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР66; ПР67; ПРy5; ПРy 7; ПРy9

Материальное обеспечение: - посадочные места по количеству обучающихся; - раздаточный материал с заданиями; сборники задач, - справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи на применение законов Ньютона, выявив основную причину движения тела и вид силы, действующей на тело (самостоятельная работа по вариантам).

Ход работы:

Краткие теоретические сведения

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. $[m] = 1 \text{ кг}$.

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 массы других тел:

Плотность тела (ρ) –

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

Сила ($\vec{F}$) – мера

1 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.

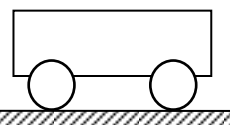
Равнодействующая (результатирующая) сил ($\vec{R}$) – сила, равная векторной сумме

данных сил $\vec{F}_i$. $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$

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

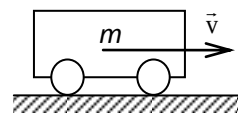
Давление (p) – отношение силы к площади поверхности, на которую она действует в перпендикулярном направлении.

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



1 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·Δt] = 1 Н·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.

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

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

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 $\vec{R}$.

Третий закон Ньютона: силы, с которыми два тела действуют друг на друга, численно равны и направлены в противоположные стороны по одной прямой.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

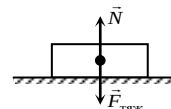
Третий закон Ньютона работает только в ИСО.

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, сообщаящая телу ускорение свободного падения.

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

$$\vec{F}_{\text{тяж}} = m \vec{g}$$

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:

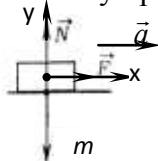
$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

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

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

Примеры решения задач

1. Брусок массой 2 кг покоится на горизонтальной гладкой поверхности. С каким ускорением будет двигаться брусок, если к нему приложить горизонтально направленную силу 10 Н?

Дано:	Решение:
$m=2 \text{ кг}$	

$F=10 \text{ Н}$

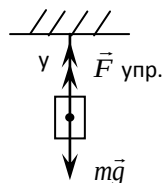
$a = ?$

Вычисления: По второму закону Ньютона $\vec{F} = m\vec{a}$. Сила $\vec{F}$ сообщает бруску ускорение $\vec{a}$. По направлению эти величины совпадают между собой и осью «х».

В скалярной форме уравнение имеет вид: $F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{10}{2} = 5 \text{ м/с}^2$. Ответ: 5 м/с^2 .

2. На тонкой проволоке подвешен груз массой 10 кг. При этом длина проволоки увеличилась на 0,5 мм. Чему равна жесткость проволоки?

Дано:	СИ	Решение:
$m=10 \text{ кг}$		
$x=0,5 \text{ мм}$	$0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	



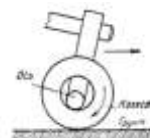
$k = ?$

Груз, подвешенный на проволоке, находится в покое. Значит $\vec{F}_{\text{упр.}}$ по модулю равна F_m .
 $\vec{F}_m = m\vec{g}$; $\vec{F}_{\text{упр.}} = -kx$ В скалярной формуле ось ОУ: $F_m - F_{\text{упр.}} = 0$

$$F_m = F_{\text{упр.}} \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x}; k = \frac{10 \cdot 9,8}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 196000 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad \text{Ответ: } 196 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Решить задачи (n - номер вашего варианта по списку)

- С помощью башенного крана поднимают груз. Скорость подъема постоянна. Определите, какие силы действуют на груз? Каковы их направления? Какова равнодействующая? Почему? У неопытных крановщиков бывают обрывы тросов в тех случаях, когда они не обращают внимания на сильно раскачивание переносимых грузов. Случайны ли такие обрывы?
- Почему на рукоятки, головки болтов, гайки круглой формы, закручиваемые и отвинчиваемые вручную, наносят специальную накатку (рифление)?
- Колесо (шків) приводится в движение при помощи ремня. Определите вид трения, возникающего между шківом и ремнем: трение скольжения или трение покоя? Считайте, что ремень не проскальзывает.
- Определите вид трения, возникающего между колесом движущейся тележки и грунтом, а также между втулкой



колеса и осью. Ось прикреплена к тележке неподвижно (Рис.2).

5. Почему надо беречь смазочные материалы от попадания в них Рис.2 песка и пыли?
6. Почему нужно беречь тормозную колодку и тормозной барабан транспортного средства от попадания между ними масла?
7. Для чего при соединении мягких материалов под головку болта и гайку подкладывают шайбу большего диаметра?
8. В каком из перечисленных ниже явлений под действием силы совершается работа (см. рис.3) а) трос находится в натянутом состоянии под действием силы тяжести; б) на стол действует вес гири; в) газ давит на стенки баллона; г) поршень выталкивается из цилиндра под действием силы давления газов; д) мальчик тянет веревку, привязанную к прочной стене?

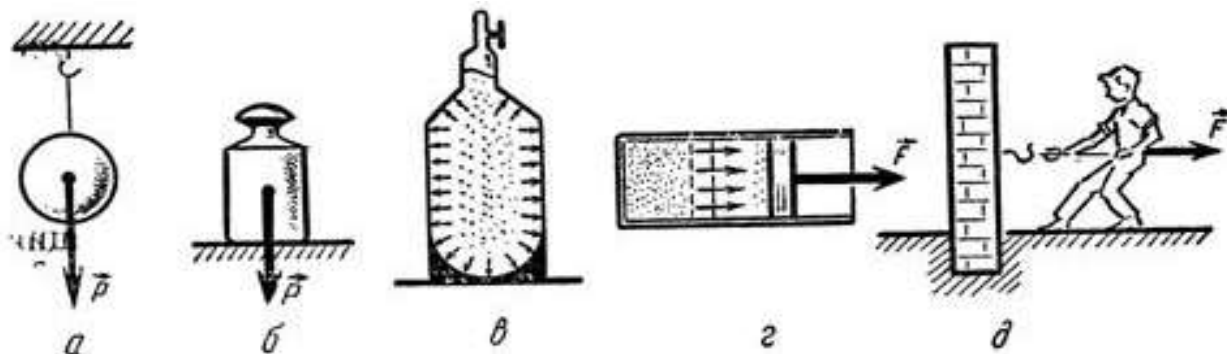


Рис. 3

9. На горизонтальном участке пути маневровый тепловоз толкнул вагон. Какие тела действуют на вагон во время и после толчка? Как будет двигаться вагон под влиянием этих тел?
10. Выразите в киловаттах и мегаваттах следующие мощности: 3500 Вт; 200 Вт; 5000Вт; 110000Вт. Выразите в ваттах следующие мощности: 3 кВт; 1,5 кВт; 0,6 кВт; 0,04 МВт; 0,0001 МВт.
11. Чему равна сила тяжести, действующая на упаковку с цементом массой 2,5кг, 600г, 1,2 т, 50т?
12. 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 819,3Н.
13. На неподвижной платформе стоит ящик с кирпичами массой n тонн. Вычислите и изобразите на рисунке силу тяжести и вес ящика.
14. Сможете ли вы поднять пластину из пробки объемом n см³? Плотность пробки 240кг/м³.
15. Автобус массой n тонн едет по горизонтальному шоссе. Какая сила требуется для сообщения ему ускорения 1,4 м/с².
16. Вагонетка массой n тонн движется под действием силы 60 кН. Определите ускорение её движения.
17. Два корабля массой n тонн каждый, стоят на рейде на расстоянии 0,5 км один от другого. Какова сила притяжения между ними?
18. Определить массу каждого из двух одинаковых автомобилей, если на расстоянии 0,1 км на них действует сила притяжения 6,67мН.
19. Определить расстояние, на котором две вагонетки массой по 20 кг каждая взаимодействуют с силой 67мкН.
20. Какую силу надо приложить к вагону массой n тонн, чтобы он стал двигаться равноускоренно и за 30с прошел путь 36 м? Коэффициент трения равен 0,008.

21. Под действием силы тяги скорость вагона массой n тонн возросла с 4,25 м/с до 32,4 км/ч на пути 75,5 м. Чему равна сила тяги, если коэффициент трения при движении вагона равен 0,025?

22. Какую силу тяги должен развивать двигатель, чтобы локомотив массой n тонн двигался: а) равномерно; б) с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$.

23. Электровоз при движении по горизонтальному пути развивает силу тяги n кН. 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 тонн.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема: 1.3. Законы сохранения в механике

Практическая работа № 4

Решение задач по теме: «Закон сохранения в механике и их применение»

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

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР67; ПРy5; ПРy9

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения

2. Провести анализ величин, входящих в формулы, уяснить понятия и составить представление о работе, мощности, потенциальной и кинетической энергии, знать формулы для их вычисления.
3. Решить задачи по вариантам, используя закон сохранения энергии (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Закон сохранения энергии действует 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.

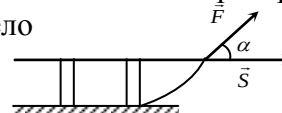
$\vec{I} = \vec{F} \cdot t$, $\vec{I}$ – импульс силы $\vec{F}$ за время t

Импульс тела (количество движения) – векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения: $\vec{P} = m \cdot \vec{v}$; $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

Второй закон Ньютона можно записывать в виде: $Ft = mv_2 - mv_1$

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

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 $\vec{s}$.

$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha = F \cdot S \cdot \cos \alpha = F_s S$ где α – угол между $\vec{F}$ и $\vec{s}$; $F_s = F \cdot \cos \alpha$ – проекция $\vec{F}$ на направление.

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

Мощность (N) – скорость совершения работы

$$N = \frac{A}{\Delta t} \quad [N] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт}$$

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). $\Delta E = A$. $[E] = 1 \text{ Дж}$

где E_1 – механическая энергия системы в начальном состоянии;

E_2 – механическая энергия системы в конечном состоянии.

$$\Delta E = \pm |\Delta E| \quad \boxed{\Delta E = E_2 - E_1}$$

Изменение энергии ΔE может быть как положительным, так и отрицательным.

Работа – мера изменения механической энергии системы.

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

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

Кинетическая энергия – энергия движения.

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

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.

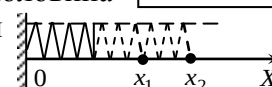
Пусть тело массы m под действием силы тяжести $\vec{F}_{тяж}$ переместилось с высоты h_1 до высоты h_2 без изменения скорости. Работа силы тяжести $A = F_{тяж} S = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2 = -(mgh_2 - mgh_1) = -(E_{n2} - E_{n1})$ или $A = -\Delta E_n$.

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

Потенциальной энергией взаимодействия частей тела обладают упруго деформированные тела

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

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



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 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 эту 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_{n1} и E_{n2} , кинетической: $E_{к1}$ и $E_{к2}$:

$$E_{к1} + E_{n1} = E_{к2} + E_{n2}.$$

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.

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

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

Закон сохранения импульса

Пусть два тела масс m_1 и m_2 составляют замкнутую механическую систему, движутся навстречу друг другу и взаимодействуют с силами $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$.

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

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

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

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

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

Закон сохранения импульса применим только в ИСО.

Соударения тел: Закон сохранения механической энергии и закон сохранения импульса позволяют находить решения механических задач в тех случаях, когда неизвестны действующие силы. Примером такого рода задач является ударное взаимодействие тел.

Ударом(или столкновением) принято называть кратковременное взаимодействие тел, в результате которого их скорости испытывают значительные изменения.

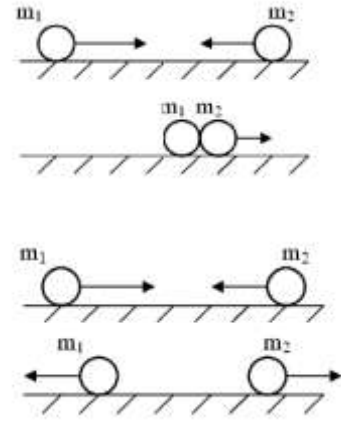
В механике часто используются две модели ударного взаимодействия – ***абсолютно упругий*** и ***абсолютно неупругий удары***.

Абсолютно неупругим ударомназывают такое ударное взаимодействие, при котором тела соединяются (слипаются) друг с другом и движутся дальше как одно тело.

При абсолютно неупругом ударе механическая энергия не сохраняется. Она частично или полностью переходит во внутреннюю энергию тел (нагревание).

Абсолютно упругим ударомназывается столкновение, при котором тела после соударения движутся по отдельности, и сохраняется механическая энергия системы тел.

При абсолютно упругом ударе наряду с законом сохранения импульсавыполняется закон сохранения механической энергии.



Примеры решения задач

1. Определить мощность тепловоза, зная, что при скорости движения 43,2 км/ч сила тяги равна 105 кН

Дано	«СИ»	Решение:
$v = 43,2 \text{ км/ч}$	12 м/с	Мощность находится по формуле: $N = \frac{A}{t}$ Сила тяги совершает положительную работу: $A = F S \cos \alpha$, $\angle \alpha = 0$, $A = F \cdot S$ Движение тепловоза равномерное и прямолинейное: $N = \frac{F \cdot S}{t} \Rightarrow F \cdot v$; $\frac{S}{t} = v$ $N = F \cdot v = 12 \text{ м/с} \cdot 105 \cdot 10^3 = 1260 \cdot 10^3 \text{ Вт}$
$F = 105 \text{ кН}$	$105 \cdot 10^3 \text{ Н}$	
$N - ?$		

Ответ: $N = 1260 \text{ кВт}$.

2. Тело массой 10 кг свободно падает с высоты 20 м из состояния покоя. Чему равна кинетическая энергия в момент удара о Землю?

Дано:	Рис.	Решение:
$m = 10 \text{ кг}$		Согласно закону сохранения энергии: $E_{p0} + E_{k0} = E_{p1} + E_{k1}$
$v_0 = 0 \text{ м/с}$		

$$h_0 = 20 \text{ м}$$

За тело отсчета примем Землю:

$$h_1 = 0 \text{ м}$$

2

$$mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} \text{ учитывая } h_1 = 0, v_0 = 0$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$E_k, E_{\text{п}} = 0$$

$$mgh_0 = \frac{mv_1^2}{2} \text{ или } E_{k1} = mgh_0$$

$$E_{k1} = ?$$

$$E_{k1} = 10 \cdot 10 \cdot 20 = 2000 \text{ Дж}$$

Ответ: 2 кДж.

3. Во время маневров на железнодорожной станции две платформы массами $m_1 = 2,4 \cdot 10^4 \text{ кг}$ и $m_2 = 1,6 \cdot 10^4 \text{ кг}$ двигались навстречу друг другу со скоростями, модули которых равны $v_1 = 0,5 \text{ м/с}$ и $v_2 = 1 \text{ м/с}$. Найдите скорость их совместного движения после того, как сработала автосцепка.

Дано:

$$m_1 = 2,4 \cdot 10^4 \text{ кг}$$

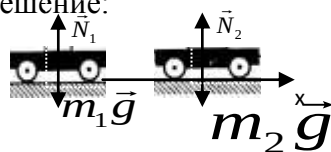
$$m_2 = 1,6 \cdot 10^4 \text{ кг}$$

$$v_1 = 0,5 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 1 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{об}} = ?$$

Решение:



Изобразим схематично действующие силы на движущиеся платформы. В проекции на ось X: $\vec{N}_1$ и $\vec{N}_2$ силы взаимно уравновешены.

Можно применить закон сохранения импульса: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_{\text{об}}$,

где $v_{\text{об}}$ – скорость платформы после сцепки.

В проекциях на ось X: $m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = (m_1 + m_2) v_{\text{об}x}$

Т.к. $v_{1x} = v_1$, $v_{2x} = -v_2$, то $v_{\text{об}x} = -0,1 \text{ м/с}$

Знак (-) показывает, что скорость $v_{\text{об}}$ направлена противоположно оси X (справа – налево).

Решить задачи (п - номер вашего варианта по списку)

- При строительстве канатной дороги в горной местности самосвал массой **п** тонн поднялся на высоту 400 м над уровнем моря. Определить потенциальную энергию автомобиля относительно уровня моря.
- Молот копра для забивания свай массой 500 кг падает с высоты **п** метров. Чему будет равна потенциальная и кинетическая энергия молота на высоте 4 метра?
- Какой потенциальной энергией обладает тело массой **п** кг, поднятое на высоту 15 метра? Какую работу оно может совершить при падении на Землю?
- 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 5 см произведена работа 3,75 кДж. Какая сила требуется для сжатия этой пружины на 1 см? 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 350000 Н?
8. Тяжеловесный состав с углем массой 6000 т преодолевает подъем в 100 метров. На какую высоту можно поднять тело массой 100 кг, если использовать запас потенциальной энергии в верхней точке подъема?
9. Вагонетка двигалась по горизонтальному пути, через некоторое время остановилась. Ее кинетическая энергия стала равна 0, а потенциальная осталась неизменной. Не нарушился ли в этом случае закон сохранения и превращения энергии?
10. Для погрузки угля в вагон применяется ленточный транспортер, который перемещает уголь вверх по наклону на высоту 5 м. В минуту погрузчик доставляет 12 т угля. Вагон заполняется за 5 мин. Какую работу при этом совершает транспортер?
11. Тепловоз тянет состав со скоростью n км/ч, развивая мощность 880 кВт. Как велика в этом случае сила тяги?
12. Двигатель офисного вентилятора имеет мощность 0,35 кВт. Какую работу он совершит за n минут.
13. Вычислить работу, совершаемую тяжелоатлетом, когда он равномерно поднимает штангу массой 100 кг на высоту 1,5 м.
14. Какую работу нужно совершить, чтобы поезд массой 1000 тонн, движущийся со скоростью 72 км/ч увеличил свою скорость до 108 км/ч?
15. Какой массы груз может поднимать подъемный кран со скоростью 1,5 м/с, если у него двигатель мощностью 12 кВт?
16. Одинаково ли сжимаются буфера при столкновении двух одинаковых вагонов, один из которых неподвижен? Рассмотрите случаи: порожний вагон неподвижен, движется груженный; груженный неподвижен, движется порожний.
17. 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?
18. 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.
19. 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.
20. 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?
21. 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?
22. 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:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 1.3 Законы сохранения в механике

Практическая работа № 5

Решение задач на формулы работы сил

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

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР67; ПРy5; ПРy9

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

4. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
5. Провести анализ величин, входящих в формулы, уяснить понятия и составить представление о работе, мощности, потенциальной и кинетической энергии, знать формулы для их вычисления.
6. Решить задачи по вариантам, используя закон сохранения энергии (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Закон сохранения энергии действует 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.

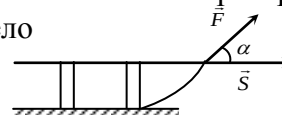
$\vec{I} = \vec{F} \cdot t$, $\vec{I}$ – импульс силы $\vec{F}$ за время t

Импульс тела (количество движения) – векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения: $\vec{P} = m \cdot \vec{v}$; $\frac{кг \cdot м}{с}$

Второй закон Ньютона можно записывать в виде: $Ft = mv_2 - mv_1$

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

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 $\vec{s}$.

$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha = F \cdot S \cdot \cos \alpha = F_s S$ где α – угол между $\vec{F}$ и $\vec{s}$; $F_s = F \cdot \cos \alpha$ – проекция $\vec{F}$ на направление.

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

Мощность (N) – скорость совершения работы

$$N = \frac{A}{\Delta t} \quad [N] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт}$$

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). $\Delta E = A$. $[E] = 1 \text{ Дж}$

где E_1 – механическая энергия системы в начальном состоянии;

E_2 – механическая энергия системы в конечном состоянии.

$$\Delta E = \pm |\Delta E| \quad \boxed{\Delta E = E_2 - E_1}$$

Изменение энергии ΔE может быть как положительным, так и отрицательным.

Работа – мера изменения механической энергии системы.

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

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

Кинетическая энергия – энергия движения.

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

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

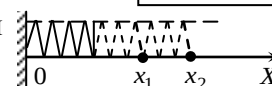
$$A = F_{тяж} S = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2 = -(mgh_2 - mgh_1) = -(E_{n2} - E_{n1}) \text{ или } \boxed{A = -\Delta E_n}.$$

Потенциальная энергия взаимодействия тела с Землей (E_n) – произведение силы тяжести тела на высоту h положения центра масс $\boxed{E_n = mgh}$ тела относительно НУПЭЗ.

Потенциальной энергией взаимодействия частей тела обладают упруго деформированные тела

$$E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела ($E_{\text{п}}$) – половина произведения жёсткости k тела на квадрат его абсолютной деформации x .



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 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 эту 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 $E_{\text{п1}}$ и $E_{\text{п2}}$, кинетической: $E_{\text{к1}}$ и $E_{\text{к2}}$:

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

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.

$$\sum_{i=1}^n (E_{\text{к}} + E_{\text{п}})_i = \text{const}$$

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

Примеры решения задач

1. Определить мощность тепловоза, зная, что при скорости движения 43,2 км/ч сила тяги равна 105 кН

Дано	«СИ»	Решение:
$v = 43,2 \text{ км/ч}$	12 м/с	Мощность находится по формуле: $N = \frac{A}{t}$ Сила тяги совершает положительную работу: $A = FScos\alpha$, $\angle\alpha = 0$, $A = F \cdot S$ Движение тепловоза равномерное и прямолинейное: $N = \frac{F \cdot S}{t} \Rightarrow F \cdot v$; $\frac{S}{t} = v$ $N = F \cdot v = 12 \text{ м/с} \cdot 105 \cdot 10^3 = 1260 \cdot 10^3 \text{ Вт}$
$F = 105 \text{ кН}$	$105 \cdot 10^3 \text{ Н}$	
$N - ?$		

Ответ: $N = 1260 \text{ кВт}$.

2. Тело массой 10 кг свободно падает с высоты 20 м из состояния покоя. Чему равна кинетическая энергия в момент удара о Землю?

Дано:	Рис.	Решение:
$m = 10 \text{ кг}$		Согласно закону сохранения энергии:

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$E_{p0} + E_{k0} = E_{p1} + E_{k0}$$

$$h_0 = 20 \text{ м}$$

За тело отсчета примем Землю:

$$h_1 = 0 \text{ м}$$

2

$$mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} \text{ учитывая } h_1 = 0, v_0 = 0$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$E_k, E_p = 0$$

$$mgh_0 = \frac{mv_1^2}{2} \text{ или } E_{k1} = mgh_0$$

$$E_{k1} = ?$$

$$E_{k1} = 10 \cdot 10 \cdot 20 = 2000 \text{ Дж}$$

Ответ: 2 кДж.

Решить задачи

1. Автомобиль массой 2 т движется со скоростью 36 км/ч. Какое время требуется до полной остановки автомобиля при выключенном двигателе, если сила трения колес о дорогу равна 5880 Н?
2. Тележка массой 150 кг движется по горизонтальной дороге со скоростью 1 м/с. Навстречу ей бежит человек массой 75 кг. Человек прыгает на тележку. После этого тележка вместе с человеком останавливается. С какой скоростью бежал человек?
3. При вертикальном подъеме тела массой 2 кг на высоту 10 м совершена работа 240 Дж. С каким ускорением поднимали груз?
4. Тело, массой 20 кг поднимают вертикально вверх с силой 400 Н, направленной по движению. Какая работа совершается на пути 10 м?
5. Будет ли величина полезной механической работы отлична от нуля, если подъемный кран:
 - 1) поднимает с земли груз,
 - 2) будет держать его некоторое время на весу в покое,
 - 3) поднимет груз с земли и сразу опустит его на Землю.
6. Тело массой 20 кг свободно падает в течение 6 с. Найдите работу силы тяжести.
7. Какую работу может совершить до остановки тело массой 1000 кг, движущееся со скоростью 36 км/ч ?
8. Найти работу, которую надо совершить, чтобы сжать пружину, жесткость которой 29,4 Н/см, на 20 см.
9. Резиновый шнур длиной 1 м под действием груза 10 Н удлинился на 10 см. Найдите работу силы упругости.
10. На какую высоту за минуту может поднять 400 м³ воды насос, развивающий мощность 210³ кВт?
11. Определите мощность тепловоза, зная, что при скорости движения 43,2 км/ч сила тяги равна 105 кН.
12. Поезд массой 1200 т движется по горизонтальному пути с постоянной скоростью 54 км/ч. Определите коэффициент сопротивления движению, если тепловоз развивает полезную мощность $N = 882 \cdot 10^3 \text{ Вт}$.
13. Импульс тела равен 8 кг м/с, а кинетическая энергия 16 Дж. Определите массу и скорость тела.
14. Сани массой 60 кг, скатившись с горы, проехали по горизонтальному участку дороги 20 м. Найдите работу силы трения, если $\mu = 0,02$.
15. Подъемный кран с двигателем мощностью 8 кВт поднимает груз с постоянной скоростью 6 м/мин. Какова масса груза?

16. Какая работа совершается на гидростанции в течение года, если средняя мощность генератора равна 2,5 МВт?
17. Человек массой 70 кг спускается по лестнице длиной 20 м, расположенной под углом 30° к горизонту. Найдите работу силы тяжести.
18. Вычислите работу силы упругости при изменении деформации пружины жесткостью 200 Н/м от $x_1 = 2$ см до $x_2 = 6$ см.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 1.4 Элементы статики и гидростатики

Практическое занятие № 6

Решение задач по теме «Характеристики жидкостей и твердых тел»

Цель работы: углубить и конкретизировать представления о фазах вещества и их свойствах, научиться использовать зависимость строения фазы вещества для объяснения физических процессов, происходящих с материалом.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР67; ПРy5; ПРy9

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы для расчета коэффициента поверхностного натяжения жидкости, теплового расширения.

3. Решить задачи по вариантам (самостоятельная работа).

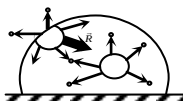
Краткие теоретические сведения:

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

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

Свойства жидкостей

Жидкости:



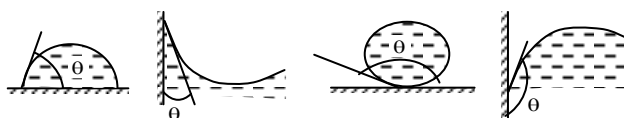
- 1) почти несжимаемы (расстояние между молекулами невелико);
- 2) текучи (молекулы могут свободно перемещаться друг относительно друга);
- 3) принимают форму сосуда, в котором находятся (в состоянии невесомости принимают форму шара);
- 4) диффундируют быстрее, чем твердые тела.

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

Коэффициент поверхностного натяжения жидкости (σ) – отношение модуля силы

поверхностного натяжения к длине натяжения. $\sigma = \frac{F_n}{l} = \text{const}$ $[\sigma] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$,

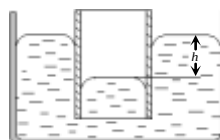
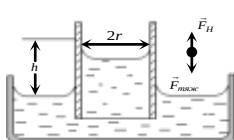
Если капнуть немного жидкости на твердую поверхность, то можно наблюдать смачивание или несмачивание. Это определяется *краевым углом*.



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.



стекло, ртуть его не

Капилляр – трубка,

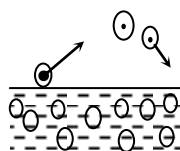
диаметр которой соизмерим с

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

- Скорость испарения определяется свойствами быстрее спирта, спирт – быстрее воды) и она
- 1) больше свободная поверхность жидкости;

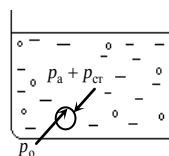


поверхности жидкости.

жидкости (эфир испаряется тем больше, чем:

- 2) больше разность температур жидкости и окружающей среды ($T_{\text{жидк}} > T_{\text{среды}}$);

- 3) больше скорость потока воздуха над



жидкостью.

жидкости при постоянной

Кипение – парообразование в объёме всей температуре.

Точка кипения – температура кипения жидкости при нормальном атмосферном давлении.

Кристаллические вещества – вещества, атомы и молекулы которых образуют периодически повторяющуюся внутреннюю структуру.

Анизотропность – зависимость физических свойств вещества от направления.

- Кристаллы анизотропны.

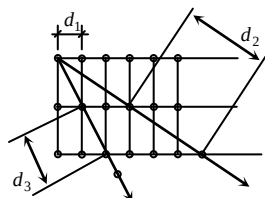
Кристаллическая решетка – пространственная сеть связей, узлы которой совпадают с центрами атомов или молекул вещества.

- Кристаллическая решетка служит для наглядного изображения внутренней структуры кристалла.

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

Аморфные (изотропные) вещества – свойства которых одинаковы во всех

- В аморфных веществах кристаллической внутреннему устройству они подобны
- Аморфные вещества: смолы, стекло,



вещества, физические направления.

решетки нет и по своему жидкостям. 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] = 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.).

Примеры решения задач

1. Определите силу поверхностного натяжения, действующую на соломинку, плавающую на поверхности воды. Длина соломинки 6 см.

Дано: вода	Решение:	Вычисления:
$a = 6 \text{ см} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$	$F = \sigma \cdot \ell$ $\ell = 2a$	$F = 2 \cdot 72 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-2} = 876 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$
	$F = 2\sigma \cdot \ell$	

$$\sigma_{\text{воды}} = 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Ответ: 8,76 мН

F –?

Решить задачи (n=_____ -номер в списке по журналу)

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 1 мм² приложены растягивающие силы по 200 Н 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?
14. Почему большинство сплавов (сталь, чугун, бронза) меньше подвержены пластическим деформациям, чем чистые металлы?
15. Как изменяется структура металла при прокате?
16. При обработке металла давлением у заготовки возникает наклеп, если заготовки предварительно не нагреваются. Чем мешает наклеп?
17. Как изменяется энергия тела при пластических деформациях?
18. Проволока изготавливается на волочильном стане (металлический прут многократно протягивается через ряд отверстий, с постепенно уменьшающимися отверстиями). Какие деформации испытывает при этом металл?

19. Прокат режут на полосы при температуре 800° С. Рассчитать длину горячих полос, если при температуре 20°С они должны иметь длину 15м.
20. Почему обработка стали труднее обработки дюралюминия?
21. 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?
22. Для придания стальным изделиям твердости насыщают их поверхностный слой углеродом (цементация), азотом (азотирование), алюминием (алютирование). Почему процессы проводят при высоких температурах? На каком физическом явлении они основаны?
23. 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?
24. Внутри чугунной отливки во время литья могут остаться пузырьки газа, что ухудшает его прочность. Имеются ли пустоты в чугунной отливке, если ее объем 5 дм³, а масса 30,5кг? Если имеются, то каков их объем?
25. Для плавки металла требуется воздушное дутье, обеспечивающее поступление в печь n м³ воздуха в секунду при давлении 200кПа. Какой объем воздуха при давлении 100кПа нужно подавать каждую секунду в печь, чтобы обеспечить ее работу (процесс изотермический).
26. Нагретые для закалки стальные детали охлаждают в воде, масле. В какой среде охлаждение идет наиболее быстро и почему?
27. При обработке металлов резанием в качестве охлаждающих жидкостей широко применяют масла и эмульсии. Почему почти не применяют для этих целей водные растворы?
28. Для изготовления арматуры железобетонных конструкций применяют легированные стали. Легирующие элементы (марганец, кремний, хром) образуют с железом твердые растворы, структура и свойства которых отличаются от структуры и свойств твердых растворов углерода с железом – углеродистых сталей. В чем состоит это отличие?
29. Каков механизм кристаллизации металла?
30. Все виды термической обработки (отжиг, нормализация, отпуск, закалка) сплавов сводятся к их нагреву до определенной температуры, выдерживанию при этой температуре и охлаждению до комнатной температуры (+20°С) с разной скоростью. Как влияет скорость охлаждения на физико-химические свойства?
31. Можно ли заливать металл в форму, сделанную из материала, который смачивается данным металлом?
32. В листе стали имеется круглое отверстие. Увеличится оно или уменьшится, если лист стали нагреть?
33. При испарении, как известно, температура жидкости понижается. Почему в таком случае температура воды, бензина, спирта и т. д. в обычных условиях почти такая же, что и температура окружающего воздуха, хотя их поверхность открыта?
34. Железнодорожные рельсы имеют длину 25 м и изготовлены из стали. Как изменяется их длина, если годовые изменения температуры колеблются от 30 до -30 °С?
35. В железнодорожную цистерну погрузили нефть объемом 50 м³ при температуре 40С. Какой объем нефти выгрузили, если на станции назначения температура воздуха была -40° С?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 1.4 Элементы статики и гидростатики

Практическое занятие № 7 «Законы статики»

Цель работы:

1. Повторить основные термины и формулы раздела «Статика».
2. Сформировать умение применять формулы при решении задач.
3. Развивать логическое мышление, память, внимание; умение рассуждать и выделять главное.
4. Развивать навыки самоконтроля и взаимоконтроля.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР67; ПРy5; ПРy9

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

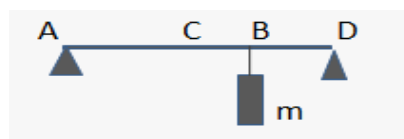
Решить задачи:

Внимание! При представлении решения заданий требуется развернутый ответ. В нем обязательно должен поясняющий чертеж (рисунок), ссылка на физические законы (правила, постулаты и т.д.), система уравнений, приводящая к правильному алгебраическому ответу, и числовой ответ с указанием единиц.

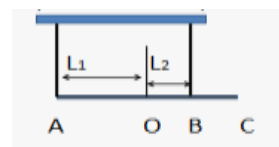
1. Однородная балка длиной 6 м своими концами опирается на две опоры. К балке на расстоянии 2 м от правого конца подвешен груз массой $m = 750\text{ кг}$. Масса балки 120 кг . С какой силой балка с грузом давит на правую опору?

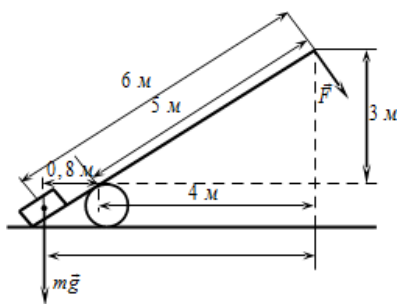
2. На земле лежит балка массой 90 кг . Какую силу необходимо приложить, чтобы приподнять балку за один из ее концов?

3. Балка массой 140 кг подвешена на двух канатах. Определите силы натяжения канатов, если $L_1 = 3\text{ м}$, $L_2 = 1\text{ м}$.



быть





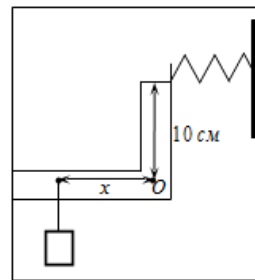
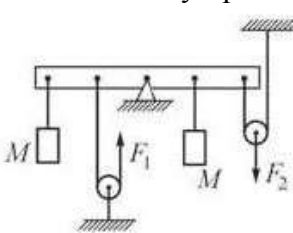
4. Если закрепить два груза массами $2m$ и m на невесомом стержне длиной $L=3m$, как показано на рисунке, то, для того чтобы стержень оставался в равновесии, его следует подвесить в точке O , находящейся на расстоянии x от груза массой $2m$. Найдите расстояние x .

5. Под действием силы тяжести mg груза и силы F рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы F перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих

расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Найдите модуль силы тяжести, действующей на груз, если модуль силы F равен 120 Н .

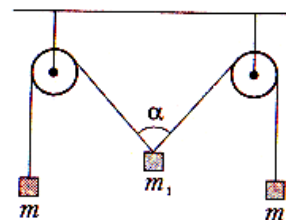
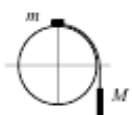
6. К концам рычага приложены направленные вниз силы 6 Н и 4 Н . Точка опоры находится на 5 см ближе к одному концу рычага, чем к другому. Какова длина (см) рычага, если он находится в равновесии?

7. К легкому рычагу сложной формы с точкой вращения в точке O (см. рисунок) подвешен груз массой 2 кг и прикрепена пружина, второй конец которой прикреплен к неподвижной стене. Рычаг находится в равновесии, а сила натяжения пружины равна 15 Н . На каком расстоянии x от оси вращения подвешен груз, если расстояние от оси до точки крепления пружины равно 10 см ?



8. Чтобы уравновесить на лёгкой рейке с помощью двух невесомых блоков одинаковые грузы массой M каждый, к нити, перекинутой через левый блок, и к оси правого блока необходимо приложить вертикальные силы F_1 и F_2 (см. рисунок). Расстояния между чёрными точками на рейке одинаковы, трение отсутствует, нити нерастяжимы. Что можно утверждать про силы F_1 и F_2 .

9. Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы. Груз m находится в точке A на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз m отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу 30° . Найдите массу m , если $M=100\text{ г}$. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь.



10. К концам нити, перекинутой через два блока, подвешены два одинаковых груза массами 5 кг каждый. Какой массой обладает груз m_1 , если при равновесии $\alpha=120^\circ$?

Краткие теоретические сведения

Статика

Равновесие – одно из состояний:

- 1) покой;
- 2) равномерное прямолинейное движение;
- 3) равномерное вращение вокруг неподвижной оси.

Равновесие невращающихся тел

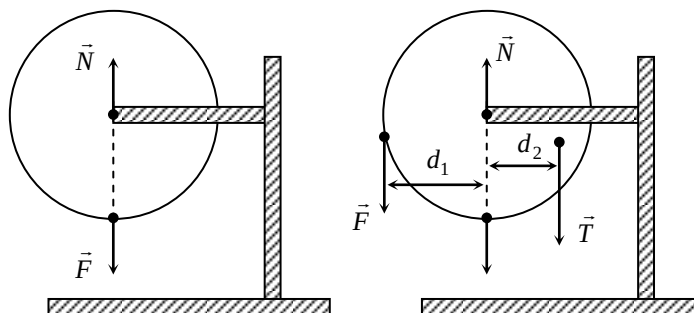
Согласно второму закону Ньютона, для того, чтобы невращающееся тело находилось в равновесии, необходимо, чтобы равнодействующая всех приложенных к нему сил равнялась

нулю: $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0}$ – условие равновесия.

Равновесие тел, имеющих ось вращения

Пусть тело закреплено на неподвижной оси (п.1.4) и к нему приложена сила $\vec{F}$ одним из двух способов:

- 1) линия действия $\vec{F}$ проходит через ось вращения. $\vec{F}$ будет уравновешена реакцией $\vec{N}$ и тело находится в равновесии;
- 2) линия действия $\vec{F}$ не проходит через ось вращения, что приводит к вращению тела.



Приложим к телу силу $\vec{T}$, вызывающую его вращение в противоположную сторону. При определённых условиях вращение может стать равномерным либо прекратится совсем. **Плечо силы (d) относительно оси** – кратчайшее расстояние от линии действия силы до этой оси.

Момент силы (M) – произведение модуля силы на её плечо.

$$M = |\vec{F}| \cdot d \quad [M] = 1 \text{ Нм}$$

- В данном параграфе момент рассматривается как скалярная величина, а силы и их плечи лежат в плоскости, перпендикулярной оси вращения.
- Момент силы, вращающий тело по часовой стрелке, считают отрицательным, против – положительным.

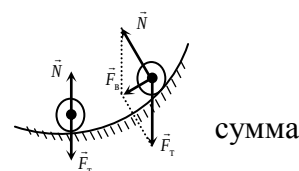
Условие равновесия известно как **правило моментов**: тело, имеющее неподвижную ось вращения, находится в равновесии, если алгебраическая сумма моментов всех приложенных к нему сил равна нулю.

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n \vec{F}_i &= \vec{0} \\ \sum_{i=1}^n M_i &= 0 \end{aligned} \right\}$$

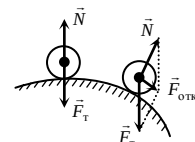
Полное условие равновесия (для любых тел)

Тело находится в равновесии, если равнодействующая всех приложенных к нему сил равна нулю и моменты этих сил относительно оси вращения также равна нулю.



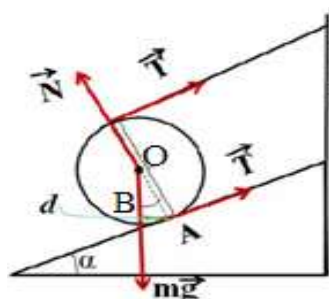
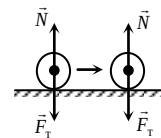
Виды равновесия

1. **Устойчивое равновесие** – равновесие, при выходе из которого возникает сила $\vec{F}_в$, возвращающая тело в исходное положение.



2. **Неустойчивое равновесие** – равновесие, при выходе из которого возникает сила $\vec{F}_{откл.}$, ещё больше отклоняющая тело от исходного положения.

3. **Безразличное равновесие** – равновесие, при выходе из которого не возникает ни возвращающая, ни отклоняющая сила.



Пример. Цилиндр массой $m = 150$ кг удерживается на наклонной плоскости с помощью ленты, с одной стороны закрепленной на наклонной плоскости, а с другой направленной параллельно плоскости. Найти силу натяжения ленты. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$.

Решение. Задачу можно решить, применяя либо только первое условие равновесия, либо только второе.

1 способ. Используем первое условие равновесия. Запишем сумму всех действующих сил: , где T – сила натяжения ленты, N – сила

реакции опоры, mg – сила тяжести цилиндра.

Возьмем проекции сил на оси OX и OY . Направим ось OX вдоль силы натяжения ленты, а ось OY перпендикулярно выбранной оси и по направлению действия силы N .

На ось OX : $2T - mg \sin \alpha = 0$

На ось OY : $N - mg \cos \alpha = 0$

Решая полученную систему уравнений относительно T получим: N .

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач (№№ 1-10) на доске выписываются формулы по данной теме.
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи, соблюдая алгоритм решения, убедиться в правильности полученных величин и их единиц измерения.

Ход работы.

1. В каждой задаче сделать рисунок, показать все силы, действующие на тело (или тела системы), находящиеся в положении равновесия, выбрать систему координат и определить направление координатных осей.
2. Для тела, не имеющего оси вращения, записать первое условие равновесия в векторной форме, затем записать это условие равновесия в проекциях на оси координат и получить уравнение в скалярной форме.
3. Для тела, с закрепленной осью вращения, следует определить плечи всех сил относительно этой оси и использовать второе условие равновесия (правило моментов).
Если из условия задачи следует, что ось вращения тела не закреплена, то необходимо использовать оба условия равновесия. Для этого выбрать ось, относительно которой целесообразно определять момент сил (при этом положение оси вращения следует выбирать так, чтобы через нее проходило наибольшее число линий действия неизвестных сил), определить плечи сил и написать уравнение, выражающее второе условие равновесия.
4. Решить полученную систему уравнений и определить искомые величины.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема: 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Практическое занятие № 8

Решение задач по теме «Основы МКТ, уравнение состояния идеального газа»

Цель работы: углубить и конкретизировать представления о молекулярно-кинетической теории вещества; научиться использовать законы МКТ для расчёта основных параметров состояния газа.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР6 4; ПР6 7

ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения

Провести анализ величин, входящих в формулы, уяснить причинную связь явлений, протекающих в веществе, установить основную зависимость изменения параметров состояния вещества

Решить задачи по вариантам, используя основные формулы законов МКТ, рассчитать параметры состояния вещества (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения:

Количество вещества (ν) – физическая величина, определяемая числом его структурных элементов (атомов, молекул и др.) $[\nu] = 1 \text{ моль}$.

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

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

Молярная масса вещества (μ) – величина, численно равная его относительной атомной (молекулярной) массе $m_{\text{отн}}$ в атомных единицах массы (см. периодическую систему Дмитрия Ивановича Менделеева (1834–1907, Россия).

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

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

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 объёма V . $n = \frac{N}{V}$ $n_{\text{л}} \approx 2,7 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$

$$[n] = 1 \frac{1}{\text{м}^3}$$

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

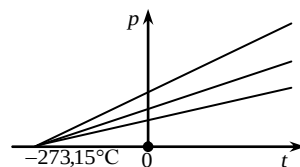
$N = \nu \cdot N_A$ и $m = \nu \cdot \mu$ – число молекул N в ν моль вещества и его масса m .

$p = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \bar{E}_k$ – 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. $1 \text{ К} = 1^\circ\text{C}$. 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 Людвиг Больцмана (1844–1906, Австрия)).

$p = nkT$, т. е. давление газа не зависит от его природы, а определяется только концентрацией n молекул и температурой T .

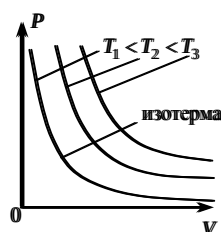
Объединённый газовый закон: для $\boxed{\frac{pV}{T} = \text{const}}$ $\boxed{\frac{pV}{T} = \nu R}$ данного количества вещества произведение давления газа на его объём, отнесённое к абсолютной температуре, есть величина постоянная.

$\boxed{R = k \cdot N_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}}$ – универсальная газовая постоянная.

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

Практический интерес вызывают три процесса в газах:

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

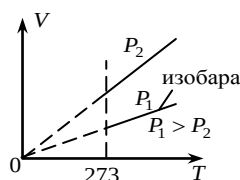


Изотермический процесс. Закон Бойля-Мариотта

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.

$$\boxed{pV = \text{const}}$$

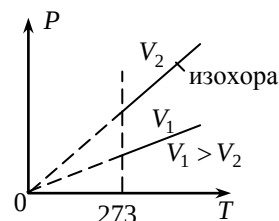


Изобарический процесс. Закон Гей-Люссака

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

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

$$\boxed{V = \alpha T}$$



Изохорический процесс. Закон Шарля

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

Закон Шарля: при постоянных $\boxed{p = \beta T}$ количестве вещества и объёме давление газа прямо пропорционально его абсолютной температуре.

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

$\boxed{U = \frac{3}{2} \nu RT}$ – для одноатомного идеального газа. $\boxed{U = \frac{5}{2} \nu RT}$ – для двухатомного газа

$$\boxed{A = p \cdot \Delta V} \quad \boxed{A = \nu R \Delta T}$$

$\boxed{U = 3 \nu RT}$. Для многоатомного идеального газа

Работа газа при изобарическом расширении:

Физический смысл R :

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

Примеры решения задач

1. Определите количество вещества и число молекул, содержащихся в одном килограмме углекислого газа.

Дано: CO_2 $m = 1 \text{ кг}$	Решение:
$\nu = ? N = ?$	$\left. \begin{aligned} \nu &= \frac{N}{N_A} \\ \nu &= \frac{m}{\mu} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}; N = \frac{m \cdot N_A}{\mu} = \nu \cdot N_A$

Вычисления: $\nu = \frac{1 \text{ кг}}{44 \cdot 10^{-3} \text{ кг / моль}} \approx 23 \text{ моль}; N = 23 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} \approx 1,4 \cdot 10^{25} \text{ шт}$

Ответ: $N \approx 1,4 \cdot 10^{25} \text{ шт}$

2. Сколько молекул кислорода находится в объеме 1 л при температуре 0°C и давлении 133,3 Па.

Дано: O_2 $V = 1 \text{ л}$ $p = 133,3 \text{ Па}$ $t = 0^\circ\text{C}$	с 10^{-3} м^3	Решение $p = nkT$ $n = \frac{p}{kT}$ $n = \frac{N}{V} \Rightarrow N = n \cdot V = \frac{p}{kT} \cdot V$
---	--	--

$N = ?$

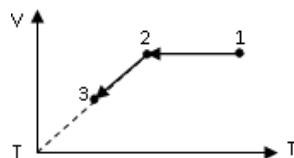
Вычисления: $N = \frac{133,3 \text{ Па} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж / К} \cdot 273 \text{ К}} \approx 3,5 \cdot 10^{19}$ Ответ: $N = 3,5 \cdot 10^{19} \text{ шт}$

Решить задачи

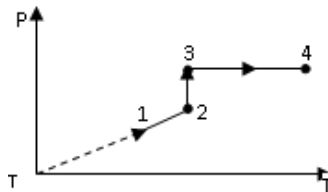
В условии некоторых задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 2: по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

2. Вычислить массу одной молекулы заданного газа.
3. Сколько молекул содержится при нормальных условиях в m килограммах водорода H_2 ?
4. Какое количество вещества ν содержится в алюминиевой отливке массой m ?
5. Какова масса ν молей углекислого газа?
6. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна E_k . Чему равна температура газа?
7. В баллоне емкостью V литров находится кислород при температуре T и давлении P . Определить массу газа в баллоне.

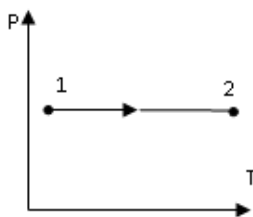
8. В цилиндре дизеля давление воздуха изменяется от P_1 до P_2 ; объем при этом уменьшается от V_1 до V_2 литров. Начальная температура процесса T_1 . Определить температуру воздуха T_2 в Кельвинах после сжатия.
9. Какова внутренняя энергия ν молей одноатомного газа при температуре T ?
10. В баллоне емкостью 30 л находится кислород при температуре 300К и давлении 0,78МПа. Определите массу газа в баллоне.
11. Баллон емкостью 100 л содержит 5,76 кг кислорода. При какой температуре возникает опасность взрыва, если баллон выдерживает давление до 5МПа?
12. Вычислить увеличение внутренней энергии 2кг водорода при повышении его температуры на 10 К.
13. Углекислый газ массой 0,2 кг нагревают при постоянном давлении на 88К. Какую работу совершает при этом газ?
14. При изготовлении электроламп их наполняют инертным газом при температуре 150° С. Под каким давлением должны наполняться лампы, чтобы при температуре 300° С, которая устанавливается при горении лампы, давление не превышало 0,1 МПа? Какие требования надо предъявить к проволоке, которую вплавляют в стекло электрической лампы? Почему?
15. Изобразите графики процессов изменения состояния газа в системе координат p, T и p, V .



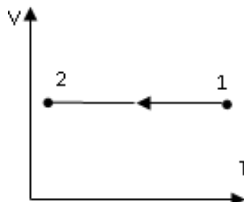
16. Изобразите графики процессов изменения состояния газа в системе координат p, V и V, T .



17. Газ переведен из состояния 1 в состояние 2, как показано на рисунке. Какой это процесс? Как изменился объем газа?



18. Газ переведен из состояния 1 в состояние 2, как показано на рисунке. Какой это процесс? Как изменилось давление газа?



19. Сколько молей и молекул азота содержится в баллоне вместимостью 20м³ под давлением 652 мм рт.ст. при температуре 19С⁰? Какова плотность газа?

Таблица 2

вариант	1	2	3	4	5	6			7					8	
	ГАЗ	m	m	v	E _к	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	6·10 ²¹	2	100	1	2	1	7	5	27	1	27
2	Водород H ₂	2	54	4	7·10 ²¹	4	200	2	3	2	8	6	28	2	28
3	Метан CH ₄	3	81	6	8·10 ²¹	6	300	3	4	3	9	7	29	3	29
4	Озон O ₃	4	108	8	9·10 ²¹	8	400	4	5	4	10	8	30	4	30
5	Азот N ₂	5	135	10	1·10 ²¹	10	100	5	6	5	11	9	31	5	31
6	Углерод C ₂	6	162	12	2·10 ²¹	12	200	6	7	6	12	10	32	6	32
7	Углекислый CO ₂	7	189	14	3·10 ²¹	14	300	7	8	7	13	11	33	7	33
8	Гелий He ₂	8	216	16	4·10 ²¹	16	400	8	9	8	14	12	34	8	34
9	NH ₃	9	243	18	5·10 ²¹	18	100	9	10	9	15	13	35	9	35
10	Cl ₂	10	270	20	5,5·10 ²¹	20	200	10	11	10	16	14	36	10	36

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.2 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Практическое занятие № 9

«Абсолютные и относительные деформации твердых тел»

Цель: научиться применять закон Гука к решению некоторых физических задач, научиться отличать абсолютное и относительное удлинение.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР61; ПР64; ПР67; ПР68; ПР93; ПР94; ПР99; ПР100

Материальное обеспечение: тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа. Порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

Ход работы:

Краткие теоретические сведения

Виды деформации. Закон Гука

Деформацией называют изменение формы или объема тела.

Упругой называют деформацию, которая полностью исчезает после прекращения действия внешних сил.

Неупругой (пластической) называют деформацию, которая не исчезает после прекращения действия внешних сил.

Сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону, противоположную перемещению частиц тела при деформации, называется *силой упругости*.

Причиной деформации тела является движение одной части относительно другой, а следствием деформации тела является возникновение силы упругости.

Виды деформации

Деформация растяжения (сжатия)

- это деформация, при которой изменяется расстояние между параллельными слоями упругого твердого тела.

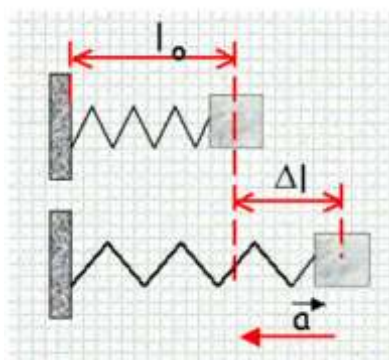
При деформации растяжения увеличиваются размеры тела.

При деформации сжатия уменьшаются размеры тела.

Деформация растяжения (сжатия) характеризуется абсолютным удлинением.

Абсолютное удлинение показывает на сколько изменяется длина тела по сравнению с первоначальной длиной образца.

$$\Delta l = l - l_0$$



$\Delta l > 0$ деформация растяжения $\Delta l < 0$ деформация сжатия

Относительным удлинением называют физическую величину, равную отношению абсолютного удлинения к первоначальной длине образца.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Деформация изгиба

Деформации изгиба подвергается тело, закрепленное с двух сторон и нагруженное посередине, либо тело, закрепленное с одной стороны и нагруженное с другой стороны.

При деформации изгиба вогнутая часть тела подвергается деформации сжатия, выпуклая часть тела подвергается деформации растяжения.

Чтобы тела меньше подвергались, деформации изгиба, их делают трубчатыми.

Деформация сдвига

- это такая деформация, при которой происходит смещение (сдвиг) параллельных слоев упругого твердого тела друг относительно друга.

Деформация кручения

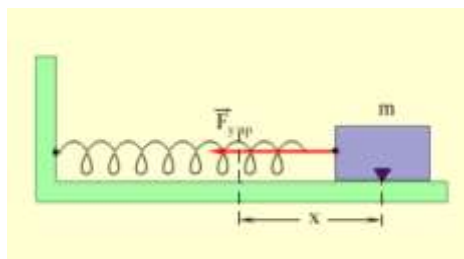
Деформации кручения подвергается тело, один конец которого закреплен, а к другому концу приложены две силы, равные по модулю и противоположные по направлению.

Закон Гука

Сила упругости, возникающая при малых деформациях тела, пропорциональна удлинению тела и направлена в сторону, противоположную направлению перемещений частиц тела.

$$F_y = -kx$$

k - жесткость тела, зависит от формы и размеров тела, и от материала, из которого изготовлено тело, x - смещение.



Сила упругости

Силы упругости возникают при деформации тела и направлены в сторону, противоположную смещению частиц тела из положения равновесия.

Закон Гука

Для малых упругих деформаций растяжения и сжатия выполняется закон Гука: сила упругости прямо пропорциональна удлинению тела и направлена в сторону, противоположную направлению перемещений частиц тела при деформации:

$$\vec{F} = -k \cdot \Delta l,$$

где k – коэффициент жесткости, Н/м;

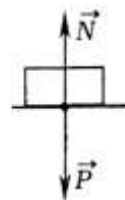
Δl – удлинение тела, м.

При проекции на ось X закон Гука принимает вид:

$$F_y = -kx,$$

где $x = \Delta l$ – удлинение тела, м.

($x > 0$ при деформации растяжения, $x < 0$ при деформации сжатия).



Примеры силы упругости.

Сила реакции опоры (сила, действующая со стороны опоры на тело) – $\vec{N}$.

Сила нормального давления (тела на опору) – $m\vec{g}$.

Сила реакции опоры и сила нормального давления направлены перпендикулярно поверхности соприкосновения тел (рис.8).

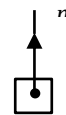
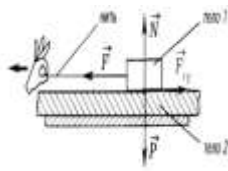


Рис. 8

Сила натяжения – направлена вдоль нити (троса и т.п.) – T .



Вес тела. Невесомость

Вес тела – сила, с которой тело, вследствие его притяжения к Земле, действует на опору или подвес.

Вес тела, обозначенный буквой – $\vec{P}$, по модулю равен силе тяжести:

$$\vec{P} = m\vec{g}.$$

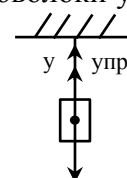
Но это не значит, что $\vec{F}_T$ и $\vec{P}$ – одно и то же.

Сила тяжести ($\vec{F}_T$) – это гравитационная сила, приложенная к телу.

Вес тела – это сила упругости, приложенная к подвесу.

Пример решения задач

На тонкой проволоке подвешен груз массой 10 кг. При этом длина проволоки увеличилась на 0,5 мм. Чему равна жесткость проволоки?



Дано: $m=10$ кг
 $x=0,5$ мм
 $k=?$

Решение:

Груз, подвешенный на проволоке, находится в покое. Значит $\vec{F}_{\text{упр.}}$ по модулю равна F_m . $\vec{F}$

$$m=m\vec{g}; \vec{F}_{\text{упр.}}=-kx \text{ В скалярной формуле ось ОУ: } F_m - F_{\text{упр.}} = 0 \Rightarrow F_m = F_{\text{упр.}} \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x}; k = \frac{10 \cdot 9,8}{0,5 \cdot 10^{-3}}$$

$$=196000 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Ответ: $196 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Решить задачи

1. Тело массой 2 кг тянут по гладкой доске с помощью пружины, которая при движении растянулась на 2 см. Жесткость пружины 200 н/м. Определите ускорение, с которым движется тело.
2. Брусok тянут по горизонтальной гладкой поверхности с помощью пружины, жесткостью 150 м/с². Определить массу бруска если длина пружины после движения изменилась на 3 см, а ускорение бруска составило 1,5 м/с²?
3. Человек массой 70 кг поднимается в лифте, движущемся равнозамедленно вертикально вверх с ускорением 1 м/с². Определить силу давления человека на пол кабины лифта.
4. Груз массой 45 кг перемещается по горизонтальной плоскости под действием силы 294 Н, направленной под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения груза о плоскость 0,1. определить ускорение движения груза.
5. Тело скользит равномерно по наклонной плоскости с углом наклона 40°. Определите коэффициент трения о плоскость ($a=0$).

6. Под действием постоянной силы $1,2 \cdot 10^{-2}$ Н. Материальная точка прошла путь 30 м за первые 10 с. Определить массу точки.
7. На два тела действуют равные силы. Первое тело имеет массу 50 г и движется с ускорением 1 м/с^2 . Второе тело движется с ускорением 1 м/с^2 . Чему равна масса второго тела?
8. Автомобиль масса 3 т движется со скоростью 28,8 км/ч. При торможении он останавливается через 6 с. Определить силу торможения.
9. Вагон, масса которого 11 т, идет со скоростью 18 км/ч. Какова должна быть сила торможения, чтобы остановить вагон на расстоянии 250 м от точки начала торможения?
10. Найти величину тормозящей силы действующей на тележку массой 500 кг, если при скорости движения 40 м/с тормозной путь был равен 70 м.
11. Какой путь при торможении пройдет мотоцикл, имея начальную скорость 120 км/ч, при массе 250 кг и силе торможения 4 кН.
12. Поезд сила, тяжести которого $3,92 \cdot 10^6$ Н, движется со скоростью 54 км/ч. Определить силу торможения, если путь, который поезд прошел от начала торможения до остановки, равен 200 м.
13. Тело массой 500 кг подвесили на канате, и оно движется равнопеременно вниз. За первые 10 с от начала движения тело проходит путь 20 м. Чему равна сила натяжения каната?
14. Канат может выдержать нагрузку 2,5 кН. С каким максимальным ускорением можно поднимать груз 200 кг, чтобы канат не разорвался?
15. Тело массой 0,2 кг. Падает вертикально вниз с ускорением $9,2 \text{ м/с}^2$. Чему равна средняя сила сопротивления воздуха?
16. Тело движется со скоростью 6 м/с и останавливается при торможении через 3 с. Чему равен коэффициент трения?
17. Под действием силы 10 Н пружина удлинилась на 0,1 м при длине в 1 м. Какова жесткость пружины?
18. Тело равномерно движется по наклонной плоскости. На него действуют сила тяжести 50 Н, сила трения 30 Н и сила реакции опоры 40 Н. Каков коэффициент трения?
19. На пружине подвешена гиря массой 200 г, которая, деформируя пружину, растягивает её на 5 см. Чему равен коэффициент жесткости пружины.
20. Две тележки, прижаты друг к другу и сжимающие пружину, отпустили (рис. 5). Когда пружина распрямилась, тележка массой 5 кг приобрела скорость 3 м/с. Какова скорость второй тележки массой 2,5 кг?



нки, скатившись с горы, движутся по горизонтальной дорожке. За 3 с их скорость уменьшилась на 6 м/с. Сила трения санок о дорожку 12 Н. Какова масса санок?

21. Масса спортивного ядра около 7 кг. С какой силой его притягивает Земля?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.2 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Практическое занятие № 10

«Давление жидкостей и твердых тел. Закон Паскаля»

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

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР61; ПР64; ПР67; ПР68; ПРy3; ПРy4; ПРy9; ПРy10

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, -справочные материалы

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи по вариантам (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения

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**.

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

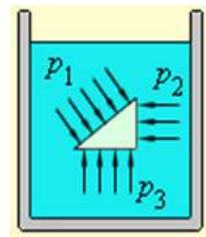
Давление (p) – отношение силы к площади поверхности, на которую она действует в перпендикулярном направлении. $[p] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 1 \text{ Па}$ – паскаль

Давление в жидкостях

Основным отличием жидкостей от твердых (упругих) тел является способность легко изменять свою форму.

Части жидкости могут свободно сдвигаться, скользя друг относительно друга. Поэтому жидкость принимает форму сосуда, в который она налита.

На тело, погруженное в жидкость или газ, действуют силы, распределенные по поверхности тела. Для описания таких распределенных сил также используется физическая величина –



давление.

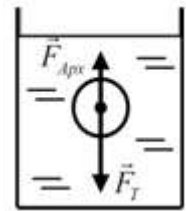
Закон Паскаля: давление в жидкости или газе передается во всех направлениях одинаково и не зависит от ориентации площадки, на которую оно действует.

Для иллюстрации закона Паскаля на рисунке изображена небольшая прямоугольная призма, погруженная в жидкость. Если предположить, что плотность материала призмы равна плотности жидкости, то призма должна находиться в жидкости в состоянии безразличного равновесия. Это означает, что силы давления, действующие на грани призмы, должны быть уравновешены. Это произойдет только в том случае, если давления, т. е. силы, действующие на единицу площади поверхности каждой грани, одинаковы: $p_1 = p_2 = p_3 = p$.

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: $p = p_0 + \rho gh$

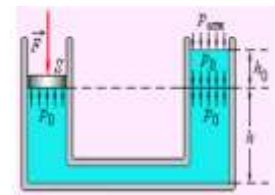


На тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила – сила Архимеда. Архимедова сила, действующая на погруженное в жидкость (или газ) тело, равна весу жидкости (или газа), вытесненной телом $F_{Арх} = \rho_{жид} g V_{тела}$

- 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 коленах сообщающегося сосуда соответственно.



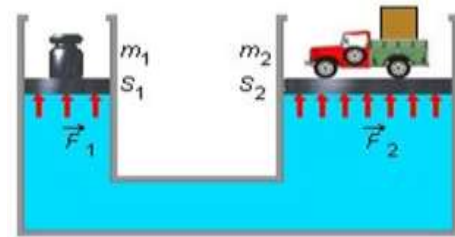
Гидравлический пресс

Если оба вертикально расположенных цилиндра сообщающихся сосудов закрыть поршнями, то с помощью внешних сил, приложенных к поршням, в жидкости можно создать большое давление p , во много раз превышающее ρgh в любой точке системы. Если поршни S_1 и S_2 , то на них со стороны жидкости $F_1 = pS_1$ и $F_2 = pS_2$. При $S_2 \gg S_1$, то $F_2 \gg F_1$.

$$\left[\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \text{ или } F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1} \right]$$

гидростатическое давление имеют разные площади S_1 и действуют разные силы $F_1 =$

Устройства такого рода называют гидравлическими машинами



Примеры решения задач

1. Определить давление бензина на дно цистерны, если высота столба бензина 2,4 м, а его плотность 710 кг/м^3 .

Дано:

$$h = 2,4 \text{ м}$$

$$\rho = 710 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p = ?$$

Решение:

$$p = \rho gh$$

$$p = 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 2,4 \text{ м}$$

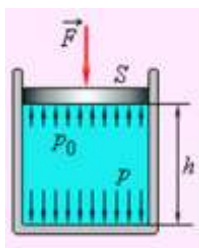
$$p = 17040 \text{ Па} = 17,04 \text{ кПа}$$

Ответ: 17,04 кПа

Решить задачи (n=_____номер в

списке по журналу)

1. Какие предположения (выводы) о внутреннем строении вещества можно сделать, наблюдая следующие явления: а) масло, заключенное 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?
5. 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.
6. Почему газ при сжатии становится плотнее? Объясните на основе молекулярного строения.
7. Вычислите плотность выпавшего на днях снега, если масса снега, выпавшего на специально поставленный лист стекла площадью 400 см^2 , равна 2 кг при толщине снежного покрова 25 см.



8. Давление воздуха в заводской пневматической сети 3-6 атмосфер. Выразить это давление в СИ.

9. Нажимая на поршень в цилиндре, можно сократить объем воздуха, заключенного в нем. На что это указывает?

10. В компрессоре воздух подвергается сильному сжатию. Изменяется ли при этом расстояния между молекулами?

11. Поршни цилиндров двигателей обычно делают из того же материала, что и стенки цилиндра. Почему?

12. Определить выталкивающую силу, действующую на камень объемом $\underline{p} \text{ м}^3$ в морской воде. Плотность морской воды 1030 кг/м^3 .
13. Определить объем детали, погруженной в воду для термообработки, если архимедова сила, действующая на неё, равна $\underline{p} \text{ кПа}$.
14. Чему равна архимедова сила, действующая в воде на панель массой $\underline{p} \text{ кг}$ из стекла, пробки, алюминия, свинца? ($\rho_{\text{стекла}} = 1200 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{пробки}} = 240 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{алюминий}} = 2700 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{свинца}} = 11300 \text{ кг/м}^3$)
15. Площадь малого поршня гидравлического пресса равна 10 см^2 , большого — 50 см^2 . На малый поршень поместили гирю массой 1 кг. Какой груз нужно поместить на большой поршень, чтобы жидкость осталась в равновесии?

16. Насос нагнетает масло в гидравлический пресс под давлением p МПа. Это давление передается на больший поршень, площадь которого 800 см^2 . Какую силу давления испытывает этот поршень?
17. Большой поршень гидравлического пресса площадью 180 см^2 действует на прессуемое тело с силой p кН. С какой силой действует масло в прессе на малый поршень, если его площадь равна 4 см^2 ?
18. Определить давление бензина на дно цистерны, если высота столба бензина $2,1 \text{ м}$, а его плотность 710 кг/м^3
19. Вычислите давление и силу давления керосина на дно бака площадью 50 дм^2 , если высота столба керосина в баке p см.
20. Расширяясь, газ переместил поршень на расстояние $0,5 \text{ м}$. Площадь поршня $0,02 \text{ м}^2$, атмосферное давление нормальное ($101,3 \text{ кПа}$). Определите: работу газа по проталкиванию поршня; количество теплоты, отданное нагревателем. Считайте КПД нагревателя равным 1 , а трением пренебрегите.
21. В сталелитейном производстве «изложницей» называется чугунный стакан без дна, в который выливают расплавленный металл. Верхнее отверстие изложницы немного меньше нижнего того, чтобы можно было изложницу снять с отвердевшего слитка, когда остынет металл. Чтобы металл снизу не выливался, изложницы ставят на плоское основание и делают их очень массивными. На рисунке слева изображена изложница, справа — подъем изложницы с отлитого слитка. Определите силу давления, которую производит на подложку изложницы налитый чугун, если высота изложницы $1,5 \text{ м}$, а площадь нижнего основания 1600 см^2 . Плотность чугуна 7000 кг/м^3 .



работу
газу

для

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.3 Основы термодинамики

Практическое занятие №11, 12

Решение задач по теме «Основы термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. КПД тепловых машин»

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.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР61; ПР64; ПР67; ПР68; ПРy3; ПРy4; ПРy9; ПРy10;

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы. Выучить формулировку и математическую запись первого начала термодинамики
3. Решить задачи по вариантам, составив уравнения теплового баланса, решить задачи на изменение внутренней энергии тела при тепловых и механических процессах (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения:

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 (1⁰C). $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ [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.

$$Q = r \cdot m \quad \left[r = \frac{Q}{m} \right] \quad [r] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

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. $Q = \lambda \cdot m \quad \left[\lambda = \frac{Q}{m} \right] \quad [\lambda] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

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 $\Delta U = Q + A$

Применение первого начала термодинамики к изопроцессам

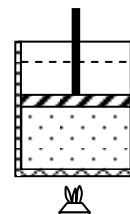
Изотермический процесс, $T = \text{const}$	Изохорный процесс, $V = \text{const}$	Изобарный процесс, $p = \text{const}$	Адиабатический процесс, $Q = 0$
$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = A_{\text{возд}}$	$A_{\text{возд}} = 0 \Rightarrow Q = \Delta U$	$Q = \Delta U + A_{\text{возд}}$	$A_{\text{возд}} = -\Delta U$

Тепло
вая
машин
а –

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 .



Q_1 при

Холодильник – устройство, отнимающее от рабочего тела количество теплоты Q_2 при температуре T_2 . $\eta_{\text{max}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

Примеры решения задач

1. В алюминиевую кастрюлю массой 0,15 кг налито 1,2 кг воды при 20°C . Сколько кипятку нужно долить в кастрюлю, чтобы температура воды стала 50°C ? Потерями тепла в окружающую среду пренебречь.

Дано:

$$m_a = 0,15 \text{ кг}$$

$$m_b = 1,2 \text{ кг}$$

$$t_x = 20^\circ \text{C}$$

$$t_r = 100^\circ \text{C}$$

Решение:

$$\text{полученное тепло } Q_1 = c_b \cdot m_b (\theta - t_x); \quad Q_2 = c_a \cdot m_a (\theta - t_x)$$

$$\text{отданное тепло } Q_3 = c_r \cdot m_r (t_r - \theta)$$

$$\text{уравнение теплового баланса } Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$c_r \cdot m_r (\theta - t_x) + m_a \cdot c_a (\theta - t_x) = c_r \cdot m_r (t_r - \theta)$$

$$\theta = 50^{\circ}\text{C}$$

$$c_a = 920 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$$

$$c_b = 4200 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$$

$$m_r - ?$$

2. В процессе изобарного расширения газу передано 6 МДж теплоты. При этом газ совершает работу 1,2 МДж. Изменилась ли внутренняя энергия газа? Нагрелся газ или охладился.

Дано:	СИ	Решение:	Вычисления:
$A' = 1,2 \text{ МДж}$	$6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$	$\Delta U = Q - A'$	$\Delta U = 6 \cdot 10^6 \text{ Дж} - 1,2 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 4,8 \cdot 10^6 \text{ Дж}$
$Q = 6 \text{ МДж}$	$1,2 \cdot 10^6 \text{ Дж}$		

$$\Delta U - ?$$

3. Определите максимальный КПД тепловой машины, если температура его нагревателя 227°C , а температура холодильника -27°C .

Дано:	СИ	Решение:	Решение:
$t_1 = 227^{\circ}\text{C}$	$T_1 = 500 \text{ К}$	$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	$\eta_{\max} = \frac{500\text{К} - 300\text{К}}{500\text{К}} = 0,4$
$t_2 = 27^{\circ}\text{C}$	$T_2 = 300 \text{ К}$		

$$\eta_{\max} - ?$$

Решить задачи

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. Каким способом – совершением работы или теплопередачей изменяется внутренняя энергия детали в следующих случаях: 1) строгание детали; 2) нагревание детали в печи перед закалкой; 3) быстрое охлаждение детали в воде (закалка)?
2. Рабочие горячих цехов носят комбинезоны, покрытые металлическими блестящими чешуйками. Почему они хорошо защищают человека от жары?
3. Воду массой m нагрели с температуры T_1 до T_2 . Какое количество теплоты затратили при нагреве. ($C_b = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$)
4. Определить массу нагретой воды, если для её нагрева на ΔT затратили количество теплоты Q . ($C_b = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$)
5. Определить массу сгоревшего каменного угля, если при сгорании выделилось Q Джоулей теплоты. ($q = 29 \text{ МДж/кг}$)
6. Спирт массой m испарился. Определить количество теплоты, затраченное для выпаривания спирта. ($r = 0,85 \text{ МДж/кг}$)

7. Определить количество теплоты, необходимое для расплавления оловянного слитка массой m . ($\lambda = 0,59$ МДж/кг). Какое количество тепла выделится при охлаждении этого расплавленного слитка?
8. Газ под давлением P_1 изобарно расширился и совершил работу 25 Дж. На сколько увеличился объем газа?
9. Термодинамической системе передано Q Дж теплоты. Как изменится внутренняя энергия системы, если она совершила работу A ?
10. При изотермическом расширении ($T = \text{const}$) газом была совершена работа A . Какое количество теплоты Q сообщено газу?
11. Вычислить КПД тепловой машины, если температура нагревателя T_1 , холодильника T_2 .
12. Какой должна быть температура нагревателя T_1 , чтобы КПД двигателя составлял η при температуре холодильника T_2 .
13. Тепловая электростанция мощностью 2 400 МВт потребляет 1500 т угля в час. Каков КПД станции?
14. Для повышения твердости и прочности стальных изделий применяют закалку (нагрев до некоторой температуры с последующим быстрым охлаждением). Какое количество теплоты необходимо, чтобы нагреть стальной молоток массой 500 г от 17 до 817°C? Вычислите, какое количество теплоты выделяет молоток, если его охлаждают в жидком кислороде, температура которого -183°C. Удельная теплоемкость стали 460 Дж/кг·°C.
15. Какую массу кокса потребуется сжечь, чтобы нагреть 10 т чугуна на 10°C?
16. В плавильную печь загрузили 2000 кг чугуна, взятого при 20°C. Какое количество теплоты затрачено в ней на его плавление? Сколько льда, взятого при 0°C, можно было бы расплавить за счет этого количества теплоты?
17. В плавильной печи за одну плавку получили 250 кг алюминия при температуре 660°C. Определите, насколько изменилась внутренняя энергия алюминия, если его начальная температура была 20°C. Удельная теплота плавления алюминия 3,9 МДж/кг.
18. Чугун в литейных цехах плавят в печах, называемых вагранками. Определите количество теплоты, необходимое для плавки 6 т чугуна, доведенного до температуры плавления. Удельная теплота плавления сплава 138 270 Дж/кг.
19. Лом черных металлов переплавляют в сталь в мартеновских печах. Какое количество теплоты необходимо для нагревания и расплавления 10 т стального лома, если начальная температура его 20°C? Температура плавления стали 1400°C.

	3			4		5	6	7	8	9		10		11		12	
	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.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема: 3.1. Электростатика

Практическое занятие №13

Решение задач по теме «Электростатика»

Цель работы: сформировать умения применять полученные знания для решения практических задач.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67

ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Порядок выполнения работы:

4. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
5. Провести анализ величин, входящих в формулы.
6. Решить задачи с использованием формул законов электростатики, формул напряженности поля и точечного заряда, работы поля и энергии заряженного конденсатора (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Закон Кулона в вакууме: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

Закон Кулона в среде: $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$

Напряженность электрического поля: $E = \frac{F}{q}$

Напряженность электрического поля точечного заряда: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r^2} = k \frac{q}{\epsilon r^2}$

Закон сохранения электрического заряда: $g = g_1 + g_2 + \dots + g_n$

Разность потенциалов: $\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi = \frac{A}{q}$

Потенциал точечного заряда: $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} = k \frac{q}{\epsilon r}$

Связь потенциала и напряженности: $E = \frac{\Delta\varphi}{d}$

Емкость конденсатора: $C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$

Энергия заряженного конденсатора: $W = \frac{q(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} = \frac{qU}{2}$

Примеры решения задач

1. Какую работу совершает поле при перемещении заряда $2 \cdot 10^{-8}$ Кл из точки с потенциалом 700 В в точку с потенциалом 200В?

Дано:

$$q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$\varphi_1 = 700 \text{ В}$$

$$\varphi_2 = 200 \text{ В}$$

$$A = ?$$

Решение:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} \Rightarrow$$

$$A = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot q$$

Вычисление:

$$A = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} (700 \text{ В} - 200 \text{ В}) =$$

2. В однородном электрическом поле с напряженностью $6 \cdot 10^5 \frac{H}{Kл}$ перемещается заряд $7 \cdot 10^{-8}$

⁸ Кл на расстояние 8 см под углом 60° к линиям напряженности. Определить работу по перемещению этого заряда.

Дано:	«СИ»	Решение:
$E = 6 \cdot 10^5 \frac{H}{Kл}$		$A = F \cdot S \cos \alpha; F = E \cdot q; S = \ell; A = E \cdot q \cdot \ell \cos \alpha$
$q = 7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$		$A = 7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 6 \cdot 10^5 \frac{H}{Kл} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 0,5 = 1,68 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 1,68 \text{ мДж}$
$\ell = 8 \text{ см}$	$8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$	
$\alpha = 60^\circ$		
$A = ?$	Ответ: $A = 1,68 \text{ мДж}$	

Решить задачи(п - номер вашего варианта по списку):

1. Напряжение между полюсами батареи аккумуляторов **п**кВ. какой заряд получит конденсатор емкостью 500 мкФ, если его соединить с полюсами этой батареи?
2. Две одинаковые небольшие поверхности при транспортировке деталей получили заряды $6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ и $-12 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, находящиеся на расстоянии **п** см друг от друга. Определите силу взаимодействия между ними.
3. При перемещении заряда 2 Кл в электрическом поле силы, действующие со стороны этого поля, совершили работу 8 Дж. Чему равна разность потенциалов между начальной и конечной точками пути?
4. При перемещении электрического заряда между с точками с разностью потенциалов 8 В силы, действующие на заряд со стороны электрического поля, совершили работу 4 Дж. Чему равен заряд?
5. Напряжение между двумя горизонтально расположенными пластинами 600 В. В поле этих пластин находится в равновесии заряженная пылинка массой $3 \cdot 10^{-8} \text{ г}$. Расстояние между пластинами **п** мм. Определите заряд пылинки.
6. Конденсатор емкостью 0,02 мкФ соединили с источником тока, в результате чего он приобрел заряд 10^{-6} Кл . Определите значение напряженности поля между пластинками конденсатора, если расстояние между ними **п** мм.
7. В некоторой точке электрического поля на заряд $q = 5 \text{ нКл}$ действует сила $F = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$. Найти напряженность поля E в данной точке.
8. Какая напряженность электрического поля E создается зарядом ядра неона (Ne) $q = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$ на расстоянии $r = 10^{-10} \text{ м}$ от центра ядра?
9. На расстоянии $r = 5 \text{ см}$ друг от друга в вакууме расположены противоположные по знаку заряды величиной $|q| = 7 \text{ нКл}$. Найти напряженность электрического поля E в точке, находящейся на расстоянии $a = 3 \text{ см}$ от положительного заряда и в $b = 4 \text{ см}$ от отрицательного заряда.
10. В однородном электрическом поле расстояние между двумя точками вдоль силовой линии $r = \text{п см}$, а разность потенциалов между ними 100 В. Определите напряженность поля E .
11. При напряжении между пластинами конденсатора 200В разноименные заряды на пластинах равны 10^{-4} Кл . Чему равна емкость конденсатора?

12. Вычислите энергию электрического поля конденсатора емкостью 10 мкФ , заряженного до напряжения 10 В .
13. Какая работа совершается при перемещении заряда $4,6 \text{ мкКл}$ в электрическом поле между точками с разностью потенциалов 260 кВ ?
14. В однородном электрическом поле с напряженностью $18 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ перемещается заряд $7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ на расстояние $n \text{ см}$ под углом 60° к линиям напряженности. Определить работу по перемещению этого заряда.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема: 3.1. Электростатика

Практическое занятие №14

«Потенциал. Работа электрического поля по перемещению заряда»

Цель:

1. Повторить основные термины и формулы раздела «Электрическое поле».
2. Сформировать умение применять формулы при решении задач.
3. Развивать логическое мышление, память, внимание; умение рассуждать и выделять главное.
4. Развивать навыки самоконтроля и взаимоконтроля.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67

ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- раздаточный материал с заданиями;

- сборники задач
- справочные материалы

Задание:

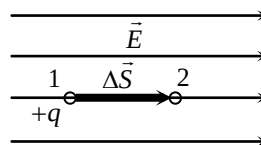
Решить задачи:

1. Какую работу надо совершить, перемещая заряд 30 нКл из точки поля с потенциалом 50 В в точку с потенциалом 250 В ?
2. Определить разность потенциалов между двумя точками поля, если для перемещения заряда $1,5 \cdot 10^{-7}\text{ Кл}$ из одной точки в другую нужно совершить работу 10^{-4} Дж .
3. При перемещении заряда в электрическом поле совершена работа в 4 Дж . Определить величину заряда, если его перемещение происходило при напряжении 100 В .
4. Напряжение между точками по силовой линии равно 10 кВ , расстояние между ними 10 см . Какова напряженность поля?
5. Определите напряженность между облаком и землей во время грозы, если разность потенциалов равна 15 В , а расстояние между облаком и землей 200 м .

Краткие теоретические сведения:

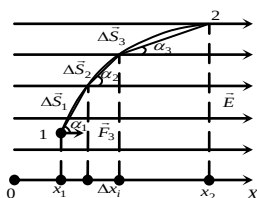
Работа поля по перемещению заряда

Поместим заряд $+q$ в однородное поле действует электрическая сила $\vec{F}_э = q \cdot \vec{E}$, переместился вдоль силовой линии из



$\vec{E}$. Со стороны поля на заряд под действием которой он т.1 в т.2.

Работа поля $A = \vec{F}_э \cdot \Delta \vec{S} = q \cdot E \cdot \Delta S$.



Если траектория движения заряда – произвольная кривая, то разделим её на малые участки, считая их прямолинейными. Тогда работа на всём пути

$$A = \sum_{i=1}^n \Delta A_i, \text{ но } \Delta A_i = \vec{F}_э \cdot \Delta \vec{S}_i = q \cdot |\vec{E}| \cdot |\Delta \vec{S}_i| \cdot \cos \alpha_i \text{ или } \Delta A_i = q \cdot E \cdot \Delta S_i \cdot \cos \alpha_i, \text{ где } \alpha_i -$$

угол между векторами $\vec{F}_э$ и $\Delta \vec{S}_i$.

$$A = \sum_{i=1}^n \Delta A = q \cdot E \cdot \sum_{i=1}^n \Delta S_i \cdot \cos \alpha_i = qE \sum_{n=1}^n \Delta x_i = qE \Delta x \text{ или } \boxed{A = q \cdot E \cdot \Delta x},$$

где Δx – разность координат конечного и начального положений заряда.

Таким образом, *работа поля по перемещению заряда не зависит от траектории, а зависит только от начального и конечного положений заряда.*

Работа поля по перемещению заряда

из т.1 в т.2: $A_{12} = q \cdot E \cdot (x_2 - x_1) = q \cdot E \cdot \Delta x$;

из т.2 в т.1: $A_{21} = q \cdot E \cdot (x_1 - x_2) = q \cdot E \cdot (-\Delta x) = -A_{12}$;

по замкнутому контуру: $A = A_{12} + A_{21} = 0$.

Потенциальное поле – поле, работа которого зависит от начального и конечного положений тела и не зависит от его траектории.

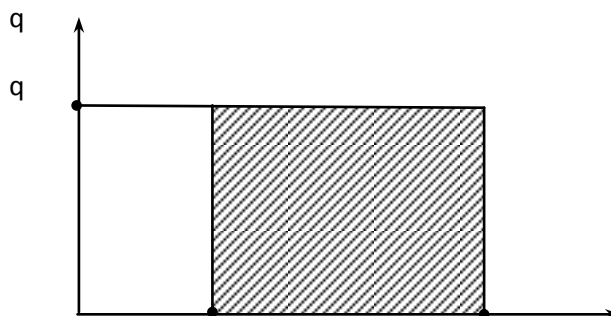
- Работа потенциального поля на замкнутом контуре равна нулю.
- Электрическое поле – потенциальное поле.

Разность потенциалов

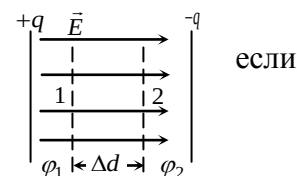
Известно (п.5.1.1.10), что

$$A = -\Delta E_{\text{п}} = E_{\text{п1}} - E_{\text{п2}} = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \text{ или}$$

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



- Разность потенциалов измеряют электрометром или **вольтметром**.
- Работа поля положительна (её совершает поле), когда положительный заряд движется из т.1 в т.2 поля, причем $\varphi_1 > \varphi_2$. В случае движения этого заряда против линий поля ($\varphi_1 < \varphi_2$), работа поля будет отрицательна (совершается внешней силой против поля). Графически работа – площадь прямоугольника со сторонами q и $(\varphi_1 - \varphi_2)$:
- В случае отрицательного заряда ($-q$) работа будет положительной, заряд движется против линий поля.
- Для любых двух точек эквипотенциальной поверхности $\varphi_1 - \varphi_2 = 0$ и работа $A = 0$.



Связь напряженности и разности потенциалов

$$\text{Из } A = F \cdot \Delta d \text{ и } A = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \Rightarrow F \cdot \Delta d = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \text{ или } qE \cdot \Delta d = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \Rightarrow E = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{\Delta d} [E] = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \text{ т. е.}$$

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

Порядок выполнения работы:

1. Выписать формулы по пройденному материалу.
2. Дать характеристику физических величин и их единиц измерения.
3. Решить самостоятельно задачи.
 - 1) Пылинка массой 10^{-8} г висит между пластинами плоского воздушного конденсатора, к которому приложено напряжение 5кВ. Расстояние между пластинами 5см. Каков заряд пылинки? (Отв.: $9,8 \cdot 10^{-16}$ Кл).
 - 2) В опыте Милликена в однородном электрическом поле между параллельными одноименно наэлектризованными пластинами находилась пылинка массой 10^{-8} г. Разность потенциалов между пластинами конденсатора -500В, а расстояние 10см. Определите заряд пылинки q , если она находится в равновесии в электрическом поле.
 - 3) Между двумя одноименно заряженными пластинами конденсатора находится капля масла массой 10^{-8} кг, заряд которой 10^{-14} Кл. Разность потенциалов между пластинами 240В, а расстояние между ними 2,5см. Найти время, в течение которого капля достигнет пластины, если в начале она находилась на равном расстоянии между ними. (Отв.: 0,5с).

- 4) Электрон влетает в электрическое поле в направлении, противоположном направлению линий напряженности, имея скорость 2000 км/с. Какой будет скорость электрона в конце участка пути, разность потенциалов на котором составляет 15 В?
 $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Отв.: $3 \cdot 10^6$ м/с).
- 5) Определить заряд пылинки массой $2 \cdot 10^{-6}$ г, если она уравнивается в поле конденсатора, разность потенциалов которого на пластинах составляет 600 В, а расстояние между пластинами 2 см. (Отв.: $6,5 \cdot 10^{-13}$ Кл).

Ход работы:

1. Внимательно прочитать задачу, проанализировать условие, выяснить характер движения заряда (по или против силовых линий поля). Выписать числовые значения заданных величин.
2. Сделать схематический чертеж, отображающий описанное в задаче движение заряда в электрическом поле. Изобразить на нем траекторию движения, перемещения.
3. Подставить в расчетные формулы вместо обозначений физических величин обозначения их единиц в СИ, произвести преобразования и убедиться, получаются ли в результате единицы искомых величин.
4. Подставить в расчетные формулы числовые значения физических величин и произвести вычисления. Оценить реальность полученного результата.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема: 3.1. Электростатика

Практическое занятие №15

Решение задач по теме «Принцип суперпозиции полей»

Цель:

1. Повторить основные термины и формулы раздела «Электростатика».
2. Сформировать умение применять формулы при решении задач.
3. Развивать логическое мышление, память, внимание; умение рассуждать и выделять главное.
4. Развивать навыки самоконтроля и взаимоконтроля.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67

ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: при решении задач с использованием понятия напряжённости электрического поля нужно прежде всего знать формулы, определяющие силу, действующую на заряд со стороны электрического поля, и напряжённость поля точечного заряда. Если поле создаётся несколькими зарядами, то для расчёта напряжённости в данной точке надо сделать рисунок и затем определить напряжённость как геометрическую сумму напряжённостей полей.

1. Два одинаковых положительных точечных заряда расположены на расстоянии r друг от друга в вакууме. Определите напряжённость электрического поля в точке, расположенной на одинаковом расстоянии r от этих зарядов.

2. Проводящая сфера радиусом $R = 0,2$ м, несущая заряд $q = 1,8 \cdot 10^{-4}$ Кл, находится в вакууме. Определите: 1) модуль напряжённости $\vec{E}$ электрического поля на её поверхности; 2) модуль напряжённости $\vec{E}_1$ электрического поля в точке, отстоящей на расстоянии $r_1 = 10$ м от центра сферы; 3) модуль напряжённости $\vec{E}_0$ в центре сферы.

3. В однородное электрическое поле напряжённостью $E_0 = 3$ кН/Кл внесли точечный заряд $q = 4 \cdot 10^{-10}$ Кл. Определите напряжённость электрического поля в точке А, находящейся на расстоянии $r = 3$ см от точечного заряда. Отрезок, соединяющий заряд и точку А, перпендикулярен силовым линиям однородного электрического поля.

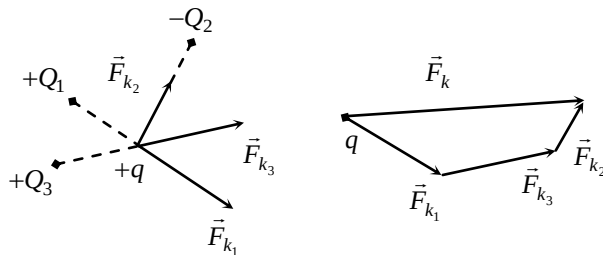
4. В вершинах равностороннего треугольника со стороной $a = 3$ см находятся три точечных заряда $q_1 = q_2 = 10^{-9}$ Кл, $q_3 = -2 \cdot 10^{-9}$ Кл. Определите напряжённость электрического поля в центре треугольника в точке О.

5. Расстояние между двумя неподвижными зарядами $q_1 = -2 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = 10^{-9}$ Кл равно 1 м. В какой точке напряжённость электрического поля равна нулю?

Краткие теоретические сведения:

Принцип суперпозиции полей

Если взять n точечных электрических зарядов $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$, то они создадут общее электрическое поле. Опыты показали: в точке этого поля на пробный заряд q действует равнодействующая:



$$\vec{F}_k = \vec{F}_{k1} + \vec{F}_{k2} + \dots + \vec{F}_{kn} \Rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}_k}{q} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n.$$

Принцип суперпозиции (наложения) полей: напряжённость $\vec{E}$ в данной точке электрического поля, созданного системой n точечных зарядов Q_i , равна векторной сумме напряжённостей $\vec{E}_i$,

созданных в этой точке каждым зарядом $\boxed{\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i}$.

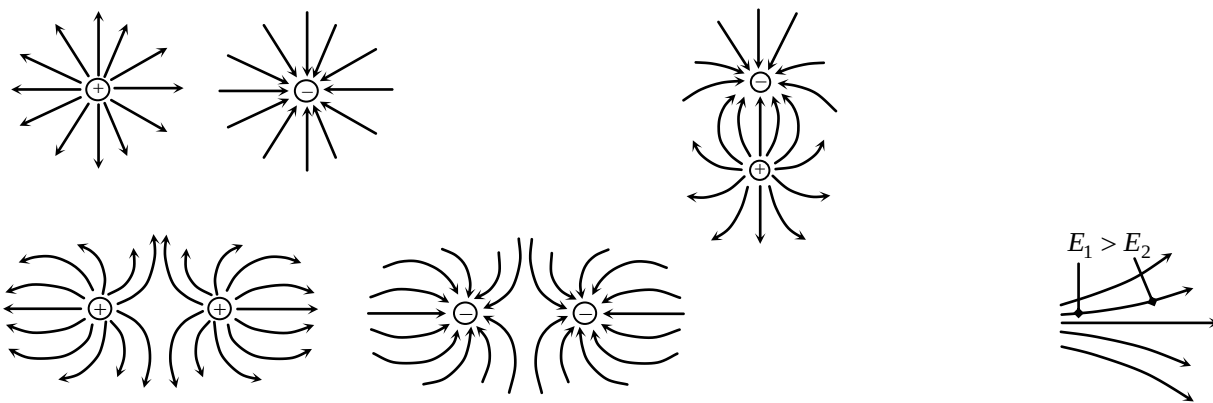
Графическое изображение электрического поля

Электрическое поле невидимо, его условно изображают в виде *линий напряженности*.

Линия напряжённости (силовая линия) электрического поля – линия, касательная к которой в каждой точке совпадает с направлением вектора напряжённости $\vec{E}$ в этой точке.

- Линии напряжённости поля можно построить, внося в него *положительный заряд* (по направлению силы $\vec{F}_k$ в каждой точке поля).
- Линии напряжённости разомкнуты: они начинаются на положительных зарядах (или в бесконечности) и заканчиваются на отрицательных зарядах (или в бесконечности).
- Линии напряжённости не пересекаются.

Картины электрических полей разных источников:



Для большей наглядности линии напряжённости поля рисуют с разной плотностью (количеством линий, приходящихся на единицу площади перпендикулярно расположенной поверхности): в областях пространства, где напряжённость $\vec{E}$ выше, плотность линий больше.

Порядок выполнения работы:

1. Выписать формулы по пройденному материалу.
2. Дать характеристику физических величин и их единиц измерения.
3. Решить задачи самостоятельно:
 1. В направленном вертикально вниз однородном электрическом поле напряжённостью $1,3 \cdot 10^5$ Н/Кл капля жидкости массой $2 \cdot 10^{-9}$ г оказалась в равновесии. Определите заряд капли и число избыточных электронов на ней.
 2. Точечный заряд $q = 10^{-9}$ Кл окружён сферической оболочкой из диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Внешний и внутренний радиусы оболочки равны соответственно $R_1 = 5$ см, а $R_2 = 6$ см. Определите напряжённость $E(r)$

электрического поля в зависимости от расстояния от заряда и начертите график этой зависимости.

3. Три концентрические сферы радиусами R , $2R$ и $3R$ несут равномерно распределённые по их поверхностям заряды $q_1 = +2q$, $q_2 = -q$ и $q_3 = +q$ соответственно. Известно, что точечный заряд q создаёт на расстоянии R электрическое поле напряжённостью $E_1 = 63 \text{ Н/Кл}$. Чему равна напряжённость поля в точке, отстоящей от центра сфер на расстоянии, равном $2,5R$?

Ход работы:

1. Внимательно прочитать задачу, проанализировать условие, выписать числовые значения заданных величин.
2. Сделать схематический чертёж, отображающий описанное в задаче взаимодействие зарядов.
3. Подставить в расчетные формулы вместо обозначений физических величин обозначения их единиц в СИ, произвести преобразования и убедиться, получаются ли в результате единицы искомых величин.
4. Подставить в расчетные формулы числовые значения физических величин и произвести вычисления. Оценить реальность полученного результата.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Практическое занятие №16

Решение задач «Законы Ома. Сопротивление»

Цель: закрепить умения и навыки вычисления силы тока, напряжения, сопротивления по определению и по закону Ома для участка цепи, а также с учетом законов различного соединения проводников.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67

ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение:

тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа.

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач.
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

Ход работы:

Краткие теоретические сведения

1. Электрический ток-направленное движение свободных зарядов. Силой тока (I) называется величина, численно равная электрическому заряду, проходящему через сечение проводника в единицу времени: $I = q/t$, $I = n \cdot q \cdot s$

Закон Ома для участка цепи: $I = U/R$

Формула сопротивления: $R = \rho \cdot l/S$, где ρ - удельное сопротивление, зависящее от рода проводника; l -длина проводника; S - площадь сечения.

При последовательном соединении проводников: $R = R_1 + R_2$ $I = I_1 = I_2 = \text{const}$
 $U = U_1 + U_2$ При параллельном соединении проводников: $U = U_1 = U_2 = \text{const}$
 $I = I_1 + I_2$ $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$, если $R_1 \neq R_2$ $R = R_1/N$, где N – число одинаковых сопротивлений, т.е. $R_1 = R_2 = \dots = R_N$.

Закон Ома для полной цепи: $I = \mathcal{E}/R + r$, где $\mathcal{E}$ - ЭДС источника тока, $[\mathcal{E}] = \text{В}$, R -внешнее сопротивление $[R] = \text{Ом}$, r -внутреннее сопротивление или сопротивление источника тока $[r] = \text{Ом}$

Примеры решения задач

Сила тока и плотность тока

1. Определите число n электронов, которые проходят через поперечное сечение проводника площадью $s = 1 \text{ мм}^2$ за $t = 2$ мин, если плотность тока в проводнике $j = 150 \text{ А/см}^2$

Дано:

$$S = 1 \text{ мм}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$t = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$$

$$j = 150 \text{ А/см}^2 = 1,5 \cdot 10^2 \text{ А/м}^2$$

$n = ?$

за время t через сечение проводника пройдет $n = jSt/e$.

$$n = 1,5 \cdot 10^2 \text{ А/м}^2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot 120 \text{ с} / 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} = 1,2 \cdot 10^{21}$$

Ответ: $1,2 \cdot 10^{21}$

Решение:

Число электронов, проходящих через поперечное сечение проводника, равно отношению электрического заряда, прошедшего через данное поперечное сечение, к заряду электрона: $n = Q/e$ (1). Учитывая, что $Q/t = I = jS$ (2), получим:

2. Электрическая цепь, состоящая из резисторов $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 200 \text{ Ом}$ $R_3 = 300 \text{ Ом}$, подключена к двум источникам постоянного напряжения U_1 и $U_2 = 100 \text{ В}$. При каком напряжении U_1 сила тока I_1 через резистор R_1 будет равна нулю?

<i>Дано:</i>	<i>Решение:</i>
$R_1=100\text{ Ом}$	Если через резистор R_1 ток не идет, т.е. $I_1=0$, следовательно, $I_1 R_1=0$. Тогда
$R_2=200\text{ Ом}$	напряжение U_3 на резисторе R_3 должно быть равно U_1 , т.е. $U_3=U_1=I_1 R_3$ (1).
$R_3=300\text{ Ом}$	В этом случае резисторы R_2 и R_3 включены последовательно. Поэтому
$U_2=100\text{ В}$	сила тока во всех частях цепи одинакова: $I_3=I_2=I$. Падение напряжения
$I_1=0$	$U_2 = I R_2 + I R_3$, откуда следует, что $I = U_2 / (R_2 + R_3)$ (2)
$U_1=?$	Учитывая, что $I R_3 = U_3 = U_1$ имеем, $U_2 = U_2 R_2 / R_2 + R_3 + U_1$. После преобразования
	получим $U_1 = R_3 / R_2 + R_3 * U_2$. $U_1 = 300\text{ Ом} / 200\text{ Ом} + 300\text{ Ом} * 100\text{ В} = 60\text{ В}$.
<i>Ответ:</i> 60В	

Закон Ома для полной цепи

3. Определите силу тока короткого замыкания $I_{кз}$ батареи, ЭДС которой $\varepsilon = 15\text{ В}$, если при подключении к ней резистора сопротивлением $R=3\text{ Ом}$ сила тока в цепи составляет $I=4\text{ А}$

<i>Дано:</i>	<i>Решение:</i>
$\varepsilon = 15\text{ В}$	Силу тока короткого замыкания определяем по формуле $I_{кз} = \varepsilon / R$ (1), где
$R=3\text{ Ом}$	r -внутреннее сопротивление батареи. Согласно закону Ома для полной цепи:
$I=4\text{ А}$	$I = \varepsilon - I R - r$, откуда $r = \varepsilon - I R / I$ (2). Подставим формулу (2) в формулу (1)
$I_{кз} - ?$	$I_{кз} = \varepsilon / R = \varepsilon I / \varepsilon - I R$. $I_{кз} = 15\text{ В} * 4\text{ А} / 15\text{ В} - 4\text{ А} * 3\text{ Ом} = 20\text{ А}$
	<i>Ответ:</i> 20А

4. ЭДС источника электрической энергии 12 В. Какой физический смысл этого выражения?

Соединение проводников

К сети напряжением $U=200\text{ В}$ присоединены два резистора. При их последовательном соединении $I_1=4,4\text{ А}$, а при параллельном - $I_2=27,5\text{ А}$. Определите сопротивление R_1 и R_2 резисторов.

<i>Дано:</i>	<i>Решение:</i>
$U=220\text{ В}$	При последовательном соединении $R_{\text{послед.}} = R_1 + R_2$; $I_1 = U / R_{\text{послед.}}$, откуда
$I_1=4,4\text{ А}$	$R_{\text{послед.}} = U / I_1$. Расчеты: $R_{\text{послед.}} = 220\text{ В} / 4,4\text{ А} = 50\text{ Ом}$.
$I_2=27,5\text{ А}$	При параллельном соединении: $R_{\text{парал.}} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2)$, $I_2 = U / R_{\text{парал.}}$, откуда
$R_1 - ? R_2 - ?$	$R_{\text{парал.}} = U / I_2$. Расчеты: $R_{\text{парал.}} = 220\text{ В} / 27,5\text{ А} = 8\text{ Ом}$. $R_1 * R_2 / R_1 + R_2 = 8\text{ Ом}$; $R_1 R_2 = 400\text{ Ом}$; $R_1 + R_2 = 50\text{ Ом}$; $R_1 R_2 = 400\text{ Ом}$; Значит: $R_1 = 10\text{ Ом}$; $R_2 = 40\text{ Ом}$.
	<i>Ответ:</i> $R_1 = 10\text{ Ом}$; $R_2 = 40\text{ Ом}$

Самостоятельная работа

Вариант 1

- Через сечение проводника за промежуток времени $\Delta t = 10\text{ с}$ проходит заряд $\Delta Q = 25\text{ Кл}$. Определите силу тока I в проводнике.
- Напряжение на участке цепи $U = 5\text{ В}$, а его электрическое сопротивление $R = 10\text{ Ом}$. Определите силу тока I на этом участке цепи.
- При перемещении заряда $Q = 2\text{ Кл}$ внутри источника тока сторонние силы совершают работу $A = 20\text{ Дж}$. Определите ЭДС источника.
- Как можно получить сопротивления R , соединяя всеми возможными способами три резистора сопротивлением $R = 6\text{ Ом}$ каждый?

Вариант 2

1. Сила тока в проводнике $I = 1,5 \text{ А}$. Определите заряд ΔQ , протекающий через сечение проводника за время $\Delta t = 2 \text{ с}$.
2. Определите напряжение U на резисторе сопротивлением $R = 10 \text{ кОм}$ при силе тока в нем $I = 0,5 \text{ мА}$.
3. Сила тока в лампочке карманного фонарика $I = 0,28 \text{ А}$ при напряжении $U = 3,5 \text{ В}$. Определите сопротивление R нити лампочки.
4. Во сколько сопротивление R_1 при последовательном соединении 10 резисторов ($n = 10$) сопротивлением по $R = 10 \text{ Ом}$ больше, чем их сопротивление R_2 при параллельном соединении?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема: 3.2. Законы постоянного тока

Практическое занятие №17

Решение задач «Смешанное соединение проводников»

Цель работы: сформировать умения применять полученные знания для решения практических задач в профессиональной деятельности, для объяснения условий протекания физических явлений

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67

ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы
3. Решить задачи на закон Ома для участка цепи, формулу электрического сопротивления, законы соединений последовательного и параллельного.

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Закон Ома для участка цепи: сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.

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

Электрическая проводимость проводника (g) – величина, характеризующая способность проводника пропускать электрический ток. $[g] = 1 \frac{1}{\text{Ом}} = 1 \text{ Ом}^{-1} = \text{См}$ – сименс.

$$g = \frac{1}{R}$$

Зависимость сопротивления R проводника постоянного сечения от материала, длины ℓ и площади поперечного сечения S : , где ρ – коэффициент, зависящий от материала проводника.

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

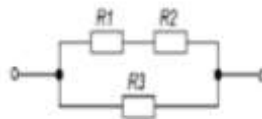
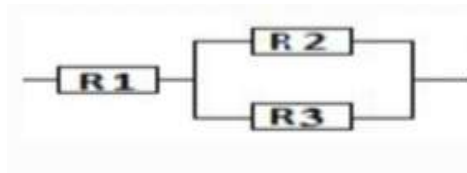
от

Удельное сопротивление проводника (ρ) – сопротивление проводника длиной 1 м при поперечном сечении 1 м²; $[\rho] = 1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

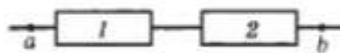
Сила постоянного тока $I = q/t$, где q – заряд (количество электричества), прошедший через поперечное сечение проводника за время t .

Виды соединения проводников

На практике электрические цепи представляют собой совокупность различных проводников, соединенных между собой определенным образом. Наиболее часто встречающимися типами соединений проводников являются последовательное,



параллельное и смешанное соединения.
Последовательное соединение проводников:



1. Сила тока одинакова на всех участках цепи:

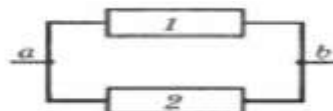
$$I_1 = I_2 = I_3 = I = \text{const}$$

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: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$.

Примеры решения задач

1. Определите сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке, если: $R_1 = 6 \text{ Ом}$; $R_2 = 5 \text{ Ом}$; $R_3 = 4 \text{ Ом}$; $R_4 = 12 \text{ Ом}$; $R_5 = 8 \text{ Ом}$.

Дано:

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 5 \text{ Ом}$$

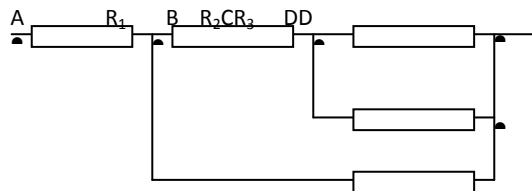
$$R_3 = 4 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 8 \text{ Ом}$$

$R_{\text{общее}} = ?$

Решение:

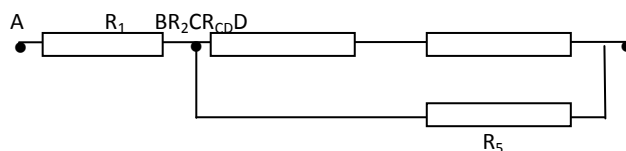


1) Найдем сопротивление участка цепи CD, в котором параллельно соединены R_3 и R_4 :

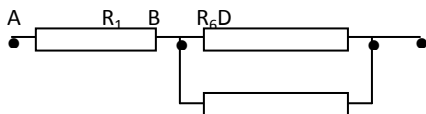
$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \Rightarrow R_{CD} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}; R_{CD} = 3 \text{ Ом}$$

2) Найдем сопротивление последовательно соединенных R_2 и R_{CD} .

$$R_6 = R_2 + R_{CD}; R_6 = 5 + 3 = 8 \text{ Ом}$$



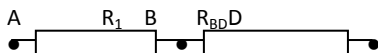
3)



Найдем сопротивление участка BD, в котором параллельно соединены R_6 и R_5 .

$$\frac{1}{R_{BD}} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_5} \Rightarrow R_{BD} = \frac{R_5 \cdot R_6}{R_5 + R_6}; R = 4 \text{ Ом}$$

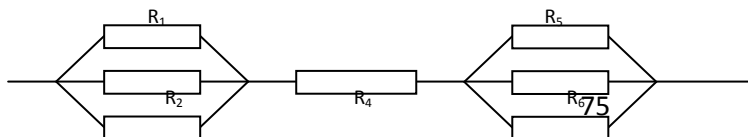
4) R_1 и R_{BD} соединены последовательно $R = R_1 + R_{BD}; R = 10 \text{ Ом}$.



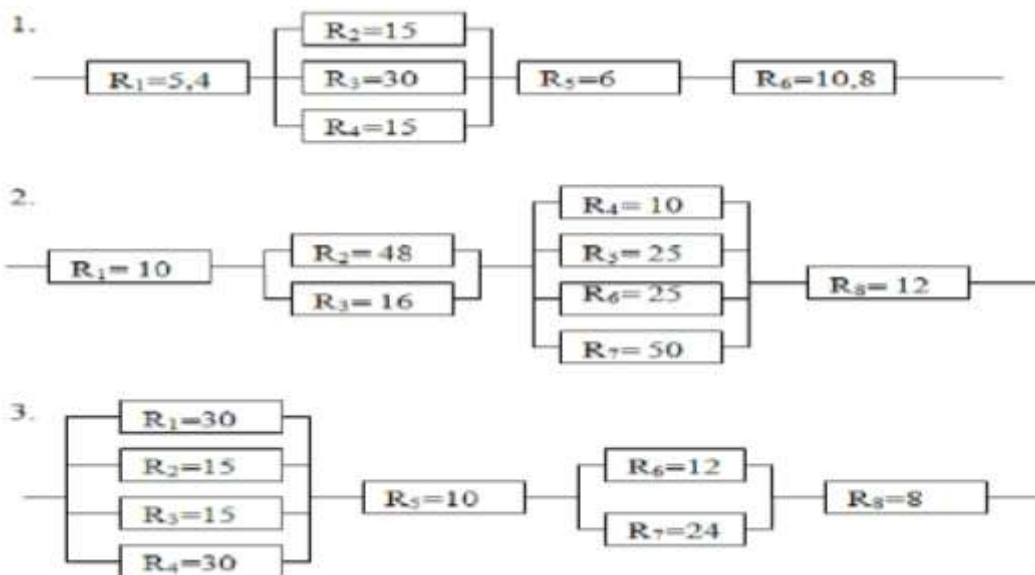
Ответ: 10 Ом общее сопротивление цепи

Решить задачи (n - номер вашего варианта по списку)

1. Электродвигатель, сопротивление обмотки которого 0,4 Ом, работает от сети с напряжением 300В при токе 50 А. Определите количество израсходованной энергии за n ч., совершенную двигателем механическую работу и количество теплоты, выделенной в обмотке.
2. Определите сопротивление источника тока, ЭДС которого 1,4 В, если при замыкании его железным проводником длиной 5 м и сечением 0,2 мм² в цепи возникает ток n А. Удельное сопротивление железа равно $9,9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
3. Определите сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке, если $R_1 = 12 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$, $R_4 = 10 \text{ Ом}$, $R_5 = R_6 = R_7 = 30 \text{ Ом}$.



4. 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?
5. Определите падение напряжения в линии электропередачи длиной 500 м при силе тока 15 А. Проводка выполнена алюминиевым проводом сечением $1,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$.
6. 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.
7. 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.
8. К цепи, состоящей из проводников сопротивлением 20 и 30 Ом, соединенных параллельно, и проводника сопротивлением n Ом, подключенного к первым двум последовательно, приложено напряжение 120 В. Определите силу тока в неразветвленной части цепи и напряжение на втором проводнике.
9. Длина медного провода, использованного в осветительной сети, 100 метров, площадь поперечного сечения его 2 мм². Чему равно сопротивление такого провода? ($\rho_{\text{медь}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).
10. Сила тока в спирали электрической лампы 0,7 А, сопротивление лампы 310 Ом. Определить напряжение, под которым находится лампа.
11. Никелиновая проволока длиной n метров и площадью поперечного сечения 0,5 мм² включена в цепь с напряжением 127 В. Определить силу тока в проводнике, если $\rho = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
12. Рассчитать общее сопротивление участка цепи:



13. Не разматывая с катушки покрытую изоляцией нихромовую проволоку, определите ее длину, если при включении катушки в сеть с напряжением 120 В в ней возник ток n А. Сечение проволоки $5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$.
14. Через электронную лампу протекает ток 16 мА. Сколько электронов N попадет на анод лампы за время n мин?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема: 3.2. Законы постоянного тока

Практическое занятие № 18

Решение задач на формулы работы и мощности тока

Цель работы: сформировать умения применять полученные знания для решения практических задач в профессиональной деятельности, для объяснения условий протекания физических явлений

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67

ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи с применением законов Ома, законов последовательного и параллельного соединения проводников, работы тока и количества теплоты.

Ход работы

Краткие теоретические сведения

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

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

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

$A_{ист.} = I \cdot r \cdot q$, $A_{ст.} = \varepsilon \cdot q$, 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 $R=0$: $I_{к.з.} = \frac{\mathcal{E}}{r}$

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

$$\alpha = \frac{\Delta \rho}{\rho_0} \cdot \frac{1}{\Delta t} \quad \frac{\Delta \rho}{\rho_0}$$

к вызвавшему его изменению температуры Δt . $[\alpha] = 1 \text{ град}^{-1}; \frac{1}{k}$

Зависимость электрического и удельного сопротивления от температуры: $\rho(t) = \rho_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$

$\rho(t)$ – удельное сопротивление вещества при $t^\circ\text{C}$.,

ρ_0 – удельное сопротивление проводника при 0°C , Ом·м;

t – температура по шкале Цельсия, $^\circ\text{C}$;

$$R(t) = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta t),$$

где $R(t)$ – сопротивление проводника при температуре $t^\circ\text{C}$; R_0 – сопротивление проводника при $t = 0^\circ\text{C}$.

Для чистых металлов $\alpha \approx \frac{1}{273} ^\circ\text{C}^{-1}$.

Сверхпроводимость – падения удельного сопротивления вещества до 0 при $T \sim 0$.

Примеры решения задач

1. Электрический двигатель работает 5 ч. от сети с напряжением 380 В при силе тока 35 А. Сопротивление обмотки двигателя 0,5 Ом. Определить израсходованную электрическую энергию, количество теплоты, выделенной в обмотке за это время и совершенную двигателем механическую работу.

Дано: | СИ | Решение: | Вычисления

$U = 380 \text{ В}$ $I = 35 \text{ А}$ $R = 0,5 \text{ Ом}$ $\Delta t = 5 \text{ ч}$ $A - ?$ $Q - ?$ $A_{\text{мех}} - ?$	18000 с	$A = I \cdot U \cdot \Delta t$ $Q = I^2 R \Delta t$ $A_{\text{мех}} = A - Q$	$A = 35 \text{ А} \cdot 380 \text{ В} \cdot 18000 \text{ с} =$ $\approx 2,4 \cdot 10^8 \text{ Дж}$ $Q = (35 \text{ А})^2 \cdot 0,5 \text{ Ом} \cdot 18000 \text{ с} =$ $= 0,1 \cdot 10^8 \text{ Дж}$ $A_{\text{мех}} = 2,4 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 0,1 \cdot 10^8 \text{ Дж} =$ $= 2,3 \cdot 10^8 \text{ Дж}$
---	-------------------	--	--

Ответ: $A = 2,4 \cdot 10^8 \text{ Дж}$; $Q = 0,1 \cdot 10^8 \text{ Дж}$; $A_{\text{мех}} = 2,3 \cdot 10^8 \text{ Дж}$.

Решить задачи(п - номер вашего варианта по списку)

- Электродвигатель троллейбуса потребляет ток силой 200А при напряжении 600В. Какую работу (в кВт·ч) совершит двигатель за 6 часов?
- Необходимо изготовить реостат, рассчитанный на напряжение 15В и ток 1,2 А при допустимой плотности тока $3 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$. Какой длины и площади поперечного сечения требуется никелиновый проводник для намотки реостата?
- Цепь состоит из трех последовательно соединенных проводников, подключенных к источнику напряжения 24 В. Сопротивление первого проводника 4 Ом, второго 6 Ом, и напряжение на концах третьего проводника 4В. Найти силу тока в цепи, сопротивление третьего проводника и напряжение на концах первого и второго проводников.
- Сопротивление обмотки электромагнита, выполненное из медной проволоки, при 20°C было 3 Ома, а после длительной работы стало равно 2,4 Ома. До какой температуры нагрелась обмотка?
- Сопротивление вольфрамового проводника при 20°C было равно 8 Ом. Определить его сопротивление при -40°C, если $\alpha = 5 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$.
- Найдите ток, вырабатываемый при работе транспортного средства с источником, ЭДС которого равна 13,5В при включении во внешнюю цепь катушки зажигания сопротивление которой равно 7Ом, с сопротивлением батареи
- Источником тока в цепи служит батарея с ЭДС 30В. Напряжение на зажимах батареи 18В, а сила тока в цепи 3 Ампера. Определите внешнее и внутреннее сопротивления электрической цепи.
- Электродвигатель мостового крана с механической мощностью 3,49 кВт и кпд 75% работает под напряжением 220 В. Определите силу тока в цепи.
- Два проводника сопротивлением 6 и 9 Ом, соединенные между собой параллельно, подключены к батарее с ЭДС нВ и внутренним сопротивлением 0,4 Ом. Определите силу тока, протекающего через второй проводник.
- Электродвигатель крана поднимает скиммерную плиту массой 950кг на высоту 30м за 7 минут. Определите кпд этого подъемника, если мощность его электродвигателя 17,1 кВт.
- 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.
- ЭДС источника тока н В . При внешнем сопротивлении цепи в 1 Ом ток равен 3 А. Найдите ток короткого замыкания.
- Кислотный аккумулятор с ЭДС 2,0В при замыкании на внешнее сопротивление 4,8 Ом дает ток 0,4 А. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора и напряжение на его зажимах.
- 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?
- 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.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.3 Электрический ток в различных средах

Практическое занятие № 19

Решение задач по теме «Электрический ток в различных средах»

MP8,MP9,MP10,MP21,MP17, MP13

ЛР 26,ЛР 14,ЛР 23,ЛР 13

ПР64; ПР66; ПР67

ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение:

индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Указание:

Практическое занятие состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практического задания отводится два академических часа.

Задание: решить задачи

Краткие теоретические сведения

Электрический ток в жидкостях

Растворы и расплавы, проводящие электрический ток, называются *электролитами*.

Соберем электрическую цепь, в которой соединим сосуд с дистиллированной водой электрическую лампочку и источник тока. В сосуд опустим пластины, создающие в жидкости электрическое поле. Эти пластины называются электродами. Электрод, соединенный с положительным полюсом тока, называется *анодом*, а электрод, соединенный с отрицательным полюсом – *катодом*.

Замкнув цепь, убедимся, что лампочка не светится, то есть дистиллированная вода ток не проводит. Добавим в воду поваренную соль (NaCl). Лампа начинает светиться, т.е. раствор проводит электрический ток, т.е. в нем появились свободные заряженные частицы.

Это объясняется тем, что молекулы растворимых веществ состоят из ионов противоположного знака, которые удерживаются друг около друга электрическими силами притяжения.

Взаимодействие этих молекул с полярными молекулами воды приводит к уменьшению силы притяжения ионов в молекулах ($F = \frac{kq^2}{\varepsilon \cdot R^2}$, для воды $\varepsilon = 81$).

При хаотическом движении молекул растворенных веществ и растворителей происходят их столкновения, которые приводят к распаду молекул на отдельные разноименные заряженные ионы. Этот процесс называется *электролитической диссоциацией*.

Прохождение тока через электролит сопровождается выделением на электродах составных частей растворенного вещества. Этот процесс называется электролизом. Положительно заряженные ионы (катионы) движутся к катоду и приобретают на этом электроде недостающие электроны. Отрицательно заряженные ионы (анионы) отдают аноду лишние электроны. Таким образом, на аноде происходит реакция окисления, а на катоде – восстановления.

Электролизом называют процесс выделения на электродах веществ, связанный с окислительно-восстановительными реакциями.

Количественные характеристики электролиза определяются законом электролиза (законом Фарадея):

Масса вещества, выделившегося на электроде, прямопропорциональна заряду, прошедшему через электролит.

$$m = k \cdot q,$$

где m – масса вещества, выделившегося на электроде, кг;

q – заряд, прошедший через электролит, Кл;

k – электрохимический эквивалент вещества (характеристика вещества, определяется по таблице), $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

Так как $I = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow q = I \cdot \Delta t \Rightarrow m = k \cdot I \cdot \Delta t$ – закон Фарадея,

где I – сила тока в электролите, А;

Δt – продолжительность электролиза, с.

Величину $k = \frac{\mu}{F \cdot n}$ называют *электрохимическим эквивалентом* $[k] = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

Применение электролиза в технике

1. Для очистки металлов от небольшого количества примесей (рафинирование). Получение чистых: меди, серебра и золота. Этот процесс называется рафинированием.

2. Для получения металлов из раствора (цинк и никель). Этот процесс называется электроэкстракцией.

3. Покрытие одного металла слоем другого металла (никелирование, хромирование и т. д.). Этот процесс называется гальваностегией.

4. Получение копий рельефных изображений (гальванопластика).

5. Для снятия шероховатости изделий (электрополировка) и др.

Электрический ток в металле

Нагревание проводника при прохождении по нему постоянного тока можно объяснить тем, что кинетическая энергия электроном передается при столкновении ионов кристаллической решетки.

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \cdot t),$$

где ρ_0 – удельное сопротивление проводника при 0°C , Ом·м;

t – температура по шкале Цельсия, $^\circ\text{C}$;

ρ – удельное сопротивление при температуре t , Ом·м;

α – температурный коэффициент сопротивления металла, $\frac{1}{k}$.

Возрастание удельного сопротивления можно объяснить тем, что с ростом температуры амплитуда колебаний ионов кристаллической решетки металлов увеличивается и возрастает вероятность их столкновения с электронами. При столкновении с ионами электроны теряют скорость направленного движения. Это и приводит к возрастанию удельного сопротивления.

Для всех металлов $\alpha > 1$ и мало меняется при изменении температуры. Для чистых металлов $\alpha \approx \frac{1}{273\text{K}}$, для электролитов $\alpha < 0$ и с увеличением температуры уменьшается.

Многие проводники обладают свойством сверхпроводимости, состоящем в том, что их сопротивление скачком падает до нуля при охлаждении ниже определенной критической температуры, характерной для данного вещества. В 1911 г. голландский физик Х. Камерлинг-Оннес обнаружил, что при понижении температуры ртути до $4,15^\circ\text{K}$ ее удельное сопротивление падает до 0.

Примеры решения задач

При серебрении изделия на катод за 30 мин. отложилось серебро массой 4,55 г. Определите силу тока при электролизе. Электрохимический эквивалент серебра $1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

Дано:

$$m = 4,55 \text{ г} = 4,55 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$\Delta t = 30 \text{ мин.} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ с}$$

$$\kappa = 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$I = ?$

Решение:

Запишем закон электролиза Фарадея:

$$m = \kappa I \Delta t \Rightarrow I = \frac{m}{\kappa \Delta t}$$

$$I \approx 2,26 \text{ А}$$

Энергия ионизации атомов ртути равна 10,4 эВ. Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон, чтобы произвести ионизацию атома ртути ударом?

Дано:

Решение:

$$W_i = 10,4 \text{ эВ} = 16,64 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$v_{\min}$ — ?

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Для того, чтобы ионизировать атом ртути, электрон должен обладать кинетической энергией E_k , равной энергии ионизации:

$$E_k = W_i, \text{ или } \frac{mv_{\min}^2}{2} = W_i,$$

где m — масса электрона;

$v_{\min}$ — наименьшая скорость электрона, при которой возникает ионизация.

$$\text{Откуда } v_{\min} = \sqrt{\frac{2W_i}{m}}; v_{\min} = 1,9 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Два проводника с температурными коэффициентами сопротивления α_1 и α_2 имеют при 0°C сопротивления R_{01} и R_{02} . Чему равен температурный коэффициент сопротивления проводника, составленного из двух данных проводников, соединенных: а) последовательно; б) параллельно?

Решение. Согласно соотношению (2.5.1) сопротивления проводников при температуре t соответственно равны:

$$R_1 = R_{01}(1 + \alpha_1 t),$$

$$R_2 = R_{02}(1 + \alpha_2 t)$$

а) При последовательном соединении, согласно формуле (2.8.6), общее сопротивление

$$R = R_1 + R_2 = R_{01} + R_{02} + (\alpha_1 R_{01} + \alpha_2 R_{02})t$$

С другой стороны, можно написать:

$$R = R_0(1 + \alpha' t),$$

где $R_0 = R_{01} + R_{02}$, а α' — искомый температурный коэффициент. Отсюда

$$\alpha' = \frac{R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}}.$$

б) При параллельном соединении, согласно формуле (2.8.13), общее сопротивление

$$R' = \frac{R_{01}R_{02}(1 + \alpha_1 t)(1 + \alpha_2 t)}{R_{01}(1 + \alpha_1 t) + R_{02}(1 + \alpha_2 t)} = R'_0(1 + \alpha'' t),$$

где $R'_0 = \frac{R_{01}R_{02}}{R_{01} + R_{02}}$ — сопротивление параллельно соединенных проводников при 0 °С. Пренебрегая членами, пропорциональными произведениям температурных коэффициентов, как малыми, получим:

$$\alpha'' = \frac{R_{02}\alpha_1 + R_{01}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}}.$$

Решить задачи самостоятельно

1. При электролизе сернокислого цинка в течение 5,0 ч выделилось $3,06 \cdot 10^{-2}$ кг цинка. Определите сопротивление электролита, если электролиз проходил при напряжении 10 В.
2. При электролизе раствора сернокислого цинка в течение 1 ч выделилось $2,45 \cdot 10^{-3}$ кг цинка. Найдите величину сопротивления, если вольтметр показывает 6,0 В,
3. Какое количество серебра выделяется при электролизе в течение 0,5 ч, если сопротивление электролитической ванны 2,0 Ом, а напряжение на ее зажимах 3,0 В?
4. В электролитической медной ванне за 40 мин выделилось $1,98 \cdot 10^{-3}$ кг меди. Определите ЭДС батареи, необходимую для питания током ванны, если сопротивление раствора 1,3 Ом, внутреннее сопротивление батареи 0,3 Ом.
5. Железные трубки радиатора охлаждения двигателя трактора покрывают медью гальваническим способом. Определите толщину слоя меди на трубке, если покрытие ведется 1 ч 15 мин при плотности тока 30 А/м².
6. Для придания большой прочности стержням, соединяющим гусеницы трактора, их поверхность хромируют гальваническим способом. Толщина слоя хрома должна составлять $5,0 \cdot 10^{-5}$ м. Плотность тока равна $2,6 \cdot 10^2$ А/м². Сколько времени будет протекать процесс хромирования, если хром шестивалентный?
7. Сопротивление медного провода при температуре 0° С равно 4 Ом. Найдите его сопротивление при 50° С, если температурный коэффициент сопротивления меди (ТКС) $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹
8. Сопротивление проводника при 20° С равно 25 Ом, а при 35° С - 25,17 Ом. Найдите температурный коэффициент сопротивления.
9. Сопротивление стального проводника при температуре $t_1 = 10^\circ \text{C}$ $R_1 = 10$ Ом. Найдите при какой температуре его сопротивление увеличится на 1%. Температурный коэффициент сопротивления стали $6 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹
10. Сопротивление вольфрамовой нити лампы накаливания при 20° С равно 20 Ом. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $4,6 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹. Найдите температуру нити накала лампы при включении ее в сеть с напряжением 220 В и силой тока 1 А

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.3 Магнитное поле

Практическое занятие №20, 21

Решение задач по теме «Магнитное поле и его характеристики» «Действие магнитного поля на заряд, сила Лоренца»

Цель работы: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; для объяснения условий протекания физических явлений, умения выполнять расчетные и графические задачи

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР67; ПРy5; ПРy9; ПРy11; ПРy13;

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи с применением формул магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца. Используя правила построения, выполнить графические задачи на определение сил Ампера и Лоренца, магнитной индукции, применяя правила правой и левой руки.(самостоятельная работа).

Ход работы

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 участка $\Delta\ell$:

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

Единица измерения магнитной индукции называется тесла – .

$$[B] = \frac{Н}{А \cdot м} = Тл$$

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; $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$.

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

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

равен:

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

Сила взаимодействия между двумя параллельными проводниками с током определяется по

формуле: $F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi R}$, где R – расстояние между проводниками, М;

ℓ – длина проводника, на который действует сила, М;

μ_0 – магнитная постоянная; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н/А}^2$.

Действие магнитного поля на движущийся заряд

Сила, с которой магнитное поле действует на движущийся электрический заряд, называется силой Лоренца. Модуль этой силы равен: $F_L = qv \sin \alpha$

где q – модуль заряда частицы, Кл; v – скорость частицы, м/с; α – угол между $\vec{v}$ и $\vec{B}$

Частица под действием силы Лоренца движется с центростремительным ускорением : радиус

$$\text{окружности: } R = \frac{v \cdot m}{|q| \cdot B}; \text{ период вращения } T = \frac{2\pi \cdot m}{|q| \cdot B},$$

где R – радиус окружности по которой движется частица, м;

T – период обращения частицы, с; m – масса частицы, кг.

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.

$\Phi = BS \cos \alpha$ [Ф] = Тл·м² = Вб (вебер).

Примеры решения задач

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

Дано: $I=5\text{А}$ $B=1 \cdot 10^{-2}\text{Тл}$ $\alpha=60^\circ$ $F=2 \cdot 10^{-2}\text{Н}$	Решение
$\ell=?$	$F=B \cdot I \cdot \ell \sin \alpha \Rightarrow \ell = \frac{F}{B \cdot I \sin \alpha}; \ell = \frac{2 \cdot 10^{-2}\text{Н}}{1 \cdot 10^{-2}\text{Тл} \cdot 0,87 \cdot 5\text{А}} \approx 0,46$
$\sin 60^\circ \approx 0,87$	Ответ: $\ell=0,46\text{м}$.

2. Какая сила действует на электрон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией $1 \cdot 10^{-2}$ Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $3 \cdot 10^6$ м/с, заряд электрона $e=-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Дано	«СИ»	Решение
$v=3 \cdot 10^6\text{м/с}$		На электрон, движущийся в магнитном поле, действует сила Лоренца: $F_L = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \alpha$
$B=1 \cdot 10^{-2}\text{Тл}$		$F_L=1 \cdot 10^{-2}\text{Тл} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\text{Кл} \cdot 3 \cdot 10^6\text{м/с}=4,8 \cdot 10^{-15}\text{Н}$
$\alpha=90^\circ$		Ответ: $4,8 \cdot 10^{-15}\text{Н}$
$e=-1,6 \cdot 10^{-19}\text{Кл}$		
$F=?$		

Решить задачи(п - номер вашего варианта по списку):

1. На прямолинейный проводник с током 1,5А в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл действует сила п Н. Определите длину проводника, если он расположен под углом 30° к силовым линиям.
2. Какая сила действует на протон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией $4 \cdot 10^3$ Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $2 \cdot 10^5$ м/с. Заряд протона $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
3. Дайте определение магнитной индукции. В каких единицах она измеряется? Запишите единицу магнитной индукции через основные
4. единицы измерения в системе СИ.
5. Электрон движется в вакууме со скоростью $3 \cdot 10^6$ м/с в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Чему равна сила F, действующая на электрон, если угол между направлением скорости и линиями магнитной индукции равен 90° ?
6. Прямолинейный проводник, по которому идет ток силой 10А, помещен в однородное магнитное поле, индукция которого 0,3Тл. Угол между направлением тока и вектором магнитной индукции равен 30° .
7. С какой силой F действует магнитное поле на участок проводника длиной п м?

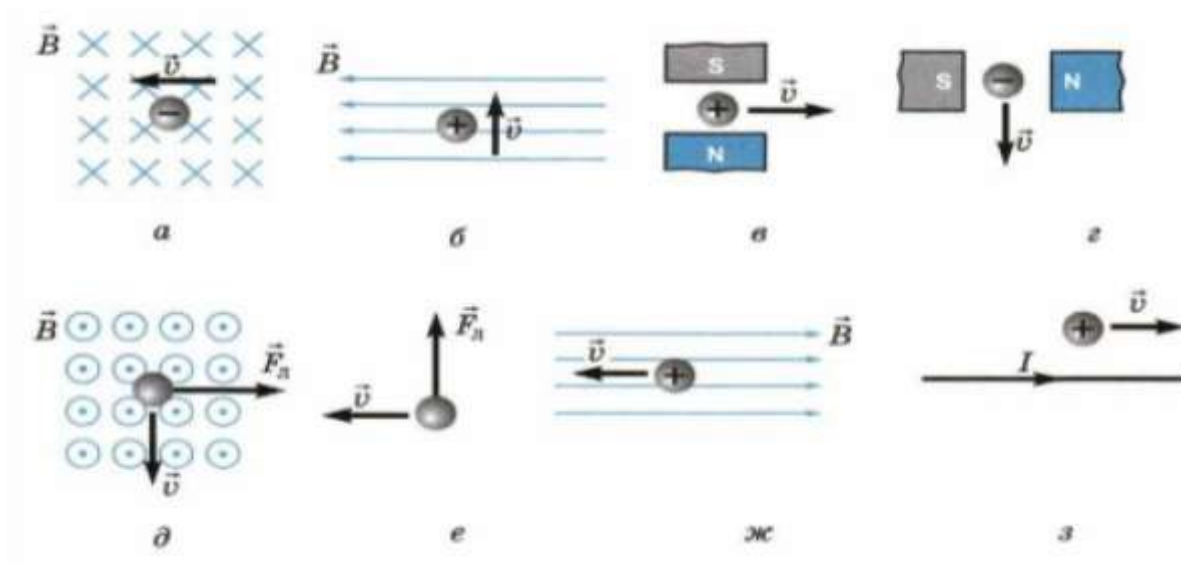
8. Определите магнитный поток, проходящий через прямоугольную рамку со сторонами 2×5 см, если она помещена в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-3}$ Тл под углом 30° к линиям индукции поля.
9. В однородное магнитное поле, индукция которого $1,26 \cdot 10^{-3}$ Тл, помещен прямой проводник длиной n см. Определите силу, действующую на проводник, если по нему течет ток 50 А, а угол между направлением тока вектором индукции составляет 30° .
10. Проводник с силой тока 5,0 А помещен в однородное магнитное поле с индукцией $1,0 \cdot 10^{-2}$ Тл. Угол между направлениями тока и поля 60° . Определите активную длину проводника, если поле действует на него силой $2 \cdot 10^{-2}$ Н.
11. Какую работу совершает однородное магнитное поле индукцией $1,5 \cdot 10^{-2}$ Тл при перемещении на расстояние 0,2 м проводника длиной 2 м, по которому течет ток 10 А; если перемещение происходит вдоль действия сил? Проводник расположен под углом 30° к направлению поля.
12. Найдите индукцию магнитного поля, в котором максимальный момент сил, действующих на рамку с током в 3,0 А, равен $1,5$ Н·м. Размеры рамки $0,05 \times 0,04$ м, число витков равно n .
13. В однородном магнитном поле с индукцией 0,25 Тл находится прямолинейный проводник длиной 1,4 м, на который действует сила 2,1 Н. Определите угол между проводником и направлением вектора индукции магнитного поля, если сила тока в проводнике 12 А.
14. Чему равна сила тока в прямом проводнике длиной 1,0 м, помещенном в однородное магнитное поле с индукцией $1,5 \cdot 10^{-3}$ Тл, если на этот проводник со стороны поля действует сила $2,1 \cdot 10^{-3}$ Н? Угол между направлением электрического тока и вектором индукции равен 45° .
15. 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 n витков.
16. Электрон описывает в магнитном поле окружность радиусом $4,0 \cdot 10^{-3}$ м. Скорость движения электронов равна $3,5 \cdot 10^6$ м/с. Найдите индукцию магнитного поля.
17. Протон движется со скоростью $1,0 \cdot 10^6$ м/с перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией 1,0 Тл. Найдите силу, действующую на протон, и радиус окружности, по которой он движется.
18. Электрон влетает в однородное магнитное поле, индукция которого $2,0 \cdot 10^4$ Тл, перпендикулярно силовым линиям со скоростью $1,0 \cdot 10^6$ м/с. Вычислите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон.
19. 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?
20. Электрон, двигаясь со скоростью $3,54 \cdot 10^5$ м/с, попадает в однородное магнитное поле с индукцией $2,0 \cdot 10^{-5}$ Тл перпендикулярно к его силовым линиям и продолжает движение по окружности радиусом 10 см. Найдите удельный заряд электрона, т.е., отношение его заряда к массе.
21. Протон, имеющий скорость $4,6 \cdot 10^5$ м/с, влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,3 Тл перпендикулярно магнитным силовым линиям. Рассчитайте радиус окружности, по которой будет двигаться протон.
22. Протон движется в однородном магнитном поле с индукцией $3,4 \cdot 10^{-2}$ Тл в плоскости, перпендикулярной к силовым линиям. Определите радиус траектории протона, если движение происходит в вакууме $3,3 \cdot 10^5$ м/с.
23. 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.

24. В магнитное поле с индукцией $0,5 \text{ Тл}$ в направлении, составляющем угол 45° с линиями индукции, влетает электрон со скоростью $2,0 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Определите силу, действующую на него.
25. В магнитное поле в направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает протон со скоростью $3,2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$. Найдите индукцию этого поля, если протон описал окружность радиусом 10 см .

26. Задачи на построения:

Определите направление движения проводника с током (сила Ампера)		
Ответ:	Ответ:	Ответ:
Определите полярность магнита		
Ответ: отметить на магните	Ответ:	Ответ:

27. Сформулируйте задачу и решите ее



Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.5 Электромагнитная индукция

Практическое занятие №22

Решение задач по теме «Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция»

Цель: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями, умения выполнять расчетные и графические задачи

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР67; ПРy5; ПРy9; ПРy11; ПРy13;

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи с применением формул магнитной индукции, индуктивности контура, ЭДС индукции и самоиндукции

Ход работы

Краткие теоретические сведения

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, $\frac{Вб}{с}$.

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.

Разность потенциалов U на концах прямолинейного проводника длиной l , движущегося со скоростью u в однородном магнитном поле

$$U = Blv \sin \alpha,$$

где α – угол между направлениями векторов скорости u и магнитной индукции B

Электрический ток, проходящий по проводнику, создает вокруг него магнитное поле. Магнитный поток сквозь площадь поверхности, ограниченную самим контуром, пропорционален силе тока в контуре: $\Phi = L \cdot I$.

Коэффициент пропорциональности L называется индуктивностью контура:

$$[L] = \left[\frac{\Phi}{I} \right] = \frac{Wb}{A} = \text{Гн (генри)}.$$

Значение индуктивности зависит от размеров и формы проводника, а также от магнитных свойств среды, в которой он находится. ЭДС самоиндукции по закону электромагнитной индукции равна:

$$\varepsilon_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}, \text{ т.к. } \varepsilon_{is} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta I = I_2 - I_1$ – изменение силы тока в проводнике, А;

Δt – время его изменения, с;

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ – скорость изменения силы тока, $\frac{A}{c}$.

Энергия магнитного поля проводника с током: $W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}$, [Дж]

Решить задачи (n - номер вашего варианта по списку)

1. На сколько изменилась сила тока в проводнике, если за 0,1 с в проводнике, индуктивность которого 4 Гн, появилась ЭДС самоиндукции равная 12 В?
2. За какой промежуток времени магнитный поток изменился на 0,01 Вб, если в контуре возникает ЭДС индукции n В?
3. Магнитное поле катушки с индуктивностью 0,2 Гн обладает энергией 0,4 Дж. Чему равна сила тока в катушке?
4. Определите энергию, запасаемую в магнитном поле индуктора, который используется в установке для магнитоимпульсивного формования. Индуктивность катушки $7,0 \cdot 10^{-7}$ Г, сила разрядного тока $1,45 \cdot 10^5$ А.
5. Какой поток магнитной индукции создается в контуре электрическим током, если при его уменьшении до нуля за 0,01 с в контуре возникает ЭДС самоиндукции равная 30 В?
6. Определите энергию магнитного поля катушки, в которой при силе тока 6,8 А магнитный поток равен 2,5 мВб.
7. За какой промежуток времени в катушке с индуктивностью 0,28 Г происходит нарастание силы тока от нуля до 9,6 А, если при этом возникает средняя ЭДС самоиндукции, равная 38,4 В?
8. Проводник длиной n 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.
9. Какой магнитный поток пронизывает контур, если при равномерном исчезновении магнитного поля в течение n с в катушке индуцируется ЭДС, равная 0,02 В?
10. Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 3 см^2 при индукции поля 0,24 Тл, если нормаль, к поверхности расположена под углом 60° к вектору индукции.
11. Определите индуктивность катушки, если при увеличении тока в ней на 2,2 А за $50 \cdot 10^{-2}$ с появляется средняя ЭДС самоиндукции, равная 1,1 В.

12. В проводнике длиной 0,5 м, движущемся со скоростью 3,0 м/с, перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля, возникает ЭДС 6мВ. Определите индукцию магнитного поля.
13. Определите магнитный поток, проходящий через прямоугольную площадку со сторонами 20х40 см, если она помещена в однородное магнитное поле с индукцией 0,5м Тл под углом 60° к линиям индукции поля.
14. Определите ЭДС индукции, возбуждаемую в контуре, если в нем за 0,01 с магнитный поток равномерно уменьшается 0,5 до 0,4 Вб, чтобы в контуре возбуждалась ЭДС индукции 3,8 В.
15. 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 n В.
16. 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.
17. В однородном магнитном поле под углом 30° к направлению вектора индукции, величина которого 5мТл, движется проводник со скоростью 10 м/с; вектор скорости перпендикулярен проводнику. Определите длину проводника, если в нем наводится ЭДС, равная 0,25мВ.
18. Трактор общего назначения К-700 идет со скоростью 28 км/ч. Определите разность потенциалов на концах передней оси, если длина ее около 2,6м, вертикальная составляющая магнитного поля Земли $5,0 \cdot 10^{-5}$ Тл.
19. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникающая в катушке с индуктивностью $2,0 \cdot 10^{-2}$ Гн, в которой ток силой $7,5 \cdot 10^{-2}$ А исчезает за n с?
20. Магнитное поле катушки с индуктивностью 0,1 Г обладает энергией 0,8 Дж. Чему равна сила тока в катушке?
21. Проволочная прямоугольная рамка со сторонами 20см и 30 см расположена в однородном магнитном поле и перпендикулярна силовым линиям. Определите индукцию этого поля, если при его исчезновении за $1,2 \cdot 10^{-2}$ с в рамке наводится средняя ЭДС 3,5 мВ.
22. Чему равна индуктивность катушки, если протекающий по ней ток силой 0,15 А создает поток магнитной индукции $7,5 \cdot 10^{-3}$ Вб?
23. Чему равна индуктивность проводника, в котором при возрастании тока от 1,5 до 1,8А за n с возбуждается ЭДС самоиндукции 0,9 В?
24. За какой промежуток времени в контуре индуктивностью $2,0 \cdot 10^{-5}$ Г при изменении тока на 0,5А возникает ЭДС самоиндукции 10 В?
25. Определите индуктивность катушки, если при токе 3,0А магнитное поле в ней обладает энергией $6,0 \cdot 10^{-2}$ Дж

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Практическое занятие № 23

Механические колебания и их характеристики

Цель: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора, владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями, умения выполнять расчетные и графические задачи

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13, МР17, МР21

ПР67; ПР68; ПРy5; ПРy9; ПРy11; ПРy13;

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи с применением формул математического маятника, пружинного маятника, их смещения и уравнения гармонического колебания. (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Механические колебания

Механическое колебание – периодически повторяющееся движение тела (точки) по какой-либо траектории поочередно в противоположных направлениях.

Механическая колебательная система (МКС) – система тел, в которой происходят механические колебания.

Положение устойчивого равновесия – положение, равноудалённое от крайних точек траектории.

Полное колебание – один законченный цикл колебаний, после которого тело возвращается в исходное состояние.

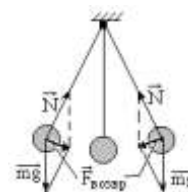
Возвращающая (внутренняя) сила ($F_{\text{возвр}}$) – сила, стремящаяся вернуть тело в положение устойчивого равновесия.

Собственные колебания – колебания, совершаемые телом под действием одной только возвращающей силы.

Свободные колебания – колебания, совершаемые телом под действием двух сил: возвращающей и сопротивления среды.

Вынужденные колебания – колебания, совершаемые телом под действием внешней вынуждающей силы.

Упругие колебания – колебания, при которых возвращающей силой является сила упругости.



Математический маятник – колебательная система, состоящая из материальной точки, подвешенной на невесомой нерастяжимой нити, и Земли.

Физический маятник – колебательная система, состоящая из тела, колеблющегося вокруг неподвижной оси, и Земли.

Периодическое – колебание, при котором все физические величины повторяются через равные промежутки времени.

Таблица 1

Характеристика	Обозначение, формула	Единица измерения	Определение
Период	$T = \frac{2\pi}{\omega}$	С	Длительность одного полного колебания
Частота	$\nu = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}$	С ⁻¹ =Гц	Число колебаний π в единицу времени t
Циклическая частота (круговая)	$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$	$\frac{рад}{с}$	Число колебаний за 2π единиц времени
Смещение	$x(t)$	м	Положение точки в любой момент времени по ОУ
Амплитуда	A	м	Максимальное отклонение материальной точки от положения равновесия
Фаза	$\varphi = \frac{t}{T} = \omega t + \varphi_0$	рад	Мгновенное состояние материальной точки по ОХ
Начальная фаза	φ_0	рад	Сдвиг фазы в момент времени $t=0$

Гармонические – простейшие колебания, при которых изменение состояния колеблющейся величины происходит по закону синуса или косинуса. $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$

$$x = A \sin \omega t = A \sin \varphi \text{ – толчком} \quad x(t) = A \sin \omega t$$

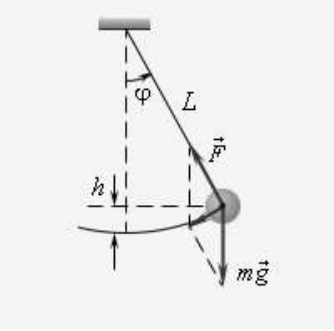
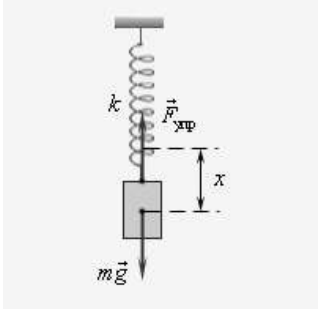
$$x = A \cos \omega t = A \cos \varphi \text{ – оттягиванием} \quad x(\varphi) = A \sin \varphi$$

$$v = A \omega \cos \omega t; v_{\max} = A \omega \alpha = -A \omega^2 \sin \omega t; \alpha_{\max} = A \omega^2$$

$$A = x_{\max} M \quad E_p = \frac{kx^2}{2}; \quad E_k = \frac{mv^2}{2} \quad [kA^2 = mv^2] \text{ – закон сохранения энергии}$$

$$E = E_k + E_p \quad v = \sqrt{\frac{kA^2}{m}} = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Таблица 2

Математический маятник	Пружинный маятник
$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}; F = ma$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; F_{\text{упр}} = -kx$
	

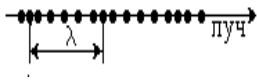
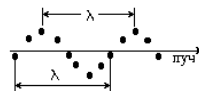
Упругая среда – среда, при механическом воздействии на которую возникает сила упругости.

Механическая волна – распространение колебаний в упругой среде.

Луч – линия, вдоль которой распространяется волна.

Поперечная волна– волна, в которой колебания частиц среды происходят поперёк луча.

Продольная волна – волна, в которой колебания частиц среды происходят вдоль луча.

<i>виды</i>	<i>Продольные</i>	<i>поперечные</i>
		
<i>энергия</i>	Волны переносят энергию, но не переносят вещество среды	
<i>Условия возникновения</i>	В средах, где возникает $F_{\text{упр}}$ при деформации <i>сжатия</i>	В средах, где возникает $F_{\text{упр}}$ при деформации <i>сдвига</i>
<i>Среда</i>	В твердых, жидких, газообразных	В твердых, на поверхности жидких тел, на границе раздела двух сред с различной плотностью
<i>Пример</i>	Звуковые волны	Волны на шнуре, на поверхности воды
<i>Скорость</i>	$\vartheta = \lambda \cdot \nu$ распространяются с конечной скоростью, различной в разных средах	

<i>Длина волны</i>	Расстояние, на которое смещается волна за период $\lambda = \nu * T = \frac{\nu}{\nu}$
--------------------	---

Звуковые волны

Звуковая волна (звук) – волна, вызывающая у человека слуховые ощущения.

Инфразвук – механические волны с частотой ниже 16 Гц; **ультразвук** – выше 20000 Гц.

Скорость звука в воздухе при 0⁰С – 332 м/с, при 20⁰С – 343 м/с; в воде – 1483 м/с, в железе – 5850 м/с.

Примеры решения задач

1. Уравнение гармонических колебаний точки $x=0,4\cos\pi t$. Найти амплитуду, период и смещение точки через 0,5 с.

Дано: м. т.	«СИ»	Решение
$x(t)=0,4\cos\pi t$		$x=A\cos\omega t$ $x(t)=0,4\cos\pi t$ $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \nu = \frac{1}{T}$
$t_1=0,5$ с		
$A=? \quad T=? \quad x(t_1)=?$ $\nu=?$		Вычисления: $A=0,4$ м; $\omega=\pi$; $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ (с) $\nu = \frac{1}{2} = 0,5$ Гц $x(0,5) = 0,4 \cdot \cos\pi \cdot \frac{1}{2} = 0,4\cos\frac{\pi}{2} = 0$

2 Груз массой 0,4 кг совершает колебания в горизонтальной плоскости на пружине жесткостью 250 н/м. амплитуда колебаний груза 15 см. найти полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость движения. Трением пренебречь.

Дано:	$E_p = \frac{kA^2}{2}, \quad E_k = 0$	$E = \frac{250 \cdot 0,15^2}{2} = 2,8$ Дж
пружинный маятник	$E=E_p+E_k=E_p$	
$m=0,4$ кг	$mv^2 \cong kA^2 \Rightarrow v = A\sqrt{\frac{k}{m}}$	$\nu = 0,15\sqrt{\frac{250}{0,4}} = 0,15 \cdot 25 =$
$k=250$ н/м		$= 3,75 \approx 3,8 \frac{м}{с}$
$A=0,15$ м		
$E=?, \quad v_{\max}=?$		

Решить задачи(п - номер вашего варианта по списку)

1. Напишите уравнение гармонических колебаний с амплитудой 5 см и начальной фазой 45⁰, если в 1 минуту совершается 150 колебаний.
2. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки **п** см, период 4 с. Найдите максимальные скорости и ускорение и напишите уравнение гармонических колебаний.

3. Математический маятник длиной 56 см за n минут 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 $g=9,81$ м/с². 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 $t=n$ 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 n грамм подвешено на пружине, жесткость которой $2 \cdot 10^3$ н/м. Определите частоту, период, циклическую частоту свободных колебаний этого тела на пружине.
19. 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.
20. Какова частота звуковых колебаний в среде, если скорость звука в этой среде 500 м/с, а длина волны 2м? (Ответ дайте в герцах.)
21. На расстоянии n м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? (Ответ дайте в секундах.) Скорость звука в воздухе 330м/с. Округлите ответ с точностью до десятых.
22. Скорость звука в воде 1,5 км/с. Чему равна длина звуковой волны, распространяющейся в воде, при частоте звука 3 кГц? (Ответ дайте в метрах.)

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие №24

Решение задач на виды сопротивлений в цепях переменного тока

Цель работы: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора, владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; умения выполнять расчетные и графические задачи

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13, МР17, МР21
ПР67
ПРy5; ПРy9; ПРy11; ПРy13;

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

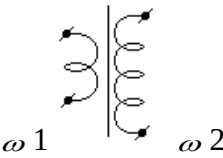
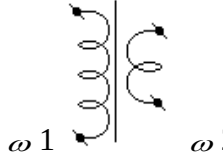
Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи с применением формул колебаний в сети переменного тока, видов сопротивления в цепи переменного тока, формул трансформаторов различного вида (самостоятельная работа).

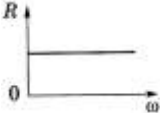
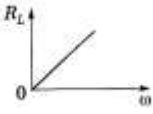
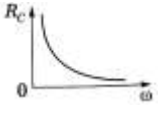
Ход работы

Краткие теоретические сведения трансформатор

виды	повышающий	понижающий
Определение	трансформатор, у которого число витков во вторичной обмотке больше, чем в первичной	трансформатор, у которого число витков во вторичной обмотке меньше, чем в первичной
Рисунок		
Коэффициент трансформации	$n < 1$	$n > 1$
	$n = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \approx \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{S_2}{S_1}$	
КПД трансформатора	$\eta_{\text{трансформатора}} = \frac{P_n}{P_3} \cdot 100\% \approx 99\%$	

Сопротивления в цепи переменного тока

Приборы	Резистор сопротивлением R	Катушку индуктивностью L	Конденсатор емкостью C
Схема			
Сила тока	$I(t) = I_0 \sin \omega t$	$I(t) = \frac{U_0}{\omega L} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$	$I(t) = CU_0 \omega \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

Сдвиг фаз	$\varphi = 0$ Y, U изменяется в одинаковых фазах, а эл. энергия расходиться на тепловое действие тока	Напряжение опережает ток на $\varphi = \frac{\pi}{2} = 90^0$	Напряжение отстает от тока на $\varphi = \frac{\pi}{2} = 90^0$
Сопротивлен ие 1. формула 2. зависимо сть сопротивлен ию от частота 3. определение	$R = \frac{\rho_0 \ell}{S} (1 + \alpha t)$  <u>Активное</u> – сопротивление потребителя, <u>преобразующего</u> подводимую к нему энергию в другие виды энергии	$X_L = \omega L$  <u>Индуктивное</u> – сопротивление, обусловленное явлением самоиндукции	$X_C = \frac{1}{\omega C}$  <u>Емкостное</u> – сопротивление, обусловленное наличием емкости в цепи
Закон Ома	$I(t) = \frac{U(t)}{R}$	$I_0 = \frac{U_0}{X_L}$	$I_0 = \frac{U_0}{X_C}$
Полное сопротивление цепи переменного тока: $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$			
Закон Ома для амплитудных значений силы тока I_0 и напряжения U_0 в цепи переменного тока: $I_0 = U_0 / \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$			
Реактивное – сопротивление потребителя, не <u>преобразующего</u> подводимую к нему энергию в другие виды энергии (н-р ракета) $X = X_L - X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C}$; $X_L > X_C$ – индуктивный характер; $X_L = X_C$ – резонанс; $X_C > X_L$ – ёмкостный характер			

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 . $P = \frac{I_0^2 R}{2} = \frac{I_0 U_0}{2} = \frac{U_0^2}{2R}$. Действующее значение мощности переменного тока часто называют **активной мощностью**.

Примеры решения задач

1. Катушка индуктивностью 0,1 Гн и активным сопротивлением 25 Ом включена в сеть промышленного переменного тока со стандартной частотой. Определите ток в катушке, если напряжение на ее вводах 120 В.

Дано: катушка $L=0,1$ Гн $R=25$ Ом $\nu=50$ Гц $U=120$ В $I_{\phi}=?$	$I = \frac{U}{X};$ $X = \sqrt{R^2 + X_L^2} =$ $= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} =$ $= \sqrt{R^2 + (2\pi \nu L)^2}$	$x = \sqrt{25^2 + (4 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,1)^2} =$ $= \sqrt{625 + 986} = \sqrt{1611} = 40,1 \text{ Ом}$ $I_{\phi} = \frac{120}{40,1} \approx 3 \text{ А}$
---	---	--

2. На колхозную подстанцию поступает ток напряжением 6600 В. первичная обмотка трансформатора подстанции имеет 3300, а вторичная 110 витков. Определите рабочее напряжение в колхозной электросети и потребляемую мощность сила тока в сети 200 А потерями энергии в трансформаторе пренебречь.

Дано: трансформатор $U_1=6600$ В $\omega_1=3300$ В $\omega_2=110$ $I_2=200$ А $U_2, P_2=?$	$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{U_1}{U_2}$ $U_2 = \frac{U_1 \cdot \omega_2}{\omega_1}$ $P_2 = U_2 \cdot I_2$	$U_2 = \frac{6600 \cdot 110}{3300} = 220 \text{ В}$ $P_2 = 220 \cdot 200 = 44 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 44 \text{ кВт}$
--	---	---

3. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,5 А, напряжение на ее концах 220 В, во вторичной обмотке соответственно 8 А и 12 В. Определите КПД трансформатора.

Дано: трансформатора $I_1=0,5$ А $I_2=8$ А $U_1=220$ В $U_2=12$ В $\eta=?$	$\eta = \frac{P_n}{P_s} \cdot 100\% =$ $= \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \cdot 100\%$	$\eta = \frac{12 \cdot 8}{220 \cdot 0,5} \cdot 100\% = 87\%$
--	--	--

Решить задачи(п - номер вашего варианта по списку):

1. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,2 А, напряжение на клеммах 220 В. Определите напряжение и силу тока во вторичной обмотке трансформатора, если коэффициент трансформации 0,2.

2. Первичная обмотка трансформатора содержит 800 витков, вторичная 3200. Определите коэффициент трансформации.
3. Сила тока в сети изменяется по закону $i = 8,5 \sin \omega t$. Какое количество теплоты выделит электрокамин за 2 часа работы, если его сопротивление 80 Ом?
4. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,6 А, напряжение на ее концах 220 В; во вторичной обмотке 6 А и 14 В. Определите КПД трансформатора.
5. В первичной обмотке повышающего трансформатора 80 витков, а во вторичной 1280. Напряжение на концах первичной обмотки 120 В, а величина тока во вторичной обмотке 0,25 А. Определите полезную мощность трансформатора.
6. Для трансляции радиопередач применяют понижающий трансформатор с напряжением 480 В до 30 В. Определите мощность трансформатора с КПД 96%, если к нему подключено 100 репродукторов, потребляющих ток 0,008 А.
7. Определите угол поворота витка в однородном магнитном поле, зная, что максимальное значение тока $100\sqrt{2}$ А, а ток в данный момент 100 А.
8. Определите коэффициент трансформации звонкового трансформатора, питаемого сетевым током с напряжением 220 В, если преобразованный ток имеет напряжение 2 В.
9. Первичная обмотка повышающего трансформатора имеет 45 витков, а вторичная 900 витков. Первичная катушка включается в сеть переменного тока с напряжением 120 В. Какое напряжение будет на зажимах вторичной обмотки?
10. Электрическая дуга должна гореть под напряжением n В, а в сети 220 В. Сколько витков должна содержать вторичная обмотка, если в первичной обмотке, включенной в сеть, 385 витков?
11. В первичной обмотке повышающего трансформатора n витков, во вторичной – 2000 витков. Какое напряжение на зажимах вторичной обмотки можно получить, если включить трансформатор в сеть с напряжением 110 В?
12. Катушка индуктивностью 20 мГн включена в сеть переменного тока с частотой n Гц. Определите индуктивное сопротивление катушки.
13. Конденсатор емкостью $8 \cdot 10^{-4}$ ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить силу тока на участке цепи с конденсатором, если сопротивление подводящих проводов n Ом, а напряжение на всем участке цепи 12 В.
14. Как изменится индуктивное сопротивление катушки, если ее включить в цепь переменного тока с частотой 10 кГц, вместо 50 Гц?
15. Первичная обмотка трансформатора содержит 800 витков, вторичная 3200. Определите коэффициент трансформации.
16. Катушка индуктивностью n Гн, активным сопротивлением 25 Ом включена в сеть промышленного переменного тока со стандартной частотой. Определите ток в катушке, если напряжение на ее вводах 120 В.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием существенных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие № 25

Решение задач по теме «Электромагнитные колебания и волны»

Цель работы: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора, владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; умения выполнять расчетные и графические задачи

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР67
ПРy5; ПРy9; ПРy11; ПРy13

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи с применением характеристик переменного тока, законов переменного тока, законов электромагнитных колебаний и волн (самостоятельная работа)

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Переменный ток, периодически изменяющийся по величине и направлению. *Характеристики переменного тока* ($\sim I$)

1. Период T , с – время, за которое (ε_i) ЭДС индукции совершает одно полное колебание.
2. Частота $\nu = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}$, Гц – число полных колебаний за 1 секунду.

В России применяется ток с $\nu = 50$ Гц, стандартная, т.е. I_i и ε_i меняют свое направление 100 раз в секунду. Ток с $\nu = 50 \cdot 10^4$ Гц – ток низкой частоты. Ток с $\nu \sim 10^4 - 10^6$ Гц – ток высокой частоты.

3. $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ – круговая частота.

4. Мгновенные значения обозначаются строчными буквами: i . Амплитудные значения обозначаются заглавными буквами: I , U , ε .

$$i = I_m \cos \omega t; \quad Y_m = \frac{U_m}{R};$$

Изменения I , U , ε в цепи $\sim I$

$$u = U_m \cos(\omega t + \varphi); \quad \Rightarrow$$

происходят с одинаковой

$$e = \varepsilon_m \omega t; \quad E_m = BS\omega;$$

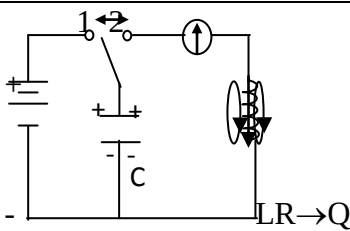
частотой, но разной фазой

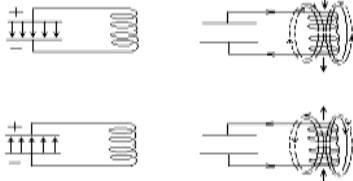
О силе переменного тока судят по его тепловому воздействию, т.к. оно не зависит от направления тока (как магнитное и химическое).

5. Действующим (эффективным) значением переменного тока называется постоянный ток, выделяющий в проводнике то же количество тепла, что и переменный ток за один период.

$$I_g = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m \quad U_g = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 U_m \quad \varepsilon_g = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \varepsilon_m$$

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
Законы $T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$ – формула Томсона $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	 1. Вынужденные колебания. Ключ в «1» – заряжается конденсатор. 2. Собственные колебания. Ключ «2» электрическое поле $\rightleftharpoons$ магнитное поле. Часть энергии тратится на нагрев проводов $R \rightarrow Q$ колебания затухающие. Для поддержания незатухающих колебаний переводим ключ «1», затем в «2». Вынужденные – незатухающие колебания

Энергия	Преобразование энергии электрического поля в энергию магнитного поля и наоборот по гармоническому закону $E_{эл} \leftrightarrow E_m$
$R_{пр}=0$ – собственные ЭМК	
$E_{эл}=E_m; v_0=const$	
$\frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$	
$CU^2=LI^2$	

Электромагнитные волны

Электромагнитная волна (ЭМВ) – распространение электромагнитного поля в пространстве с течением времени.

Расстояние от радиолокационной станции (РЛС) до объекта: $\Delta S = \frac{c\Delta t}{2}$,

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

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

Скорость волны в среде зависит от электрических и магнитных свойств среды:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{c}{n}; \quad \frac{c}{n} = \sqrt{\epsilon\mu} = n > 1 - \text{оптическая плотность среды}$$

Длина волны $\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\nu}$ в среде; для вакуума: $\lambda_0 = c \cdot T = \frac{c}{\nu}$

$$\lambda = \frac{cT}{n} = \frac{c}{n\nu} = \frac{\lambda_0}{n}; \quad c - \text{скорость эмв в вакууме или в воздухе} - 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Примеры решения задач

1. Сила тока в сети изменяется по закону $i = 4,2 \sin \omega t$. Какое количество теплоты выделит электрокамин за 1 ч работы, если его сопротивление 70 Ом?

Дано:	$Q = I_{\text{eff}}^2 R t$	$I_m = 4,2 \text{ А}$
электрокамин	$i = I_m \sin \omega t$	$I_{\text{eff}} = 0,707 \cdot 4,2 = 3 \text{ А}$
$i = 4,2 \sin \omega t$	$I_{\text{eff}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m$	$Q = 3^2 \cdot 70 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж} =$
$t = 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}$		$= 2,3 \text{ МДж}$
$R = 70 \text{ Ом}$		
$Q = ?$		

2 В установках для электрогидравлической обработки материалов конденсаторы рабочего контура являются емкостными накопителями энергии. Определите наибольшую силу кратковременного тока, возникающего в цепи при прямой разрядке такого конденсатора на проводник, если известно, что занесенная энергия в конденсаторе 10 кДж, индуктивность контура 0,03 мкГн.

Дано: k – контур

$$E = 10^4 \text{ Дж}$$

$$L = 3 \cdot 10^{-8} \text{ Гн}$$

$$E_{\text{эл}} = E_{\text{м}}$$

$\Downarrow$

$$E_{\text{эл}} = \frac{LI^2}{2}$$

$\Downarrow$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{эл}}}{L}}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^{-8}}} = \sqrt{0,66 \cdot 10^{4+8}}$$
$$= 0,8 \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^5 \text{ А}$$

$I_{\text{max}} = ?$

Решить задачи(п - номер вашего варианта по списку):

1. Будут ли настроены в резонанс контуры передатчика и приемника, если их параметры $C_1 = 200 \text{ ПФ}$, $L_1 = 2 \text{ мГн}$; $C_2 = 100 \text{ ПФ}$; $L_2 = 4 \text{ мГн}$?
2. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 5 мкФ и катушки индуктивностью $0,2 \text{ Гн}$. Определите максимальную силу тока в конденсаторе, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 90 В . Потерями на нагревание проводов пренебречь.
3. ЭДС индукции, возникающая в рамке при вращении ее в однородном магнитном поле, изменяется по закону $e = 12 \sin 100 \pi t$. Определите амплитудное и действующее значение ЭДС, период, частоту, мгновенное значение ЭДС при $t = n \text{ с}$.
4. Магнитный поток в рамке, равномерно вращающийся в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\Phi = 3 \cdot 10^{-2} \cos 157t$. Найдите зависимость мгновенного значения ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени. Определите максимальное и действующее значение ЭДС, период и частоту тока.
5. В рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, индуцируется ток, мгновенное значение которого выражается формулой
6. $i = 3 \sin 157t$. Определите амплитудное, действующее значение тока, мгновенное значение тока при $0, n \text{ с}$, период и частоту.
7. Определите максимальное и действующее значение переменной ЭДС, возникающей в рамке при ее равномерном вращении в однородном магнитном поле, если при угле поворота рамки на 45° мгновенное значение ЭДС 156 В .
8. Определите максимальную ЭДС, зная, что при 30° ЭДС индукции 110 В .
9. В колебательном контуре с индуктивностью $n \text{ мГн}$ максимальное напряжение на обмотках конденсатора 200 В . определите период колебаний свободных электронов в контуре, если максимальная сила тока в контуре $0,2 \text{ А}$.
10. Определите силу тока в колебательном контуре в момент полной разрядки конденсатора, если энергия магнитного поля катушки $4,8 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$, а индуктивность $0,24 \text{ Гн}$.
11. Определите энергию электрического поля конденсатора емкостью $n \text{ мкФ}$, если напряжение на его обкладках 400 В .
12. Определите период и частоту собственных электромагнитных колебаний контура, если его индуктивность 1 мГн , а емкость 100 нФ .
13. Определите силу тока в колебательном контуре в момент полной разрядки конденсатора, если энергия магнитного поля катушки $n \text{ мДж}$, а индуктивность $0,12 \text{ Гн}$.
14. Индуктивность колебательного контура 500 мкГн , какую емкость следует выбрать, чтобы настроить его на частоту 1 МГц ?

15. В установках для электрогидравлической обработки материалов конденсатор рабочего контура является емкостным накопителем энергии. Определите наибольшую силу кратковременного тока, возникающего в цепи при прямой разрядке такого конденсатора на проводник, если известно, что запасенная энергия в конденсаторе 10 кДж, индуктивность контура 0,03 мГн.
16. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 3 мкФ и катушки индуктивностью $2 \cdot 10^{-2}$ Гн. Определите собственную частоту электромагнитных колебаний в контуре.
17. В катушке индуктивностью $n \cdot 10^{-2}$ Гн совершаются электромагнитные колебания с периодом 10^{-5} с. Определите емкость системы.
18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 0,601 мкФ и катушки с индуктивностью 10^{-4} Гн. Определите период, частоту собственных электромагнитных колебаний контура.
19. Конденсатор емкостью $3 \cdot 10^{-3}$ мкФ, заряженный до некоторого потенциала, разряжается, затем заряжается через катушку с индуктивностью 1,8 мГн. Определите период колебаний. Почему каждое последующее колебание дает на обмотках конденсатора меньшую разность потенциалов, чем предыдущее?
20. Определите период и частоту собственных колебаний в контуре при емкости 2,2 мкФ и индуктивности 0,6 мГн.
21. Вычислите частоту собственных колебаний в контуре с сопротивлением 0 Ом, если индуктивность в этом контуре 12 мГн, а емкость 0,88 мкФ. Как изменится частота колебаний, если последовательно включить в контур еще n таких же конденсаторов?
22. Чему равен период собственных колебаний в контуре с индуктивностью 2,5 мГн и емкостью 1,5 мкФ? Как изменится период колебаний, если параллельно к конденсатору присоединить еще 3 таких же конденсатора?
23. Резонанс в колебательном контуре наступает при частоте 4,2 кГц. Определите индуктивность катушки, если емкость конденсатора 2,2 мкФ.
24. В колебательном контуре с индуктивностью 0,4 Гн и емкостью $2 \cdot 10^{-5}$ Ф амплитудное значение тока 0,1 А. Каким будет напряжение в конденсаторе в тот момент, когда энергии электрического и магнитного полей будут одинаковы? Колебания контура считать незатухающими.
25. Определить длину волны, если ее фазовая скорость 1500 м/с, а частота колебаний n Гц.
26. Какой путь пройдет фаза волнового движения за 0,02 с, если частота колебаний 2 МГц, а длина волны 150 м.
27. Определить частоту излучения ультразвукового генератора, если посылаемый им импульс, содержащий 100 волн, продолжается n с.
28. Определить длину волны ультразвукового генератора в алюминии, если частота ультразвука 3 МГц, а скорость в алюминии $5,1 \cdot 10^3$ м/с.
29. Радиопередатчик работает на частоте 6 МГц. Сколько волн находится на расстоянии 100 км по направлению распространения радиосигнала?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении

работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие № 26

Переменный ток. Трансформатор

Цель работы: изучить характер переменного тока, работу трансформатора.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР61; ПР62; ПР63; ПР64
ПРy1; ПРy2; ПРy4

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, 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

Повторить основные вопросы темы «Переменный ток»

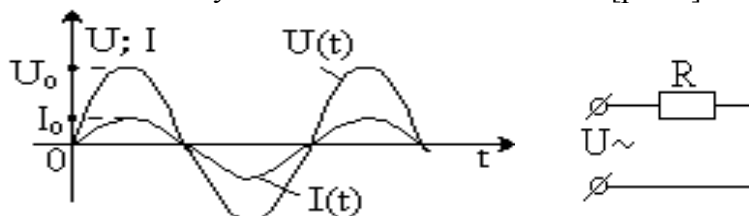
Переменный ток – вынужденные гармонические электромагнитные колебания в проводнике.

Вследствие электромагнитной индукции в рамке возникает гармонически меняющаяся ЭДС

$$\boxed{\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t} \text{ или } \boxed{\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \cdot \sin \omega t}$$

($\mathcal{E}_0 = BS \cdot \omega$ – 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].



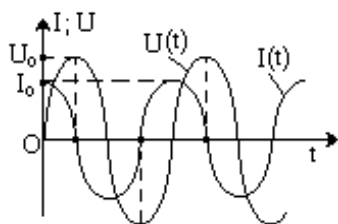
Резистор в цепи переменного тока

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

$$I(t) = \frac{U_0}{R} \sin \omega t \quad \text{или} \quad I(t) = I_0 \sin \omega t$$

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



Генератор переменного тока (ГПТ)

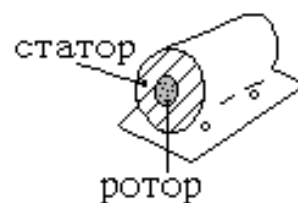
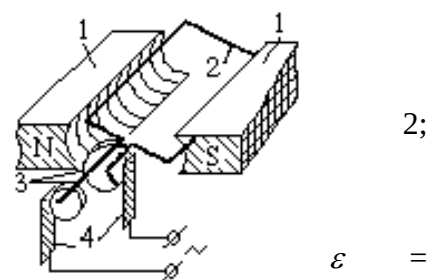
Простейший ГПТ состоит из: постоянных магнитов 1; контура контактных колец 3; щеток 4. При вращении контура с угловой скоростью ω его магнитный поток

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

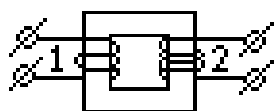
Конструктивно ГПТ состоит из двух основных частей: неподвижной – **статора** и вращающейся – **ротора**, изготовленных из электротехнической стали.

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

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

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

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

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

	1	2	3	6	8	9			10		
	-	Φ_0 Вб	I_0 , А	C , мкФ	L , мГн	U_1 В	U_2 В	N_2 шт	U_1 В	U_2 В	I_1 А
1	$\varepsilon(t)=110 \cdot \sin 100\pi t$	0,01	100	1	10	220	1100	5	1100	220	0,1
2	$\varepsilon(t)=120 \cdot \sin 200\pi t$	0,02	200	2	20	220	1100	10	1100	220	0,2
3	$\varepsilon(t)=130 \cdot \sin 300\pi t$	0,03	300	3	30	220	1100	20	1100	220	0,3
4	$\varepsilon(t)=140 \cdot \sin 400\pi t$	0,04	400	4	40	220	1100	25	1100	220	0,4
5	$\varepsilon(t)=150 \cdot \sin 500\pi t$	0,05	500	5	50	220	1100	30	1100	220	0,5
6	$\varepsilon(t)=160 \cdot \sin 600\pi t$	0,06	600	6	60	220	1100	35	1100	220	0,6
7	$\varepsilon(t)=170 \cdot \sin 700\pi t$	0,07	700	7	70	220	1100	40	1100	220	0,7
8	$\varepsilon(t)=180 \cdot \sin 800\pi t$	0,08	800	8	80	220	1100	45	1100	220	0,8
9	$\varepsilon(t)=190 \cdot \sin 900\pi t$	0,09	900	9	90	220	1100	50	1100	220	0,9
10	$\varepsilon(t)=110 \cdot \sin 50\pi t$	0,11	990	10	99	220	1100	55	1100	220	1

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие № 27

Решение задач на характеристики переменного тока

Цель работы: изучить характеристики переменного тока и их взаимосвязь.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
 МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
 ПР61; ПР62; ПР63
 ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy5

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание:

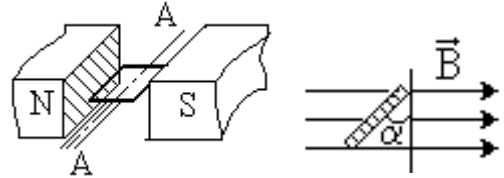
1. Дать понятие переменного тока, повторить устройство и принцип действия индукционного генератора.
2. Выяснить практическое значение использования переменного тока в быту, науке, производстве.
3. Применить изученный материал при решении задач на параметры переменного тока: мгновенные, амплитудные и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

Порядок выполнения работы

Повторить основные вопросы темы «Переменный ток»

Переменный ток – вынужденные гармонические электромагнитные колебания в проводнике.

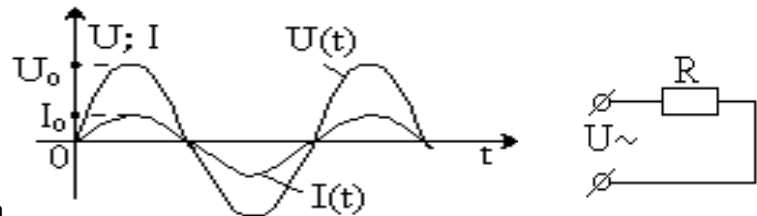
Вследствие электромагнитной индукции в рамке возникает гармонически меняющаяся ЭДС



$$\mathcal{E} = -\Phi' = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \sin \omega t$$

($\mathcal{E}_0 = BS \cdot \omega$ – 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

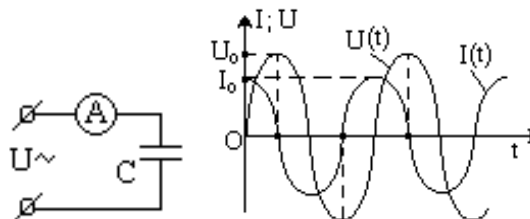
Включим резистор сопротивления R в сеть переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*). В каждый конкретный момент времени прохождение переменного тока в резисторе качественно ничем не отличается от прохождения постоянного и подчиняется закону Ома: $I(t) = \frac{U(t)}{R}$. Тогда

$$I(t) = \frac{U_0}{R} \sin \omega t \quad \text{или} \quad I(t) = I_0 \sin \omega t$$

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

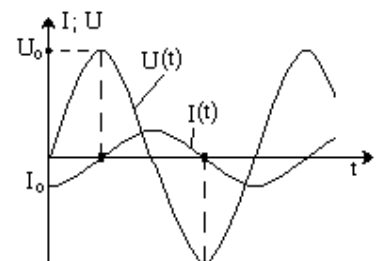
Известно, что конденсатор постоянный ток не проводит (цепь между обкладками разомкнута).

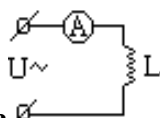
Включим конденсатор ёмкости C в цепь переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*).

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

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad \text{– ёмкостное сопротивление переменному току.}$$

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.

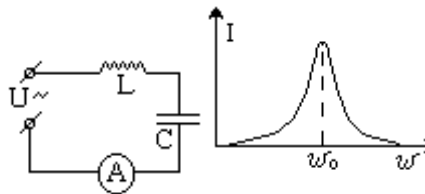
Закон Ома для переменного тока

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 : $I_0 = \frac{U_0}{X_L}$.

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

Учтя, что $I_0 = I \cdot \sqrt{2}$ и $U_0 = U \cdot \sqrt{2}$, получим закон Ома для переменного тока для резистора, ёмкости и индуктивности:



Резонанс в цепи переменного тока

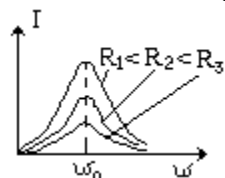
Соберём цепь из катушки индуктивности L , конденсатора C , амперметра переменного тока A и источника переменного напряжения $U = U_0 \sin \omega t$ с изменяемой частотой ω . Активное сопротивление проводов и катушки индуктивности $R \approx 0$.

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

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:

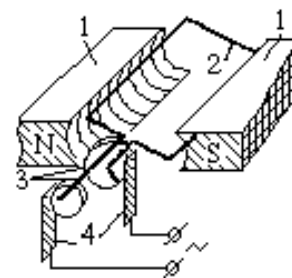
При значительных R резонанс может быть практически незаметным.

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 $\varepsilon = n \cdot \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$.

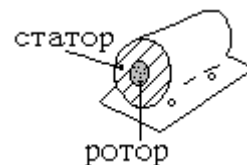


Конструктивно ГПТ состоит из двух основных частей:

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.



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 $t = 0,002 \text{ с}$, 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 50Гц. 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 50Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.
8. Катушка индуктивностью L включена в сеть переменного тока с частотой 50Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.

Форма предоставления результата

	1	2	3	6	8
	-	Φ_0 Вб	I_0 , А	C , мкФ	L , мГн
1	$\varepsilon(t)=110\cdot\sin 100\pi t$	0,01	100	1	10
2	$\varepsilon(t)=120\cdot\sin 200\pi t$	0,02	200	2	20
3	$\varepsilon(t)=130\cdot\sin 300\pi t$	0,03	300	3	30
4	$\varepsilon(t)=140\cdot\sin 400\pi t$	0,04	400	4	40
5	$\varepsilon(t)=150\cdot\sin 500\pi t$	0,05	500	5	50
6	$\varepsilon(t)=160\cdot\sin 600\pi t$	0,06	600	6	60
7	$\varepsilon(t)=170\cdot\sin 700\pi t$	0,07	700	7	70
8	$\varepsilon(t)=180\cdot\sin 800\pi t$	0,08	800	8	80
9	$\varepsilon(t)=190\cdot\sin 900\pi t$	0,09	900	9	90
10	$\varepsilon(t)=110\cdot\sin 50\pi t$	0,11	990	10	99

Выполненные задачи в тетради для практических работ

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 5.1 Природа света

Практическое занятие №28

Решение задач по теме «Законы геометрической оптики»

Цель работы: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями, умения выполнять расчетные и графические задачи

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР61; ПР62; ПР63; ПР64
ПРy1; ПРy2; ПРy4

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

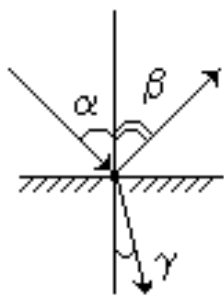
Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи с применением формул геометрической и волновой оптики, а именно применить законы отражения, преломления и полного внутреннего отражения, формулы интерференции и дифракционной решетки (самостоятельная работа).

Ход работы

Краткие теоретические сведения Геометрическая оптика



Законы отражения:

- 1) **первый закон отражения:** падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к границе раздела сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости;
- 2) **второй закон отражения:** угол отражения равен углу падения

Законы преломления:

- 1) **первый закон преломления:** падающий луч, преломлённый луч и перпендикуляр к границе раздела сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости;
- 2) **второй закон преломления:** отношение синуса угла падения к синусу угла преломления для двух данных сред есть величина постоянная.

$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = \text{const}$	$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$	$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$
--	---	----------------------------

Относительный показатель преломления (второй среды относительно первой) (n_{21}) – n_{21} показывает, во сколько раз скорость света в среде 2 меньше скорости света в среде 1.

Абсолютный показатель преломления среды (n) – относительный показатель преломления этой среды n_{21} относительно вакуума.

Полное отражение света – явление, при котором свет полностью отражается от границы раздела сред.

Предельный угол полного отражения – угол падения, соответствующий углу преломления $\gamma = 90^\circ$

Пример решения задачи

1. Предельный угол полного отражения для воздуха и стекла 34° . Определить скорость света в этом сорте стекла.

Дано:	Решение	Вычисление
воздух, стекло	$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v}{c}$	$v = 3 \cdot 10^8 \cdot \sin 34^\circ =$
$\beta_{np} = 90^\circ \alpha_{np} = 34^\circ$	$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{1} = \sin \alpha_{np}$	$3 \cdot 10^8 \cdot 0,559$
$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	$\Rightarrow v = c \cdot \sin \alpha_{np}$	$= 1,667 \cdot 10^8 = 166700$
$v = ?$		$\text{км/с} \approx 1,7 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$

Ответ: $1,7 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$

Решить задачи (n - номер вашего варианта по списку)

1. При угле падения 60° угол преломления n° . Определите угол преломления в этой же среде, если световой пучок направить под углом падения 30° .
2. Определите показатели преломления глицерина относительно воды и воды относительно глицерина, если абсолютный показатель преломления глицерина 1,47, а воды 1,33.
3. Определите угол отклонения луча стеклянной призмой, преломляющий угол которой n градусов, если угол падения луча на переднюю грань призмы равен нулю. Показатель преломления стекла 1,5.
4. Луч света падает на поверхность воды под углами n° . Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?
5. Угол падения луча света на поверхность подсолнечного масла 60° , а угол преломления 36° . Найти показатель преломления масла.
6. Луч света переходит со стекла «легкий крон» $n=1,57$ в воду. Угол падения увеличивают. Каков предельный угол полного внутреннего отражения?
7. Вычислите предельный угол полного внутреннего отражения для алмаза на границе с водой, зная, что абсолютный показатель преломления алмаза 2,417, а воды 1,333.
8. Определите относительный показатель преломления, если угол падения 30° , а преломления n° .
9. Лучи солнечного света падают на поверхность воды под углом 74° . Под каким, углом к горизонту водолаз, опустившийся в воду, будет видеть солнце?
10. Определите показатель преломления вещества, если предельный угол полного отражения 42° .

11. Луч света падет на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом 60° . Какова толщина пластинки d , если при выходе из нее луч сместился на 20 мм?
12. Луч света падает на плоскую стеклянную пластинку толщиной $d = 3$ см под углом 70° . Определите смещение луча внутри пластинки. Показатель преломления стекла 1,5.
13. Угол падения светового пучка, идущего из стекла с показателем преломления стекла 1,67 в воду с показателем преломления 1,33, равен 60° . На какой угол отклоняется световой пучок на границе, то же при угле падения 53° ?
14. Постройте ход луча, если показатель преломления вещества призмы больше показателя преломления воздуха.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 5.2 Волновые свойства света

Практическое занятие №29

Формула дифракционной решетки

Цель работы: используя формулу дифракционной решетки научиться рассчитывать длину волны света, параметры решетки

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
 МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
 ПР61; ПР62; ПР63; ПР64; ПРy1; ПРy2; ПРy4

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Повторить явление дифракции
2. Повторить формулу дифракционной решетки

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Волновая оптика

I. Интерференция. Для когерентных источников:

ослабление.	усиление
$\Delta r_{\max} = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda, k = 0, 1, 2, 3$	$\Delta r_{\min} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, k = 1, 2, 3, \dots$
В плоскопараллельной пластинке: где d-толщина пленки; n- показатель преломления, k- номер спектра	
$\lambda_{\max} = \frac{4dn}{2k + 1}$	$\lambda_{\min} = \frac{2dn}{k}$

Обобщенная формула: $\Delta r = n \cdot \Delta S = \frac{\lambda}{2} m = b \lambda$ $m_{\text{чет}}$; b - целое – max, $m_{\text{неч}}$; b - дробное – min

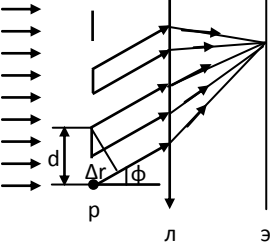
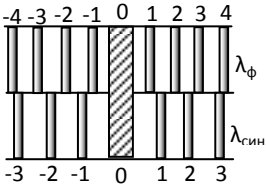
$\lambda = \frac{c}{\nu}$; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с; Δr - оптическая разность хода; ΔS - геометрическая разность хода

II. Дифракция. $\Delta r = k\lambda = d \sin \varphi$

для малых углов: $\sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{k\lambda}{d} = \frac{a}{\ell}$; $d = \frac{1}{100} \text{ мм} = \frac{10^{-3}}{100} \text{ м} = 10^{-5} \text{ м}$ (100 штрихов на мм) – постоянная 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)		Края проволоки 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

4) Дифракционная решетка		Дифракционная решетка – 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; $\varphi_{\min}$, $\varphi_{\max}$;
Максимумы разных световых излучений		k – число длин волн; k – целое – $\max$ – 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: $\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}$ Дифракционную решетку используют для определения состава светового излучения, т.к. свет, соответствующий разным длинам волн, дает максимумы в разных местах

2. В воде интерферируют когерентные волны частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Усилится или ослабнет свет в точке, если геометрическая разность хода лучей в ней равна 1,8 мкм? Показатель преломления воды 1,33.

Дано:	Решение	Вычисления
$\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц $\Delta S = 1,8 \cdot 10^{-6}$ м $n = 1,33$ $c = 3 \cdot 10^8$ м/с m –?	$\Delta r = n \cdot \Delta S = \frac{\lambda}{2} m = \frac{ck}{2\nu}$ $m = \frac{2n\Delta S}{c}$	$m = \frac{2 \cdot 1,33 \cdot 5 \cdot 10^{14} \cdot 1,8 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^8}$ $7,98 \approx 8$ – четн. $\max$ усиление света

Решить задачи:

1. Дифракционная решетка имеет 50 штрихов на 1 мм. Под какими углами видны максимумы 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 максимум 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 максимумы 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?
9. В некоторую точку пространства приходят два пучка когерентного излучения с оптической разностью хода Δ мкм. Определите, произойдет усиление или ослабление в этой точке света с длиной волны 760 нм, 600 нм, 400 нм.
10. Какова оптическая разность хода двух когерентных монохроматических волн в веществе с показателем преломления 1,6, если разность хода лучей Δ см?
11. На тонкую пленку с показателем преломления 1,5 перпендикулярно ее поверхности падает параллельный пучок желтых лучей с длиной волны 600 нм. При какой наименьшей толщине пленки она в отраженном свете будет казаться желтой?
12. Два когерентных луча с длинами волн 404 нм пересекаются в одной точке на экране. Что будет наблюдаться в этой точке – усиление или ослабление света, если оптическая разность хода лучей Δ мкм?
13. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр с длиной волны $25 \cdot 10^{-5}$ см заменить красным с длиной волны $6,5 \cdot 10^{-5}$ см?
14. В некоторую точку пространства приходят две когерентные волны с геометрической разностью хода 1,2 мкм, длина которых в вакууме 600 нм. Определите, что произойдет в этой точке вследствие интерференции в воздухе, в воде (1,33), в стекле (1,5).
15. Разность хода лучей двух когерентных источников света с длиной волны $6 \cdot 10^{-7}$ м, сходящихся в некоторой точке, равна $1,5 \cdot 10^{-6}$ м. Усиление или ослабление света будет в этой точке?
16. Дифракционная решетка имеет 50 штрихов на мм. Под какими углами видны максимумы первого и второго порядков монохроматического излучения с длиной волны 400 нм?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении

работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 6.1 Квантовая оптика

Практическое занятие №30 Решение задач по теме «Законы фотоэффекта»

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

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР61; ПР62; ПР63; ПР64; ПР66; ПР68; ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9;

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

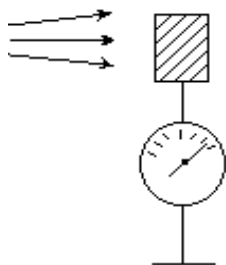
Порядок выполнения работы

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.

Ход работы

Краткие теоретические сведения

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

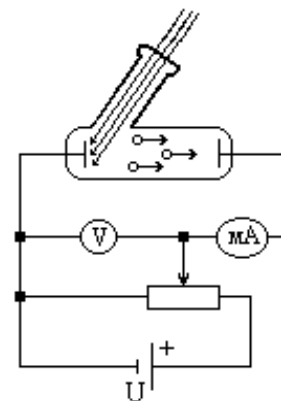
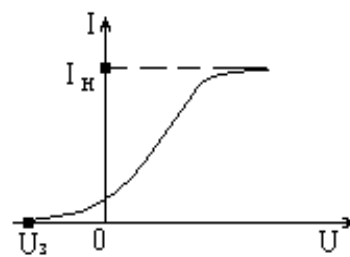
Максимальная сила фототока – ток насыщения I_n – определяется числом электронов, выходящих из металла в единицу времени при данной освещённости.

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 ($\nu_{\min}$) – наименьшая частота ЭМВ, вызывающей фотоэффект.

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



$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$$

– уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

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

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 $\nu_{\min}$, 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 $\nu_{\min}$, 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 $\nu_{\min}$ 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 $\lambda_{\min}$

- 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 $\vec{v}=225 \cdot 10^3 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, 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:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 5.1 Квантовая атомная физика. Строение атома

Практическое занятие №31

Решение задач по теме: «Запись ядерных реакций. Строение атома и атомных ядер. Закон радиоактивного распада»

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

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13, МР17, МР21

ПР61; ПР62; ПР63; ПР64; ПР66; ПР68; ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9;

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13, МР17, МР21

ПР61; ПР62; ПР63; ПР64; ПР66; ПР68; ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9;

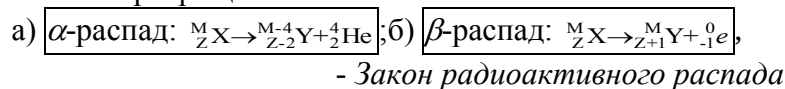
Материальное обеспечение: - посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Состав радиоактивного излучения. Свойства α , β , γ -излучений

Радиоактивные превращения:



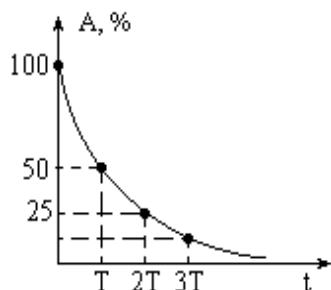
Резерфорд установил:

1) р/а вещества убывает с течением времени;

2) для каждого р/а вещества существует интервал времени, в течение которого убывает *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 $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ – закон радиоактивного распада.

Искусственное превращение ядер ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^{4}\text{He} \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + {}_{1}^{1}\text{H}$.

- 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.

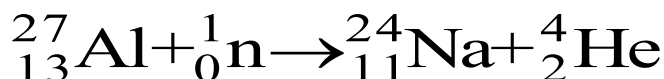
Нейтрон – нестабильная частица (с временем жизни ≈ 15 мин), которая распадается на протон, электрон и нейтрино (частица, лишённая массы покоя).

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

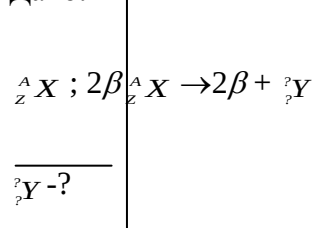
элементарной частицей. ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$



2 Решить задачи:

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

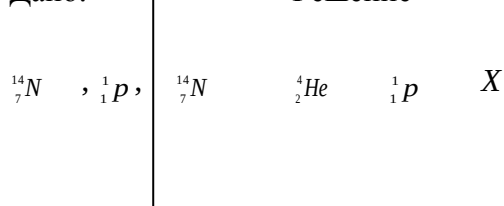
Дано: Решение



Ответ:

2. В результате захвата α -частицы ядром изотопа азота ${}^{14}_7\text{N}$ образуется неизвестный элемент и протон. Написать реакцию и определить неизвестный элемент.

Дано: Решение



X-?Ответ:

Решить задания:

1. Элемент курчатовий получили, облучая плутоний ${}^{242}_{94}\text{Pu}$ ядрами неона ${}^{22}_{10}\text{Ne}$. Напишите реакцию, если известно, что в результате образуется еще четыре нейтрона.
2. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:
 - а) ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ? + {}^4_2\text{He}$; б) $? + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{22}_{11}\text{Na} + {}^4_2\text{He}$;
 - в) ${}^{55}_{25}\text{Mn} + ? \rightarrow {}^{56}_{26}\text{Fe} + {}^1_0\text{n}$; г) ${}^{27}_{13}\text{Al} + \gamma \rightarrow {}^{26}_{12}\text{Mg} + ?$;
 - д) ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ? + \alpha$; е) ${}^{55}_{25}\text{Mn} + {}^1_1\text{p} \rightarrow ? + {}^1_0\text{n}$;
 - ж) ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow ? + {}^3_2\text{He}$; з) ${}^2_1\text{H} + \gamma \rightarrow ? + {}^1_0\text{n}$.
3. Протактиний ${}^{231}_{91}\text{Pa}$ α -радиоактивен. Определите, какой элемент получается с помощью этого распада?
4. В какой элемент превращается ${}^{239}_{92}\text{U}$ после двух β -распадов и одного α -распада?
5. Изотоп гелия ${}^3_2\text{He}$ получается в результате бомбардировки ядер трития ${}^3_1\text{H}$ протонами. Найдите энергетический выход этой реакции.
6. Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующий в сутки 220 г изотопа ${}^{235}_{92}\text{U}$ и имеющей КПД=25 %?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 7.2 Эволюция Вселенной

Практическая работа №32

Работа с подвижной картой звездного неба

Цель: систематизировать и углубить знания по теме, отработать моменты восхода и захода, верхней и нижней кульминаций светил по подвижной карте звездного неба

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13, МР17, МР21

ПР61; ПР62; ПР63; ПР64; ПР66; ПР68; ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9

Задание:

1. поработать с картой звездного неба;
2. определить горизонтальные координаты;
3. определить моменты захода и восхода солнца;
4. определить объекты по заданным координатам.

Оборудование: подвижная карта звездного неба

Ход работы

1. Определить экваториальные координаты:

Звезда	Склонение	Прямое восхождение
Алголь(β Персея)		
Кастор(α Близнецов)		
Альдебаран(α Тельца)		
Мицар(ξ Б.Медведицы)		
Альтаир(α Орла)		

2. Определить горизонтальные координаты на 21.00 в день выполнения практической работы:

Звезда	Азимут	Высота
Поллукс (β Близнецов)		
Антарес(α Скорпиона)		
Полярная(α М.Медведицы)		
Арктур(α Волопаса)		
Процион(α М.Пса)		

3. Определить моменты восхода и захода, верхней и нижней кульминаций в день выполнения практической работы:

Звезда	Восход	Заход	В. кульминация	Н. кульминация
Беллатрикс(γ Ориона)				
Регул(α Льва)				
Бетельгейзе(α Ориона)				
Ригель(β Ориона)				
Вега(α Лиры)				

4. Определить объекты по заданным координатам

Координаты	Объект	Высота	верхне
------------	--------	--------	--------

		й кульминации
20ч 41 мин., + 45		
5 ч 17 мин., +46		
6 ч 45 мин., - 17		
13 ч 25 мин., - 11		
22 ч 58 мин., - 30		

5.Какие созвездия восходят в 22.35 в день проведения практической работы?Заходят? Кульминируют?

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 1.1 Кинематика. Кинематика твёрдого тела

Лабораторное занятие № 1

«Определение плотности тела различной формы»

Цель работы: экспериментальное определение плотности жидкости и твердого тела.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР 13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8,МР9,МР10, МР13 МР17, МР21
ПР62; ПР69; ПРy2; ПРy3; ПРy5

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

Задание: определите массу и объем исследуемого вещества. Вычислите плотность вещества.

Ход работы

Краткие теоретические сведения

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

$$\rho = m/v \text{ где } \rho - \text{плотность (кг/м}^3\text{); } m - \text{масса тела (кг); } v - \text{объем тела (м}^3\text{)}$$

Порядок выполнения работы

Для определения плотности твердого тела вычислите его объем.

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:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h, \text{ } h - \text{высота цилиндра, м; } d - \text{его диаметр, м.}$$

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	а ширина (м)	Длина, в (м)	h Высота, (м)	Объем, V (м ³)	м Масса, (кг)	$\rho_{\text{лаб}}$, кг/м ³	$\rho_{\text{табл}}$, кг/м ³	Относительная погрешность
								$\delta = \frac{\rho_{\text{Т}} - \rho_{\text{Л}}}{\rho_{\text{Т}}} \cdot 100\%$

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	масса тары, кг m_1	масса и жидкости тары, кг m_2	Масса жидкости $m=m_2-m_1$, кг	Объем, м ³ V	Плотность лаборат, кг/м ³	Плотность табличная $\rho_{\text{табл}}$, кг/м ³	Относительная погрешность
							$\delta = \frac{\rho_{\text{Т}} - \rho_{\text{Л}}}{\rho_{\text{Т}}} \cdot 100\%$

Контрольные вопросы

- 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?
- 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 см^3 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. Объём какой из жидкостей больше?

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 1.3 Элементы статики и гидростатики

Лабораторное занятие №2

«Определение коэффициента жесткости упругого тела»

Цель: Изучить зависимость силы упругости от линейной деформации; на примере деформации растяжения экспериментально подтвердить справедливость закона Гука; определить расчётным и графическим способами коэффициент упругости (жесткость) пружины (резины).

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР66; ПР68; ПР610
ПРy5; ПРy8; ПРy 12

Материальное обеспечение: штатив с муфтой и держателями, динамометр с исследуемой пружиной и закрытой шкалой (или исследуемый лоскут резины), линейка, чаша от весов, набор грузов с известными массами (по 100 и 50 граммов).

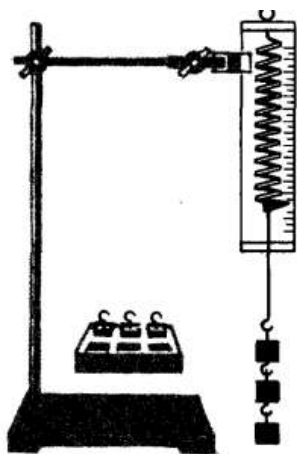
Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.

В данной лабораторной работе рассматривается упругая линейная деформация растяжения пружины (или резины), связанная с этим сила упругости, и, собственно, сама связь, выражающаяся в известном законе Гука, который (без учета разнонаправленности деформации и силы упругости) можно записать в следующем виде:

$$|F_y| = k \cdot x$$

где: F_y – абсолютное значение силы упругости; k – коэффициент упругости (жесткость); x – абсолютное удлинение.



То есть с ростом деформации модуль (значение) силы упругости (в пределах упругих деформаций) растет прямо пропорционально. Коэффициент упругости из закона Гука легко найти, учитывая численное равенство (по III-му закону Ньютона) силы упругости и веса тела, растягивающего пружину (резину):

$$k = \frac{mg}{x}$$

где: k – коэффициент упругости (жёсткость) пружины (резины); m – масса груза; g – ускорение свободного падения; x – абсолютное удлинение пружины (резины).

С другой стороны, из графической формы уравнения коэффициент k можно найти, как тангенс угла наклона луча $F_y/(x)$ к оси абсцисс.

2. Оба значения k следует сравнить, и по результатам этого сравнения сделать вывод о проделанной работе.

Ход работы:

1. Внимательно прочитать описание работы и алгоритм действий;
2. Собрать и зафиксировать установку (см. рисунок) так, чтобы закрепленная к пружине (резине) пустая чаша весов незначительно растягивала пружину (резину);
3. Сделать отметку «нулевого» уровня пружины (резины), от которого будут отсчитываться линейные удлинения;
4. Положить на чашу весов груз произвольной массы;
5. Произвести измерения следующих величин: масса груза (сумма масс грузов в чаше весов); абсолютное удлинение пружины (резины);
6. Повторить дважды
7. Произвести промежуточные вычисления основной величины для каждого из трёх измерений: коэффициенты упругости (жёсткость) пружины (резины);
8. Произвести промежуточные вычисления следующих величин: $\bar{x}$; $\Delta \bar{x}$; $\bar{x}_{cp}$ (по принятым правилам вычислений и нахождения погрешностей);
9. 10. На бланке отчета начертить I четверть системы координат с осью абсцисс - x – абсолютное удлинение; и осью ординат - F_y – абсолютное значение силы упругости. Выбрать масштабы единиц измерения для данных осей так, чтобы максимальные значения измеренных и вычисленных величин не вышли за пределы системы координат;
10. На координатной плоскости отметить точки: $A(x_1;|F_{y1}|)$; $B(x_2;|F_{y2}|)$; $C(x_3;|F_{y3}|)$; где: x_n – одно из значений удлинения пружины (резины) по измерениям данного алгоритма; $|F_{yn}|$ – одно из значений силы упругости, численно равной весу груза mng , где масса – измерение данного алгоритма;

11. Провести прямую через точки А, В, С (если точки не лежат на одной прямой – провести прямую так, чтобы точки равноудалённо находились по обе стороны от прямой).
12. Произвести и зафиксировать в пункте 5. бланка отчёта значение коэффициента k' , равного тангенсу угла наклона этой прямой к оси абсцисс (при вычислении $\text{tg } \infty$ обязательно необходимо учитывать масштабы и оси абсцисс, и оси ординат!);
13. Сравнить коэффициенты упругости (жёсткости), которые вычислялись. Сделать вывод.

Контрольные вопросы

- 1) В чём заключается закон Гука?
- 2) Что такое упругая деформация?
- 3) Когда возникает сила упругости?
- 4) Что означает знак «—» в законе Гука?
- 5) От чего зависит коэффициент упругости?
- 6) Как должен двигаться динамометр, чтобы, несмотря на подвешенный к нему груз, пружина оставалась нерастянутой?
- 7) Жесткость пружины и жесткость проволоки, из которой она состоит – это одно и то же? Почему?

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Лабораторное занятие № 3

Проверка газовых законов

Цель работы: экспериментальная проверка закона Бойля-Мариотта.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР6 6; ПР6 8; ПР6 10
ПРy 5; ПРy 8; ПРy 12

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

Ход работы

Краткие теоретические сведения

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:

$$\boxed{\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}} \Rightarrow \boxed{P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2} \Rightarrow \boxed{\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}} \Rightarrow \boxed{P_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{V_2}}$$

I способ:



Собрать установку по рисунку 1.

1. Определить Δh — высоту столба жидкости (V₁) в трубке, приняв площадь её сечения равной 1 см².
2. По барометру определить величину атмосферного давления (P₁).
3. Опустить трубку открытым концом в воду и определить новый объем воздуха в трубке (V₂).
4. Определить давление столба жидкости вторым способом:

$$P_{\text{эл}} = P_{\text{атм}} + P_{\text{вод.ст.}}$$

$$P_{\text{вод.ст.}} = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ — плотность воды;}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{ — ускорение свободного падения;}$$

Δh — высота столба жидкости (см. рис. 1)

4. Приняв второй результат $P_{\text{эл}}$ за истинное значение давления, вычислить абсолютную (Δ) и относительную погрешности:

$$\Delta = (P_{\text{эл}} - P_{\text{ат}})$$

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1.
6. Сделать вывод по работе.

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta}{P_{\text{эл}}} \cdot 100\%$$

Таблица 1.

Объем $V_1, м^3$	Давление $P_1, Па$	Объем $V_2, м^3$	Давление $P_2, Па$	Давление $P_{в1}, Па$	Высота столба жидкости $\Delta h, м$	Давление $P_{вII}, Па$	Абсолют- ная погреш- ность $\Delta, Па$	Относитель- ная погрешность $\epsilon, Па$

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 3 л. Начальная температура $37^\circ C$. Определить конечную температуру.
8. При температуре $20^\circ C$ давление воздуха в баллоне равно 10^4 Па. При какой температуре давление в нем будет 0,46 МПа?

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 0,1 МПа. Процесс изотермический.
8. При температуре $10^\circ C$ давление воздуха в баллоне равно 10^4 Па. При какой температуре давление в нем будет 0,26 МПа?

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием существенных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.2 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторное занятие №4

«Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости»

Цель работы: Опытным путем определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР66; ПР68; ПР610
ПРy5; ПРy 8; ПРy 12

Материальное обеспечение: пипетка, бюкса, весы и разновесы, вода, линейка.

Порядок выполнения работы:

1. Определить массу бюксы (m_1).
2. Измерить диаметр отверстия пипетки и определить диаметр шейки капли по формуле:
 $d = 0,9 \cdot d_1$, где d_1 - диаметр отверстия пипетки.
3. Набрать в пипетку воды, отсчитать в бюксу 50 капель.
4. Определить массу бюксы с каплями (m_2).
5. Определить массу 50 капель по формуле: $m_3 = m_2 - m_1$
6. Определить массу одной капли по формуле: $m_k = \frac{m_3}{50}$
7. Повторить опыт и вновь определить массу капли.
8. Найти среднее значение массы одной капли: $m_{\text{ср.}} = \frac{m_{k1} + m_{k2}}{2}$
9. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma = \frac{F_H}{l}, \text{ где } l - \text{длина границы поверхностного слоя, м;}$$

$$F_H = m_{\text{к.ср.}} \cdot g, \text{ где } F_H - \text{сила поверхностного натяжения, Н;}$$

$$l = \pi \cdot d$$

$m_{\text{к.ср.}}$ - масса одной капли, кг; d - диаметр шейки капли, м;

10. Результаты измерений занести в таблицу:

№ п/п	d_1 , м	d_2 , м	m_1 , кг	m_2 , кг	$m_3 = m_2 - m_1$, кг	$m = \frac{m_3}{50}$, кг	m_{cp} , кг	l , м	F_H , Н	σ , $\frac{H}{м}$	Δ , $\frac{H}{м}$	ε , %
1												
2												

11. Сравнить полученный результат с табличным. Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ε) погрешности измерений по формулам:

$$\Delta = \sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{получ}}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{\sigma_{\text{ТАБЛ.}}} \cdot 100\%$$

12. Результаты расчётов занести в таблицу.

13. Сделать вывод по работе

Контрольные задания

- Для определения коэффициента поверхностного натяжения воды, была использована пипетка с диаметром 2 мм. Масса 40 капель 1,9 грамм. Каким по этим данным получится коэффициент поверхностного натяжения воды? (Отв.: 0,074Н/м).
- При измерении коэффициента поверхностного натяжения спирта отсчитали 100 капель спирта, и определите их массу. Она равна 1,12г. Диаметр пипетки 1,6 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения спирта. (Отв.: 0,021 Н/м)
- При измерении коэффициента поверхностного натяжения спирт поднялся в капиллярной трубке с диаметром 0,15 мм на высоту 7,6 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения спирта по результатам опыта, если плотность спирта 800 кг/м³. (Отв.: 0,022 Н/м).
- Глицерин поднялся по капиллярной трубке на 20 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения глицерина, если диаметр капиллярной трубки 1 мм. На какую высоту в этой же трубке поднялась бы вода? (Отв.: 0,062 Н/м; 0,029м).
- По капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11мм. Найти плотность данной жидкости, если коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.
- Найти массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром 0,5мм (Отв.:12 мкг).
- Каким должен быть радиус капиллярной трубки для того, чтобы при полном смачивании вода в капилляре поднялась на 10 см? (Отв.: $1,4 \cdot 10^{-4}$ м).
- Для отрыва кольца диаметром 5см от поверхности жидкости потребовалось приложить силу 16мН. Определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости. (Отв.:0,32 Н/м.)
- На какую высоту может подняться вода в капиллярном канале стебле пшеницы диаметром 0,04мм, если бы пшеница росла на Луне? (Отв.:4,4м).

Форма предоставления результата

Выполненный отчёт в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении

работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.2 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторное занятие № 5

Определение влажности воздуха

Цель работы: опытное определение абсолютной и относительной влажности воздуха.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР66; ПР68; ПР610
ПРy5; ПРy 8; ПРy 12

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 гигрометр – 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 термометра, °C	Температура влажного термометра, °C	Разность показаний термометров, °C	Относительная влажность воздуха, %

Сделать вывод по работе.

- 2) Определение относительной влажности воздуха конденсационным гигрометром.

Таблица 2.

Температура окружающего воздуха, °C	Точка росы, °C	Давление насыщенного пара, Па	Парциальное давление водяного пара, Па	Относительная влажность воздуха, %	Плотность насыщенного пара, $\frac{\text{г}}{\text{м}^3}$	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

Выполненный отчёт в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен

Тема 2.2 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторное занятие № 6

Рост кристаллов

Цель работы: наблюдение за процессом роста кристаллов из раствора в лабораторных условиях, сравнение скорости роста кристалла в различных направлениях

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР66; ПР68; ПР610
ПРy5; ПРy8; ПРy12;

Материальное обеспечение: стакан, вода, кастрюля, карандаш, нить, соль.

Задание

1. Научиться готовить насыщенный раствор соли.
2. Пронаблюдать за процессом кристаллизации.
3. Определить условия, при которых происходит рост кристаллов.
4. Графически изобразить кристаллы, появившиеся в процессе кристаллизации, сравнить их.

Порядок выполнения работы

1. Взять 2 части воды и 1 часть соли, раствор тщательно перемешать в кастрюле.
2. Нагреть раствор.
3. Перелить раствор в стакан.
4. Привязать к карандашу нить, чтобы она опустилась в раствор.
5. Положить карандаш сверху стакана.

6. Оставить стакан на несколько дней.
7. Посмотреть, что образовалось на нити (изобразить графически).
8. Оценить размеры и форму кристаллов.
9. Результаты наблюдений, занести в таблицу 1, соблюдая порядок действия и анализируя результат.
10. Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

Таблица 1.

№ п/п	Действие	Результат действия

Контрольные вопросы

1. Что такое кристалл?
2. Что такое анизотропия кристаллов?
3. Сравните скорости роста кристалла в горизонтальном и вертикальном направлениях. Различаются ли они?
4. Как называется явление зависимости физических свойств кристалла от направления?
5. Что такое агрегатные состояния вещества и его фазы?
6. Каковы характерные свойства газообразной фазы вещества?
7. Каковы характерные свойства жидкой фазы вещества?
8. Каковы характерные свойства твёрдой фазы вещества?
9. Почему твёрдое тело труднее сжать, чем жидкость?

Форма предоставления результата

Выполненный отчёт в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.3 Основы термодинамики

Лабораторное занятие № 7

«Определение удельной теплоемкости вещества»

Цель работы: научиться определять удельную теплоемкость твердого тела экспериментальным способом.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР66; ПР68; ПР610; ПРy5; ПРy8, ПРy12;

Материальное обеспечение: весы и разновесы, калориметр, термометр, вода, твердое тело, нагреватель.

Порядок выполнения работы:

Определить массу внутреннего сосуда калориметра (m_k).

Налить во внутренний сосуд калориметра 100 мл воды и определить ее массу (m_e).

Поместить внутренний сосуд калориметра во внешний.

Измерить начальную температуру воды (t_e) и калориметра (t_k), ($t_e = t_k$)

Измерить массу тела (m_T).

Нагреть тело и определить его температуру (t_T).

Опустить тело в калориметр на 3-5 мин. и измерить температуру жидкости (θ).

Используя данные опыта и уравнение теплового баланса, определить удельную теплоемкость тела.

$$Q_{отд.} = Q_{пол.} = Q_1 + Q_2$$

, где $Q_{отд.}$ – теплота, отданная телом, Дж;

$Q_{пол.}$ – полученная теплота, Дж;

Q_1 – теплота, полученная водой, Дж;

Q_2 – теплота, полученная внутренним сосудом калориметра, Дж.

$$Q_{отд.} = c_T m_T (t_T - \theta)$$

, где c_T – теплоемкость тела, $\frac{Дж}{кг \cdot K}$;

m_T – масса тела, кг; t_T – температура тела, °C;

θ – установившаяся температура, °C.

$$Q_1 = m_B c_B (\theta - t_B)$$

где m_B – масса воды, кг; c_B – теплоемкость воды $\frac{Дж}{кг \cdot K}$;

t_B – температура воды, °C;

θ – установившаяся температура, °C.

$$Q_2 = m_K c_K (\theta - t_K)$$

где m_K – масса калориметра, кг;

c_K – удельная теплоёмкость алюминия °C;

t_K – температура калориметра, °C; θ – установившаяся температура, °C.

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1:

Таблица

Масса			Начальная температура			Удельная теплоемкость		Температура смеси	Удельная теплоемкость смеси		Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
Калориметра m_K , кг	воды m_B , кг	тепловыделителя m , кг	воды t_B , °C	калориметра t_K , °C	тепловыделителя t_T , °C	воды c_B , $\frac{Дж}{кг \cdot K}$	материала калориметра c_K , $\frac{Дж}{кг \cdot K}$	θ , °C	С полу-ч. $\frac{Дж}{кг \cdot K}$	С табл. $\frac{Дж}{кг \cdot K}$	Δ , $\frac{Дж}{кг \cdot K}$	ε , %
					100	4200	880					

Сравнить полученный результат (c_K) с табличным. Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ε) погрешности по формулам:

$$\Delta = |C_{\text{табл}} - C_{\text{получ}}| \quad \varepsilon_{\text{отн}} = \frac{\Delta}{C_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

Сделать вывод по работе

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1 вариант

- Задача: 2кг воздуха в замкнутом сосуде медленно нагревают от 0 до 100⁰С. Какое количество теплоты получил воздух? ($C_B=1$ кДж/кг·К)
- Задача: Какое количество теплоты требуется для расплавления 10⁶ кг стального лома в мартеновской печи, если $\lambda=82$ кДж/кг.
- Каков физический смысл КПД тепловой машины?
- Удельная теплота сгорания нефти 4,6·10⁷ Дж/кг. Что это значит?
- Что называют термодинамической системой?

2 вариант

- Задача: При плавлении олова затратили 1,3кДж теплоты. Определить массу расплавленного олова. $\lambda_{\text{олова}}=59$ кДж/кг
- Задача: Определить КПД тепловой машины, если $T_1=420^\circ\text{C}$, $T_2=130^\circ\text{C}$.
- Удельная теплота плавления серебра 87000 Дж/кг. Что это значит?
- Приведите несколько примеров изменения энергии тела при теплообмене и при совершении работы.
- Что называют термодинамическим процессом?

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторное занятие №8

«Определение удельного сопротивления проводника»

Цель работы: определение удельного сопротивления проводника экспериментальным путем

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПР610; ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПР610; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: источник тока, амперметр, вольтметр, соединительные провода, ключ, штангенциркуль, линейка, кусок провода, удельное сопротивление которого определяется.

Задание

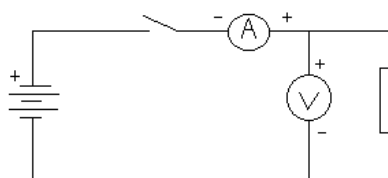
1. Самостоятельно собрать электрическую цепь по схеме.
2. Снять показания амперметра и вольтметра.
3. Используя штангенциркуль и линейку, научиться определять геометрические размеры проводника.
4. Определить величину удельного сопротивления металла.

Порядок выполнения работы:

14. Собрать цепь по схеме и показать для проверки руководителю.
15. Замкнуть цепь и снять показания амперметра и вольтметра.
16. Вычислить сопротивление проводника по формуле:

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

, где I - ток в проводнике, А; U - падение напряжения на проводнике, В.



R

17. Измерить длину и вычислить площадь поперечного сечения проводника по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

, где d - диаметр проводника.

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

18. Вычислить удельное сопротивление по формуле

6. Данные занести в таблицу .

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

$U, В$	$I, А$	$R, Ом$	$l, м$	$d, м$	$S, м^2$	$\rho, Ом \cdot м$	$\rho_{\text{табл.}}$ $Ом \cdot м$	$\Delta, Ом \cdot м$	$\varepsilon, \%$
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

Выполненные задачи в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторное занятие №9

«Проверка закона Ома для участка цепи»

Цель работы: измерение тока и напряжения лабораторными приборами экспериментальная проверка выполнения закона Ома.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПР610 ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 4 Ом, 6 Ом, 12 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

Задание

1. Практически убедиться в физической сущности закона Ома для участка цепи.
2. Установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления.

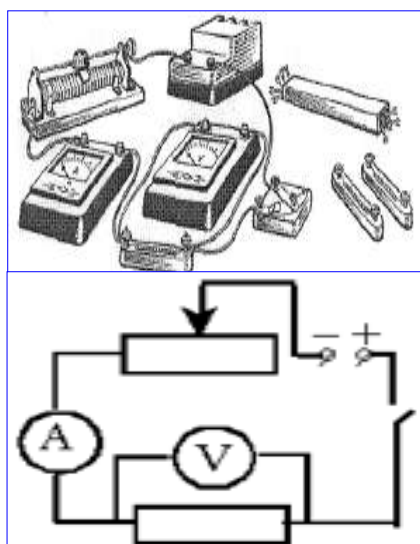
Порядок выполнения работы

Электрический ток и напряжение являются основными физическими величинами, характеризующими электромагнитные процессы в электрической цепи.

Напряжение на участке электрической цепи измеряется вольтметром, включенным между двумя точками цепи параллельно этому участку.

Ток цепи измеряется амперметром, включенным последовательно с цепью.

Схема включения вольтметра V и амперметра A показана на рисунках:



Ток и напряжение на участке электрической цепи с резистивным элементом R связаны законом Ома:
$$I = \frac{U}{R}$$

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

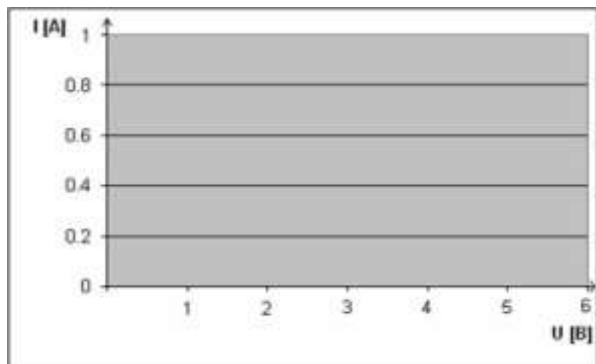
Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1.5 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

Таблица 1.

U, В напряжение			
--------------------	--	--	--

I, A сила тока			
-------------------	--	--	--

Построить график зависимости силы тока от напряжения



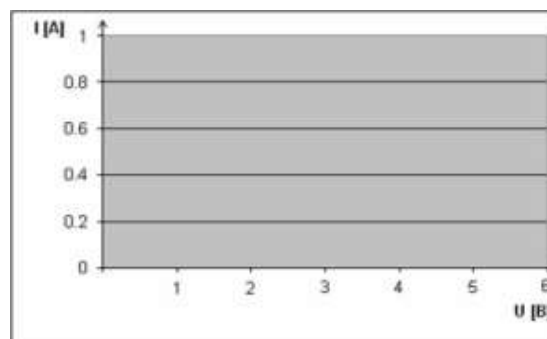
Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.

Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением **4 Ом**, затем **6 Ом** и **12 Ом**. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, **2 В**. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в таблицу 2.

этом силу тока, результаты записывайте в таблицу 2.

R, Омсопротивление			
I, A сила тока			

зависимости силы тока от сопротивления



Т
аблиц
а 2.

Постр
оить
графи
к

Форма предоставления результата

1. Результаты измерений и вычислений занести в таблицы 1 и 2 с построением соответствующих графиков.
2. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы

1. Напряжение на зажимах электрического утюга 220В, Сопротивление нагревательного элемента утюга 50 Ом. Чему равна сила тока в нагревательном элементе?
2. Сила тока спирали электрической лампы 0,7А, сопротивление лампы 310Ом. Определите напряжение, под которым находится лампа.
3. Можно ли включить в сеть с напряжением 220Вольт реостат, на котором написано: а) 300м, 5А; б)2000 Ом, 0,2 А.
4. Даны графики зависимости силы тока от напряжения для каждого из двух параллельно соединённых проводников (см.рис.1). Определить силу тока в неразветвлённой части, цепи, когда напряжение на концах участка. 2 В.

Рис.1

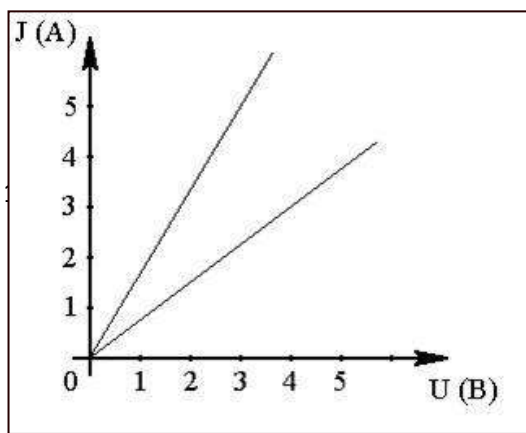
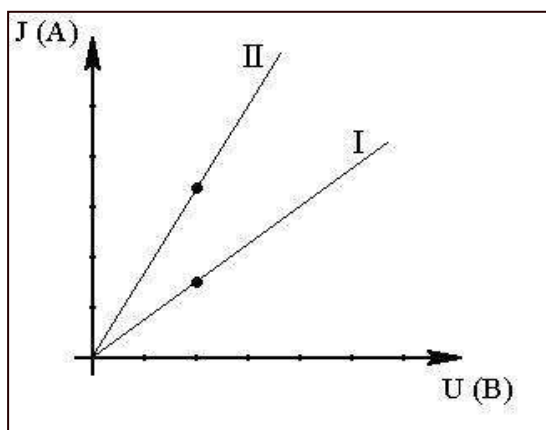


Рис. 2



5. Даны графики зависимости силы тока от напряжения двух участков цепи (см.рис.2). На каком участке сопротивление больше и во сколько раз?

Форма предоставления результата

Выполненный отчёт в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторное занятие №10

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии

Цель работы: опытным путём научиться определять ЭДС, источника и его внутреннее сопротивление.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПР610 ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: источник электрической энергии, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода, потребитель электрической энергии.

Задание

1. Используя вольтметр, определить ЭДС источника тока.
2. Определить величину ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, используя показания амперметра и вольтметра.

Порядок выполнения работы

1. Соберите электрическую цепь по схеме (Рис.1)
2. Определите цену деления электроизмерительных приборов.
3. Измерьте ЭДС источника тока. Для этого определите показания вольтметра при разомкнутом ключе.
4. Измерьте величину силы тока и напряжения на внешней части цепи, замыкая ключ. Рассчитайте сопротивление по формуле: $R = \frac{U}{I}$
5. Изменяя положения движка реостата, повторите измерения (п.3) ещё дважды.
6. Вычислите величину внутреннего сопротивления по формуле: $r = \frac{\varepsilon - IR}{I}$
7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1.
8. Сделать вывод по работе.

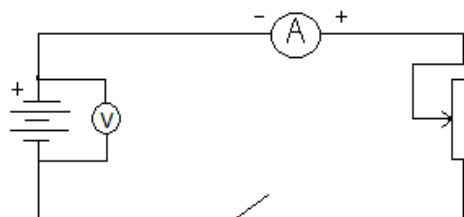


Рис. 1

Форма предоставления результата

№ п\п	ε , В	U, В	I, А	R, Ом	R, Ом	R, Ом	$\varepsilon_{\text{ср}}$, В	$\delta = \frac{\varepsilon - \varepsilon_{\text{ср}}}{\varepsilon} \cdot 100\%$
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?

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторное занятие №11

«Исследование зависимости мощности, потребляемой лампой накаливания от напряжения на ее зажимах»

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

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПР610 ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

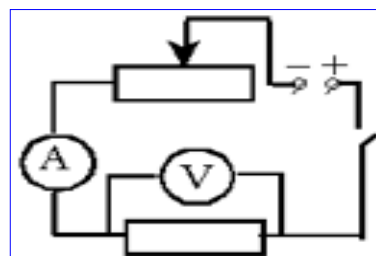
Материальное обеспечение: батарея аккумулятора, электрическая лампочка с патроном, реостат со скользящим контактом, амперметр, вольтметр постоянного тока, соединительные провода, ключ.

Задание

1. Выяснить, как зависит мощность электрического тока от напряжения и силы тока в цепи.
2. Экспериментальным путём подтвердить эту зависимость.

Порядок выполнения работы

1. Собрать цепь по схеме.
2. Замкнуть цепь и измерить наибольшее напряжение на лампы и величину тока в цепи, а затем вычислить тока $P=I \cdot U$.



зажимах
мощность

3. Уменьшить напряжение на зажимах лампы с помощью реостата и измерить силу тока в цепи, а затем вычислить мощность тока.
4. Произвести опыт ещё раз, уменьшив напряжение на зажимах.
5. Результаты всех измерений и вычислений записать в таблицу 1.
6. Проанализировать изменение мощности, потребляемой лампой накаливания, при изменении напряжения на её зажимах.
7. Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

Таблица 1.

№ п\п	Сила тока, А	Напряжение, В	Мощность, Вт
1			
2			
3			

Контрольные вопросы

1. Что называют мощностью и как её рассчитать?
2. Что принимают за единицу мощности? Как выражается единица мощности через единицы напряжения и силы тока?
3. Какие единицы мощности используют в практике?
4. В цепь с напряжением 127В включена электрическая лампа, сила тока в которой 0,6А. Найти мощность тока в лампе.
5. Электроплитка рассчитана на напряжение 220В и силу тока 3А. Определите мощность тока в плитке.

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Лабораторное занятие № 12 Определение электрохимического эквивалента меди

Цель работы: определить электрохимический эквивалент меди экспериментальным путем.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

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, и просушить.
6. Взвешиванием определить массу (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.

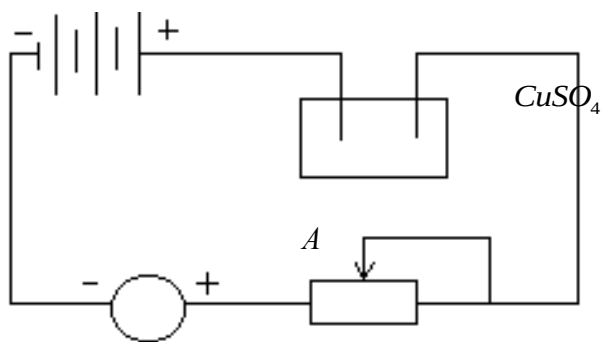
$$m = m_2 - m_1$$

8. Вычислить электрохимический эквивалент меди из формулы:
где m – масса выделившегося вещества, кг;

I – сила тока, А; t – время электролиза, с.

$$m = K \cdot I \cdot t$$

$$K = \frac{m}{I \cdot t}$$



схеме.

цепь.
промыть

катода

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:
12. Сделать вывод по работе:

$$\Delta = |K_{\text{ТАБЛ.}} - K_{\text{ПОЛУЧ.}}|$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{K_{\text{ТАБЛ.}}} \cdot 100\%$$

Форма предоставления результата

Таблица 1

№ опыта	Масса меди, отложившейся на катоде $m, \text{кг}$	Время пропускания тока $t, \text{с}$	Величина силы тока $I, \text{А}$	Электрохимический эквивалент меди $K, \frac{\text{кг}}{\text{Кл} \cdot \text{с}}$	Абсолютная погрешность $\Delta, \frac{\text{кг}}{\text{Кл} \cdot \text{с}}$	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. Пластика 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 Кл 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 $k_{\text{Cr}} = 3,3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

Форма предоставления результата

Выполненный отчет в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.3 Электрический ток в различных средах

Лабораторное занятие №13 Изучение свойств полупроводников

Цель работы: углубить понимание физического смысла понятия полупроводник и механизма его проводимости.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13, МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПР610; ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: источник тока, амперметр, реостат, ключ, диод, соединительные провода.

Задание

1. Изучить свойства электронно-дырочного перехода и использование его в полупроводниковых приборах.
2. Уметь начертить электрическую схему и объяснить принцип действия выпрямителя и усилителя тока на полупроводниковых диодах и триодах.

Порядок выполнения работы

Полупроводники характеризуются отличной от проводников проводимостью: собственной, дырочной (р-типа) и электронной (n-типа).

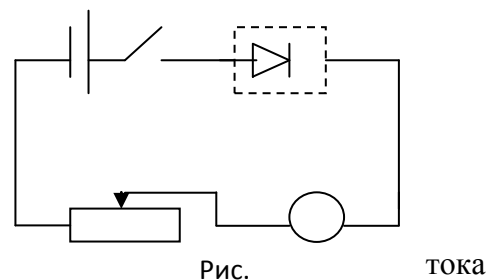
Полупроводники могут иметь два типа примесной проводимости: электронную (n-тип), обусловленную донорными примесями, и дырочную (р-тип), обусловленную акцепторными примесями. В n-полупроводнике основные носители заряда – электроны, а в р-полупроводнике – дырки. Кроме основных носителей заряда в каждом веществе в значительно меньшем количестве содержатся и неосновные носители заряда противоположного знака. Они возникают за счет разрушения ковалентных связей.

Если два проводника с проводимостью разного рода привести в контакт, то на месте контакта образуется запирающий слой, который хорошо проводит ток в одном направлении и практически не проводит тока в другом. Это свойство используется в полупроводниковой технике.

Граница соприкосновения двух полупроводников, один из которых имеет электронную, а другой – дырочную проводимость, называется р-п переходом. Практически р-п переход создается не механическим контактом двух полупроводников, а внесением донорных и акцепторных примесей в различные части чистого полупроводника. Эти переходы являются основой большинства современных полупроводниковых приборов.

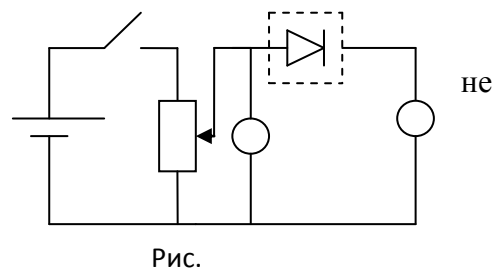
Проверка односторонней проводимости диода.

1. Составить цепь по схеме рисунка 1.
2. Диод Д2 включить в прямом (пропускном) направлении: отметка «+» должна быть обращена к полюсу источника ЭДС. Замкнуть цепь и отметить показания амперметра. Цепь разомкнуть.
3. Диод Д2 включить в обратном направлении (запорном). Цепь замкнуть и убедиться в отсутствии в цепи. Цепь разомкнуть.
4. Результаты наблюдений занести в таблицу 1.



Снятие вольтамперной характеристики диода.

1. Составить цепь по схеме рисунка 2:
2. Диод включить в пропускном направлении.
3. Замкнуть цепь. Подобрать положение движка реостата так, чтобы вольтметр показал самое малое напряжение. Снять показания измерительных приборов.
4. Перемещать постепенно движок реостата и снять менее 7 значений напряжения и силы тока. Разомкнуть цепь.
5. Результаты измерений занести в таблицу 2.
6. Построить график зависимости $I(U)$. По оси ОХ откладывать U (В), по оси ОУ - I (А).
7. Сделать вывод.



Форма предоставления результата

Таблица 1

Проверка односторонней проводимости диода.

№п/п	Способ включения	Показания амперметра

Таблица 2

Снятие вольтамперной характеристики диода.

№ п\п	Ток, проходящий через диод, I (А)	Напряжение, поданное на диод, U (В)

Контрольные вопросы

1. В чём различие проводимости проводников и полупроводников?
2. Какой тип полупроводника получится, если к германию добавить примесь фосфора?
3. Какой тип полупроводника получится, если к германию добавить примесь индия?
4. Какое явление наблюдается при встрече свободного электрона с дыркой в полупроводнике?
5. Как можно усилить интенсивность генерации пар «электрон-дырка»?
6. Как объяснить увеличение удельного сопротивления полупроводника при уменьшении температуры?
7. Что является в схеме триода входной цепью, а что – выходной?
8. как следует включить в цепь транзистор, чтобы он действовал и как диод в прямом направлении?
9. Что показывает вольт-амперная характеристика диода?

Форма предоставления результата

Выполненный отчет в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Лабораторное занятие №14

Изучение зависимости периода колебаний математического маятника от длины нити

Цель работы:

1. Определить период и частоту колебаний математического маятника.
2. Показать зависимость периода и частоты колебаний от длины самого маятника

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

MP8,MP9,MP10, MP13 MP17, MP21
ПР66; ПР610; ПРy1; ПРy2; ПРy5; ПРy7; ПРy12

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 и вычислить период колебаний по формуле: $T = \frac{t}{n}$
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.

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.

Форма предоставления результата

Выполненный отчет в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Лабораторное занятие №15

Изучение законов пружинного маятника

Цель: экспериментально установить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины и массы груза

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР66; ПР610; ПРy1; ПРy2; ПРy5; ПРy7; ПРy12

Материальное обеспечение: 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						

- Повторите эксперимент ещё 4 раза, увеличивая коэффициент жёсткости, но не меняя массу груза. По полученным данным заполните таблицу.
- Постройте график зависимости периода колебаний (T) от квадратного корня из коэффициента жёсткости. ($k^{1/2}$).
- По форме графика определите вид зависимости между периодом и корнем квадратным из коэффициента жёсткости.
- Сделайте вывод о зависимости периода колебаний от массы груза и коэффициента жёсткости.

Контрольные вопросы:

- В каком положении маятника скорость будет максимальной?
- В каком положении маятника скорость равна нулю.
- 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 предоставления результата

Выполненный отчет в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении

работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием существенных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Лабораторное занятие №16

«Изучение устройства трансформатора, генератора»

Цель работы: изучить устройство и принцип работы трансформатора. генератора.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПР610 ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

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

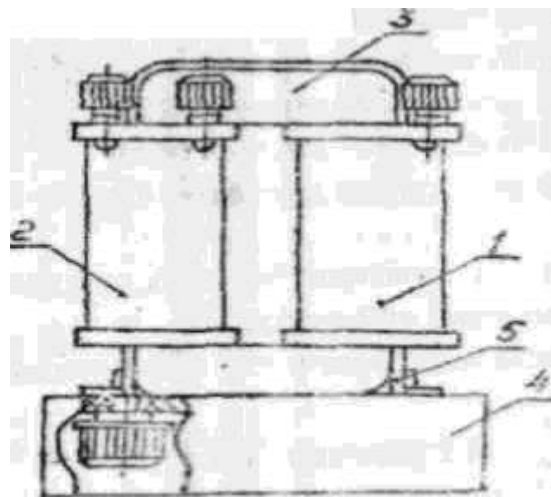
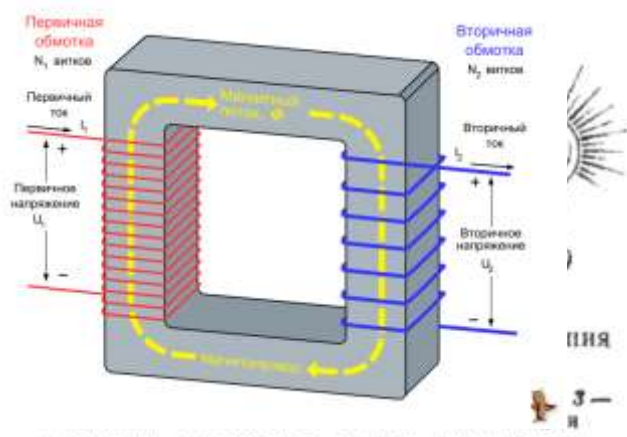
1. Изучение устройства трансформатора

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 токами и напряжением в обмотках.

Трансформатор состоит из двух катушек



и
сердеч
ника.
Сердеч
чник
состои
т из
двух
полов
ин,
котор
ые
вставл

яют в катушку и с помощью скобы закрепляют на основании.

1, 2 – катушки, 3 - магнитопровод; 4 – основания; 5 –обойма.

Ход работы

1. Рассмотрите устройство трансформатора. Определите первичную обметку (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 крапления 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.

2. 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.

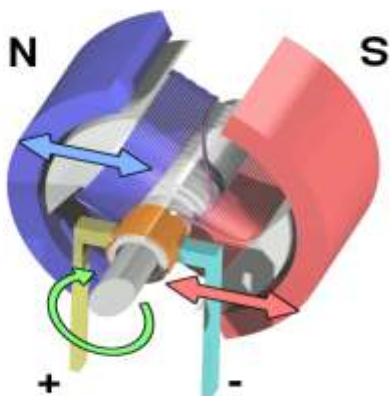


Рис. 1.

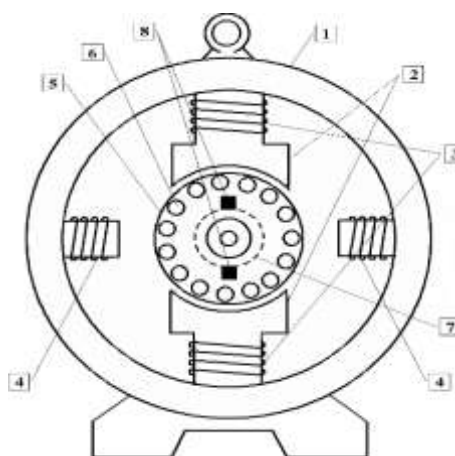


Рис. 2.

Изучение устройства 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 подаётся 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.

Форма предоставления результата

Выполненный отчет в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 5.2 Волновые свойства света

Лабораторное занятие № 17

Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Цель работы: изучение явления дифракции и определения длины волны света

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26

МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21

ПР64; ПР66; ПР67; ПР610 ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: дифракционная решетка, источник света, установка для наблюдения дифракционной картины

Задание

1. В ходе эксперимента пронаблюдать дифракцию света.
2. Опытным путем вычислить длину световой волны.

Порядок выполнения работы

Схема установки

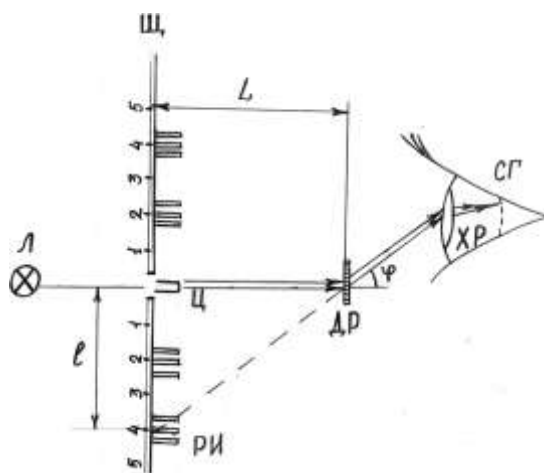


Рис. 1

Изображение щели в белом свете по обе стороны видны её симметричные радужные изображения РИ (спектры). Угол дифракции определяется по положению дифракционного максимума на миллиметровой шкале (Рис. 1).

Из геометрических построений ясно, что $l/L = \operatorname{tg} \varphi$, где l – расстояние от центрального изображения щели ($k = 0$) до одного из боковых изображений; L – расстояние от решётки до щели. Учитывая, что $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi$ для малых углов дифракции, получим:

$$l/L \approx \sin \varphi \quad (1)$$

Используя формулу (1) и условие главного максимума интенсивности света, прошедшего сквозь решетку

$$c \sin \varphi = k \lambda,$$

где c – постоянная решетки (или другое название – период решетки) $k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$ – номер или порядок максимума, получим выражение для вычисления длины волны λ , в котором все

величины легко измеряются на установке:

$$\lambda = \frac{l \cdot c}{k \cdot L} \quad (2)$$

Выполнение работы

1. Включите установку в сеть.
2. Приблизив глаз к дифракционной решётке, направьте прибор на источник света так, чтобы были видны по обе стороны от щели на щитке дифракционные спектры 1-го и 2-го порядков.
3. Замерьте расстояние L – от щитка до дифракционной решётки.

4. Замерьте расстояние l – от середины центрального максимума до середины максимума первого порядка синего цвета.
5. По формуле (2) вычислите длину волны синего цвета.
6. Опыт проделайте для второго порядка синего цвета. Полученные данные занесите в таблицу.
7. Аналогичные измерения проведите для желтого, зеленого и красного цветов по указанию преподавателя.
8. Рассчитайте отклонение от среднего $\Delta\lambda = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$ и занесите в таблицу 1.

Таблица 1.

Цвет	k	l см	λ , нм	$\langle\lambda\rangle$, нм	$\Delta\lambda$, нм
синий	1				
	2				
зеленый	1				
	2				
желтый	1				
	2				
красный	1				
	2				

9. Сделайте вывод по работе.
Форма предоставления результата

1. Заполнить таблицу 1, сделав необходимые расчёты под таблицей.
2. Сделайте вывод по работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое дифракция? В каких конкретных явлениях она проявляется?
2. Как формулируется принцип Гюйгенса-Френеля?
3. Что такое главные максимумы? Как они возникают?
4. Что такое дифракционные минимумы? Какова их природа?
5. Что происходит с дифракционной картиной при увеличении числа щелей N ? (Пояснить графически).
6. Что такое дифракционная решетка? Как она изготавливается?
7. Как записать и объяснить формулу главных максимумов (формулу дифракционной решетки)?
8. Какая картина наблюдается на экране при освещении решетки белым светом, светом ртутной лампы?

9. Начиная с какого порядка m перекрываются дифракционные спектры видимого света?
10. Какова роль линзы зрительной трубы в образовании дифракционной картины? Можно ли линзу заменить глазом?
11. На каком расстоянии от линзы зрительной трубы следует установить экран для наблюдения дифракционной картины?
12. Какое применение имеет дифракция в науке и технике?
13. Объясните возникновение белой полосы в центре дифракционной картины при освещении белым светом.
14. Каков порядок следования цветов в дифракционных спектрах?

Форма предоставления результата

Выполненный отчёт в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 5.2 Волновые свойства света

Лабораторное занятие № 18 Изучение интерференции и дифракции

Цель работы: экспериментальным путём пронаблюдать спектры испускания и поглощения предлагаемых веществ.

Выполнение работы способствует формированию:

ЛР13, ЛР14, ЛР23, ЛР26
МР8, МР9, МР10, МР13 МР17, МР21
ПР64; ПР66; ПР67; ПР610 ПРy1; ПРy2; ПРy3; ПРy4; ПРy5; ПРy9; ПРy11

Материальное обеспечение: проекционный аппарат, спектральные трубки с водородом, неоном или гелием, высоковольтный индуктор, батарея аккумуляторов, штатив, соединительные провода (общие на аудиторию), стеклянная пластина со скошенными гранями (выдаётся каждому).

Задание

1. Пронаблюдать образование спектров испускания и поглощения.
2. Выявить причину образования спектра.

Порядок выполнения работы

Если излучение источника света направить на стеклянную призму, на пути прошедших через призму лучей поставить экран, то на экране можно наблюдать набор цветных полос – спектр. Причина наблюдаемого явления состоит в том, что световые лучи имеют одинаковую скорость C в вакууме, а в другой среде, (например, в стекле) их скорость неодинакова и зависит от частоты колебаний. Так как коэффициент преломления зависит от скорости распространения световых волн, то лучи разных частот определяются по-разному.

1. Расположить пластину горизонтально перед глазом. Сквозь грани, составляющие угол 45^0 , наблюдать светлую вертикальную полосу на экране – изображение раздвижной щели проекционного аппарата.
2. Выделить основные цвета полученного сплошного спектра и записать их в наблюдаемой последовательности.
3. Повторить опыт, рассматривая полосы через грани, образующие угол 60^0 . Записать различия в виде спектров.
4. Наблюдать линейчатые спектры водорода, гелия или неона, рассматривая светящиеся спектральные трубки сквозь грани спектральной пластины. Записать наиболее яркие линии спектров.
5. Результаты наблюдений представить в таблице 1.
6. Сделать вывод по работе.

Таблица 1

№ п/п	Расположение граней пластин под углом	Наблюдение сплошного спектра	Линейчатый спектр водорода	Линейчатый спектр гелия	Линейчатый спектр неона
1	45^0				
2	60^0				

Контрольные вопросы

1. Какова причина разложения белого света призмой?
2. Как объяснить происхождение линейчатых спектров?
3. В чём различие дифракционного и дисперсионного спектров?
4. Почему по спектрам звёзд можно определить их химический состав?
5. Изменится ли цвет зелёного луча при переходе из воздуха в воду? Почему?

Форма предоставления результата

Выполненный отчет в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.