Приложение 2.6.1 к ОПОП-П по специальности
15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация
и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОУП.06 ФИЗИКА

для обучающихся специальности
15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

ОГЛАВЛЕНИЕ

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ....6
Практическое занятие №1....6
Практическое занятие №2....10
Практическое занятие №3....12
Практическое занятие №4....17
Практическое занятие №5....21
Практическое занятие №6....28
Практическое занятие №7....31
Практическое занятие №8....34
Практическое занятие №9....42
Практическое занятие №10, 11....46
Практическое занятие №12, 13....51
Практическое занятие №16....56
Практическое занятие № 17....59
Практическое занятие №18, 19....63
Практическое занятие №20, 21....67
Практическое занятие №22....70
Практическое занятие №23, 24, 25....72
Практическое занятие №26....76
Практическое занятие № 27....80
Практическое занятие № 28....83
Практическое занятие №29....85
Практическое занятие №30....88
Практическое занятие №31....91
Лабораторное занятие №1....98
Лабораторное занятие №2....99
Лабораторное занятие №3....101
Лабораторное занятие №4....103
Лабораторное занятие №5....105
Лабораторное занятие №6....107
Лабораторное занятие №7....109
Лабораторное занятие №8....111
Лабораторное занятие № 9....112
Лабораторное занятие №10....113
Лабораторное занятие №11....114
Лабораторное занятие № 12....117
Лабораторное занятие №13....119
Лабораторное занятие №14....123
Лабораторное занятие №15....124
Лабораторное занятие №16....126
Лабораторное занятие №17....127
Лабораторное занятие №18....129
Лабораторное занятие №19....130
Лабораторное занятие №20....132
Лабораторное занятие №21....134
Лабораторное занятие №22....136
Лабораторное занятие №23....137
Лабораторное занятие № 24....139
Лабораторное занятие №25....142
Лабораторное занятие №26....143
Лабораторное занятие №27....146

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 решать задачи по физике, необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических 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:**

ПРб1_ОУП.06 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;

ПРб2_ОУП.06 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;

ПРб3_ОУП.06 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;

ПРб4_ОУП.06 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;

ПРб5_ОУП.06 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;

ПРб6_ОУП.06 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;

ПРб7_ОУП.06. 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;

ПРб8_ОУП.06. 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;ПРб9_ОУП.06. 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;

ПРб9_ОУП.06. 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;

ПРб10_ОУП.06. 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;

МР8 способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

МР9 владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;

МР10 формирование научного типа мышления, владение научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;

МР21 выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

МР17 уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности;

МР13 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;

ЛР13 готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

ЛР14 осознание личного вклада в построение устойчивого будущего

ЛР23 готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие;

ЛР26 способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению ***профессиональными компетенциями:***

ПК 1.1 Осуществлять организационно-производственные работы для подготовки сборки и монтажа промышленного (технологического) оборудования.

ПК 1.3 Производить оценку состояния промышленного (технологического) оборудования после выполнения наладочных работ, контроль технического состояния оборудования при вводе в эксплуатацию.

А также формированию *общих компетенций*:

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

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

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

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.1. Кинематика

Практическое занятие №1
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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

Материальное обеспечение:

индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

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.

Задание:

1. **Письменно ответьте на следующие вопросы:**
   - Кинематический закон движения для координатного способа определения движения материальной точки.
   - Кинематический закон движения для естественного движения для векторного способа определения движения.
   - Кинематический закон движения для естественного способа определения движения.
   - Как найти вектор скорости для конкретного, векторного и естественного способов определения движения?
   - Как найти вектор ускорения для разных способов определения движения?
2. **Используя формулы для расчета параметров движения тел, решить задачи.**
3. **Проанализировать графики движения тел, описать характер движения.**

Порядок выполнения работы:

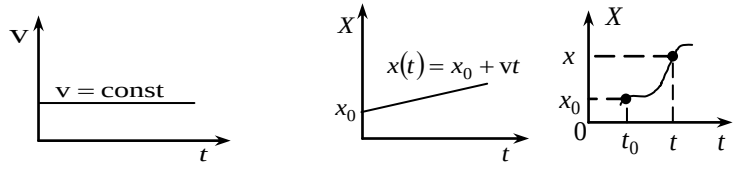
1. Повторить основные вопросы кинематики.
2. Решить задачи по вариантам.
3. Оформить отчет в тетради для практических работ.

1. **Теоретическая часть**

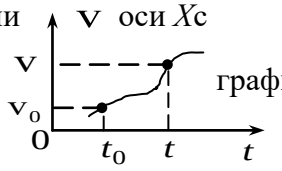
Одномерное движение. Движение с постоянной скоростью.

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

$$\boxed{v_{ср} = \frac{\Delta x}{\Delta t}}, \boxed{x(t) = x_0 + v\Delta t}$$



Движение с переменной скоростью. Ускорение

Если тело движется направлении оси Xс переменной скоростью v(t), то, 

графики $X(t)$ и v(t) имеют вид:

При этом говорят, что тело движется с ускорением.

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

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

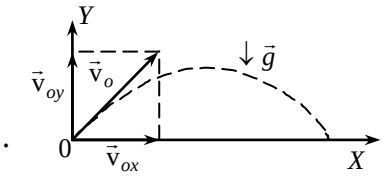
Из $a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow v = v_0 + a\Delta t$ или $\boxed{v(t) = v_0 + a\Delta t}$

$\boxed{x(t) = x_0 + v_0\Delta t + \frac{a\Delta t^2}{2}}$ 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 «–».

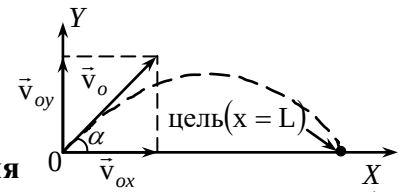
Если время движения Δt неизвестно, то $\boxed{x(t) = x_0 + \frac{v^2(t) - v_0^2}{2a}}$.

Многомерное движение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

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



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



2. Примеры решения задач

1. Пассажирский поезд идет со скорость 72 км/ч. По соседнему пути движется навстречу товарный поезд длиной 140 м со скоростью 54 км/ч. Сколько времени пассажир, стоящий у окна, будет видеть проходящий мимо него товарный поезд?

Дано:	СИ	*Решение:*
$\upsilon_1 = 72$ км/ч	20 м/с	Относительная скорость движения обоих поездов $\upsilon = \upsilon_1 + \upsilon_2$.
$\upsilon_2 = 54$ км/ч	15 м/с	Следовательно, время, в течение которого мимо пассажирского
$l = 140$ м		поезда пройдет товарный, определим по формуле: $t = \frac{l}{\upsilon}$
t - ?		Подставляем данные: $t = \frac{140}{20+15} = 4$ *с.*

Ответ: 4 с.

2. Посадочная скорость пассажирского самолета 135 км/ч, а длина пробега его 500 м. Определить время пробега по посадочной полосе и ускорение самолета, считая движение равнозамедленным.

Дано:	СИ	*Решение:*
$\upsilon_0 = 135$ км/ч	37,5 м/с	Время пробега самолета при посадке находим из формулы пути
$S = 500$ м		$S = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2}$, где *a* для равнозамедленного движения определится
$\upsilon = 0$ м/с		из формулы: $\upsilon = \upsilon_0 + at$ или $a = -\frac{\upsilon_0}{t}$. Следовательно,
t - ? , *a* - ?		$S = \upsilon_0 t - \frac{\frac{\upsilon_0}{t} t^2}{2}$, откуда $\boldsymbol{t = \frac{2S}{\upsilon_0}}$. Подставляем данные: $t = \frac{2 \cdot 500}{37,5} = 27$ с.
		Ускорение $\boldsymbol{a = -\frac{\upsilon_0}{t}}$; $a = \frac{37,5}{27} = -1,4$ м/с^2

Ответ: 27 с, - 1,4 м/с^2.

3. Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за пятую секунду прошло путь 18 м. Чему равно ускорение и какой путь тело прошло за 5 с?

Дано:	*Решение:*
$t_5 - t_4 = 1$ с	Путь, пройденный телом за пятую секунду $S = S_5 - S_4 = \frac{at_5^2}{2} - \frac{at_4^2}{2}$.
$S = 18$ м	Отсюда $a = \frac{2S}{t_5^2 - t_4^2}$; $a = \frac{2 \cdot 18}{25-16} = 4$ м/с^2.
$t = 5$ с	Путь, пройденный телом за 5 секунд $S_5 = \frac{at^2}{2}$; $S_5 = \frac{4 \cdot 25}{2} = 50$ м.
S_5 - ? , *a* - ?	

Ответ: *4* м/с^2; *50* м.

4. В последнюю секунду свободно падающее тело прошло половину своего пути. Сколько времени и с какой высоты падало тело?

Дано:	*Решение:*
$h_n - h_{n-1} = \frac{1}{2} h_n$	Путь, пройденный за все время падения: $h_n = \frac{gt^2}{2}$.
$g = 9,8$ м/с^2	До последней секунды тело прошло путь $\frac{h_n}{2} = \frac{g(t-1)^2}{2}$
t - ? h_n - ?	Следовательно, $\frac{gt^2}{2} = g(t-1)^2$ или $t^2 - 4t + 2 = 0$.
	Отсюда $t = 2 + \sqrt{2} = 3,4$ *с.* Высота падения $h_n = \frac{9,8 \cdot 3,4^2}{2} \approx 57$ м

Ответ: *3,4 с; 57* м .

5. Камень падает в шахту. Через 6 с слышен удар камня о дно шахты. Определить глубину шахты, если скорость звука 330 м/с.

Дано:	*Решение:*
t = 6 с	Если обозначить через t_1 время падения камня, то время распространения
υ = 330 м/с	звука $t - t_1$. Путь, пройденный камнем при свободном падении $h = \frac{gt_1^2}{2}$, а
g = 9,8 м/с^2	звуком – $h = \upsilon (t - t_1)$. Следовательно, $\frac{gt_1^2}{2} = \upsilon (t - t_1)$ или $gt_1^2 + 2\upsilon t_1 - 2\upsilon t = 0$
h - ?	*Решив данное уравнение, получим* $t_1 = 5{,}5$ *с.* Глубина шахты $h = \frac{gt_1^2}{2}$;
	$h = \frac{9{,}8 \cdot 5{,}5^2}{2} = 148$ м
	Ответ: 148 м.

Задания для самостоятельной работы

Вариант № 1

1. Самолет ИЛ – 86, двигаясь равномерно со скоростью 900 км/ч, в течение 9с совершил такое же перемещение, что и самолет Як – 42 за 10 с. Определите скорость Як – 42.

2. Графики каких движений тел показаны на рис. 1? По графику определите: 1) в какой момент времени тела встретились; 2) какие пути тела прошли до встречи.

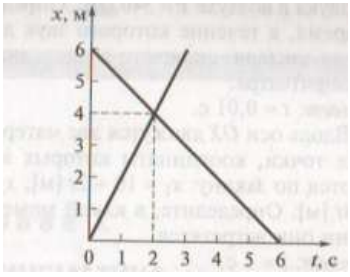


рис.1.

3. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через какое время от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?

4. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением 0,4 м/с^2 , увеличит свою скорость с 12 до 20 м/с?

5. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 616 м/с^2 . Какова скорость вылета пули, если длина ствола 41,5 см?

6. Тело, двигаясь прямолинейно с ускорением 5 м/с^2, достигло скорости 30 м/с, а затем, двигаясь равнозамедленно, остановилось через 10 с. Определите путь, пройденный телом.

7. Тело свободно падает с высоты 125,5 м. Определите время падения и скорость тела в момент удара о Землю.

Вариант № 2

1. Среднее расстояние между Землей и Солнцем 1 астрономическая единица (1 а.е. = 1,496· 1011 м). Определите время прохождения света от Солнца до Земли. Скорость света в вакууме с = 3· 108м/с.

2. На рис. 2. представлен график зависимости координаты тела от времени. По графику определите: 1) сколько времени тело находилось в движении; 2) чему равно его перемещение.

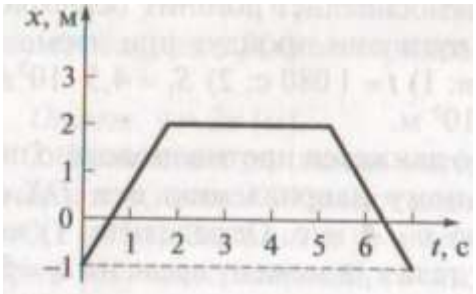


рис.2.

3. Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,3 м/с 2 . Какую скорость приобретет велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна 4 м/с?

4. Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Написать формулу зависимости скорости от времени □x(□) и построить график этой зависимости.

5. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найти тормозной путь.

6. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с 2 . Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?

7. Тело свободно падает в течение 4 с. Определите высоту, с которой падает тело, и скорость в момент удара о Землю.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

1. *Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
2. *Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
3. *Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
4. *Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 2.1. Кинематика

Практическое занятие №2
Решение задач на параметры вращательного движения

Цель: научиться решать задачи на параметры вращательного движения

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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

Задание:

1 Ответьте на следующие вопросы:

- Какую формулу можно использовать для нахождения пути, если точка прошла при криволинейном движении?
- Докажите формулу, связывающую векторы линейной и угловой скорости.
- Почему равны векторы тангенциального и нормального ускорения в случае криволинейного движения материальной точки? Как найти модули этих векторов?
- Чему равны векторы тангенциального и нормального ускорения и их модули для вращательного движения материальной точки?
- Как связан вектор полного ускорения с векторами углового ускорения и угловой скорости для вращательного движения?

Порядок выполнения работы:

1. Ответьте письменно на вопросы, представленные выше.
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

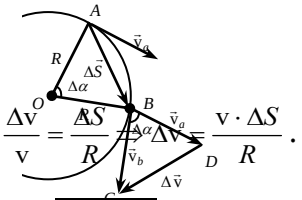
Теоретическая часть

Пусть тело движется по окружности радиуса *R* с постоянной по значению скоростью v (линейной скоростью) и за время Δ*t* переместилось на $\Delta\vec{S}$ из т. А в т. В. Вектор $\vec{v}$ направлен по

касательной к окружности и меняет направление, т.е. можно говорить об изменении скорости $\Delta\vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$, отличном от нуля. Отсюда: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \neq \vec{0}$.

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

Определим $|\vec{a}_{ср}| = a_{ср}$.



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

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

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

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

$\boxed{T = \frac{2\pi R}{v}}$ $[T] = 1$ с Из $a = \frac{v^2}{R}$ 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. $\boxed{\nu = \frac{1}{T}}$ $[\nu] = 1\frac{1}{c}$; $\boxed{\nu = \frac{v}{2\pi R}}$ $\boxed{a = 4\pi^2\nu^2 R}$.

Угловая скорость обращения точки по окружности (w) – скорость изменения угла поворота $\Delta\alpha$ радиуса R, соединяющего точку с центром окружности. $\boxed{w = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}}$ $[w] = 1\frac{рад}{с}$ $\boxed{w = \frac{2\pi}{T}}$

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

2. Решите задачи для самостоятельной работы.

1. Автомобиль движется по закруглению радиусом 100 метров со скоростью 36 км/ч. Определить его центростремительное ускорение. (отв.: 1 м/с)
2. Автомобиль движется по закруглению радиусом 80 метров со скоростью 54 км/ч. Определить его центростремительное ускорение.
3. Точильный круг радиусом 10 см делает один оборот за 0,2 с. Найдите скорость точек, наиболее удаленных от оси вращения.
4. Самолёт, выходя из пике, движется по траектории, которая в нижней части является дугой окружности радиусом 800 м. Вычислите ускорение самолёта при его движении, если его скорость равна 720 км/ч. (отв.: 50 м\с^2)
5. Спутник движется по круговой орбите на высоте 630 км. Период обращения спутника 97, 5 минут. Определите его линейную скорость и центростремительное ускорение. Радиус Земли 6370 км. (Отв.: 7514 м/с; 8,1 м/с^2)
6. Время одного оборота вокруг оси равно 24 часа. Вычислите угловую и линейную скорости вращения точек на экваторе. Радиус Земли считать равным 6400 км (отв.: 0,0007 рад/с; 448 м/с).

7. 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.
8. Какова скорость движения автомобиля, если его колеса радиусом 30 см делают 600 оборотов в минуту?
9. Луна движется вокруг Земли на расстоянии 380000 км от неё, совершая один оборот за 27,3 суток. Вычислите центростремительное ускорение Луны.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 2.2. Законы механики Ньютона

Практическое занятие №3
Решение задач по теме «Виды сил в механике. Сила трения покоя, скольжения, качения, вращения»

Цель: раскрыть содержание законов Ньютона и особенности сил различной природы; закрепить умения и навыки решения задач на второй закон Ньютона, когда на тело действуют несколько сил.

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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

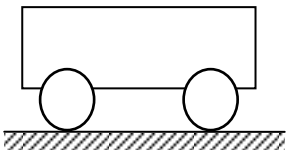
Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение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

Порядок выполнения работы:

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

1. Теоретическая часть

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. $[m] = 1$ кг. $\boxed{\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}}$

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

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

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

$$[\rho] = 1\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \qquad \boxed{m_{\text{ТЕЛА}} = \frac{m_{\text{эт}} \cdot a_{\text{эт}}}{a_{\text{ТЕЛА}}}}$$

Плотность тела (ρ) – отношение массы тела m $\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$ к его объему V.

Сила ($\vec{F}$) – мера механического действия одного тела на другое. [F] = 1 Н – ньютон.

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

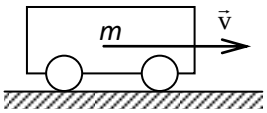
Сила всегда приложена к тому телу, название которого следует в предложении после предлога «на».

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

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

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

$\boxed{p = \frac{F}{S}}$ $[p] = 1\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} =$ 1 Па – паскаль



Импульс тела ($\vec{p}$)– векторная мера механического движения, равная произведению массы тела на его скорость. $\boxed{\vec{p} = m \cdot \vec{\text{v}}}$ $[p] = 1\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

Импульс силы ($\overrightarrow{F \cdot \Delta t}$) – 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. $\boxed{\vec{F} = m \cdot \vec{a}}$

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

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

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

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

Третий закон Ньютона: $\boxed{\vec{F}_1 = -\vec{F}_2}$

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

Третий закон Ньютона работает только в ИСО.

Закон всемирного тяготения

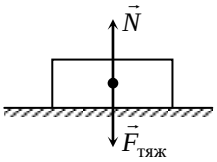
Полагая, что все тела Вселенной взаимно притягиваются, Ньютон в 1682 г. сформулировал закон всемирного тяготения: все тела притягиваются друг к другу с силами, прямо пропорциональными произведению их масс и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними.

где F_{12} – сила взаимного $\boxed{F_{12} = \frac{\gamma \cdot m_1 \cdot m_2}{R^2}}$ притяжения тел масс m_1 и m_2;

γ – гравитационная постоянная. $\boxed{\gamma = 6{,}6720 \cdot 10^{-11}\ \text{Нм}^2/\text{кг}^2}$.

Силы в природе

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



$\boxed{\vec{F}_{тяж} = m\vec{g}}$

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

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

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

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

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

Сила упругости ($\vec{F}_{\text{у}}$) – сила, $\boxed{\vec{F}_y = -k\vec{x}}$ возникающая в теле при деформации.

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

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

μ – коэффициент трения (зависит от $\boxed{F_{\text{тр}} = \mu N}$ материалов трущихся поверхностей).

Сила тяжести – это гравитационная сила, с которой Земля притягивает к себе тела: F = mg, где g – ускорение свободного падения, g = 9,8 м/с2. .

Ускорение свободного падения зависит от: 1) R Земли (географической широты): чем R Земли ↑ (экватор), тем g ↓ 2) h – высоты тела над поверхностью Земли: чем h ↓, тем g ↓. Для любого космического тела Fтяж пл = G Мпл□ /(□+□) □

Минимальная скорость, которую нужно сообщить телу, чтобы оно могло двигаться вокруг Земли по круговой орбите (ИСЗ) - первая космическая скорость υ1 = 7,9 км/с.

Минимальная скорость, при которой тело преодолевает земное притяжение и становится спутником Солнца (орбита = парабола) – вторая космическая скорость υ2 = 11,2 км/с.

Скорость, при которой тело преодолевает притяжение Солнца и покидает Солнечную систему – третья космическая скорость υ3 = 16,7 км/с.

Сила трения: возникает вдоль поверхности двух трущихся тел из-за деформации этих поверхностей и направлена вдоль поверхности против смещения. Природа – электромагнитная. тр = μ N , где N − сила реакции опоры, μ – коэффициент трения. Сила трения бывает: покоя, скольжения, качения и жидкое трение. Если трение полезно – его увеличивают (шурупы, песок, шиповки, рукавицы и т.д.), а если вредно – уменьшают (подшипники, смазка, обтекаемая форма и т.д.). Сила упругости – возникает при деформации тел. Природа – электромагнитная.

Деформация бывает упругая (растяжение - сжатие, изгиб, сдвиг – срез, кручение) и пластическая (не исчезает после прекращения воздействия.

Для упругой деформации выполняется закон Гука: сила упругости прямо пропорциональна удлинению тела: F = − kΔl, где k – жесткость тела, Δl – его удлинение. Знак «−» указывает, что Fупр направлена противоположно смещению частиц тела.

Вес тела – это сила, с которой тело, вследствие его притяжения к Земле, действует на опору или подвес: P = mg, где P – вес тела, g – ускорение свободного падения, g = 9,8 м/с2 .

В этом случае опора или подвес находятся в состоянии равномерного прямолинейного движения относительно Земли. Однако, вес может быть больше или меньше силы тяжести. Если опора или подвес движутся ускоренно вниз, то вес P = m(g−a).

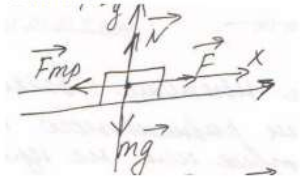
Если опора или подвес движутся ускоренно вверх, то вес P = m(g+a), тело испытывает перегрузки. Если тело движется только под действием силы тяжести, то оно находятся в состоянии невесомости (P = 0).

2. Примеры решения задач

1. Автобус, масса которого с полной нагрузкой равна 15 т, трогается с места с ускорением 0,7 м/с 2 . Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.

Дано:
m = 15т = $15\cdot 10^3$кг
a = 0,7 м/с^2
μ = 0,03
F - ?

Решение:



$\vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}$
OX: $-F_{тр} + F = ma$
OY: $N - mg = 0 \rightarrow N = mg$
$F_{тр} = \mu N \rightarrow F_{тр} = \mu mg$
$-\mu mg + F = ma$
$F = ma + \mu mg = m(a + \mu g)$
$F = 15\cdot 10^3$кг(0,7 м/с^2 + 0,03·10 м/с^2) = $15\cdot 10^3$кг·1 м/с^2 = $15\cdot 10^3$Н
Ответ: $15\cdot 10^3$Н

2. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Какую силу, направленную вдоль плоскости, надо приложить, чтобы удержать этот груз, если тянуть его с ускорением 1 м/с 2 ? Коэффициент трения 0,2.

Дано:
m = 50 кг
a = 1 м/с^2
μ = 0,02
l = 5 м
h = 3 м
F - ?

Решение:

Составим уравнение движения тела:
$\vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}$
Найдем проекции сил на оси:
Ось OX: $-F_{тр} + F - mg\sin\alpha = ma$
Ось OY: $N - mg\cos\alpha = 0 \rightarrow N = mg\cos\alpha$
$F_{тр} = \mu N \rightarrow F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$
Подставив второе уравнение в первое, получим
$-\mu mg\cos\alpha + F - mg\sin\alpha = ma$
Находим производную величину:
$F = \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha + ma$ или
$F = m(a + \mu g\cos\alpha + g\sin\alpha)$
По определению синуса имеем
$\sin\alpha = \frac{h}{l}$, $\sin\alpha = \frac{3\text{ м}}{5\text{ м}} = 0{,}6$

Из основного тригонометрического тождества
$\sin\alpha^2 + \cos\alpha^2 = 1$,
$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin\alpha^2} = \sqrt{1 - 0{,}36} = \sqrt{0{,}64} = 0{,}8$
Вычислим искомую величину:
$F = 50\text{ кг}(0{,}2 \cdot 10\text{ м/с}^2 \cdot 0{,}8 + 10\text{ м/с}^2 \cdot 0{,}6 \cdot 1\text{ м/с}^2) = 430\text{ Н}$
Ответ: 430 Н.

3. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения во время движения?

Дано:
m_1 = 0,2 кг
m_2 = 0,3 кг
a - ? T - ?

Решение:

Составим уравнение движения для двух тел:
$\begin{cases} m_1\vec{g} + \vec{T_1} = m_1\vec{a_1}, \\ m_2\vec{g} + \vec{T_2} = m_2\vec{a_2}, \end{cases}$
Найдем проекции сил на ось OY:
$\begin{cases} T_1 - m_1 g = m_1 a_1 \\ -T_2 + m_2 g = m_2 a_2 \end{cases}$,
Т.к. тела связаны одной нитью, то
$T_1 = T_2 = T$ и $a_1 = a_2 = a$,
Тогда, $\begin{cases} T - m_1 g = m_1 a \\ -T + m_2 g = m_2 a \end{cases}$,
Сложим эти уравнения:
$-m_1 g + m_2 g = (m_1 + m_2)a$ или
$g(m_2 - m_1) = (m_1 + m_2)a$
Решим это уравнение относительно неизвестной величины
$a = \frac{g(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}$, вычислим $a = \frac{10\text{ м/с}^2(0{,}3\text{кг} - 0{,}2\text{кг})}{0{,}3\text{кг} + 0{,}2\text{кг}} = 2\text{ м/с}^2$
Силу натяжения найдем их первого уравнения: $T = m_1(g + a)$
Вычислим: $T = 0{,}2\text{кг}(10\text{ м/с}^2 + 2\text{ м/с}^2) = 2{,}4\text{ Н}$
Ответ: 2 м/с^2; 2,4 Н

Самостоятельная работа

Вариант № 1

1. Брусок массой 0,2 кг равномерно тянут с помощью динамометра по горизонтальной плоскости стола. Показание динамометра 0,4 Н. Определите коэффициент трения скольжения μ.

2. На наклонной плоскости с углом наклона 20° находится тело массой 20 кг. Определите силу, направленную вдоль плоскости, которую необходимо приложить к телу, чтобы его равномерно двигать вверх. Коэффициент трения тела о плоскость 0,4.

3. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,34 кг. За 2 с после начала движения каждый груз прошел путь 1,2 м. По данным опыта найти ускорение свободного падения.

4. Электровоз, трогаясь с места, развивает максимальную силу тяги 650 кН. Какое ускорение он сообщит железнодорожному составу массой 3250 т, если коэффициент сопротивления равен 0,005?

Вариант № 2

1. Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20°, если коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

2. На наклонной плоскости с углом наклона 30° находится тело массой 20 кг. Определите силу, направленную вдоль плоскости, которую необходимо приложить к телу, чтобы его равномерно двигать вниз. Коэффициент трения тела о плоскость 0,6.

3. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения шнура во время движения?

4. Автомобиль «Жигули» массой 1 т, трогаясь с места, достигает скорости 30 м/с через 20 с. Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления равен 0,05?

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов.

Тема 2.3 Законы сохранения в механике

Практическое занятие №4
Законы сохранения в механике и их применение

Цель: закрепить умения и навыки решения задач на законы сохранения

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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 (смотри методическое пособие).

2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

1. Теоретическая часть

Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии и др. действуют в замкнутых системах.
Замкнутой называется система тел, взаимодействующих только друг с другом и не взаимодействующих с другими телами.
Импульс силы – векторная величина, являющаяся мерой действия силы за некоторый промежуток времени.
$\vec{I} = \vec{F} \cdot t$, $\vec{I}$ – импульс силы $\vec{F}$ за время t
Импульс тела (количество движения) – векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения:
$\vec{P} = m \cdot \vec{\upsilon}$; $\frac{кг \cdot м}{с}$
Второй закон Ньютона можно записывать в виде:

$Ft = m\upsilon_2 - m\upsilon_1$

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

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

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

m_1, m_2 – массы тел,

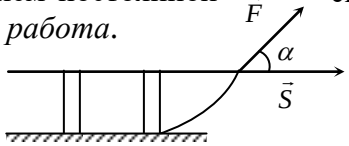
υ_1, υ_2 – скорости тел до взаимодействия,

u_1, u_2 – скорости тел после взаимодействия.

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

$$P = m_1\vec{\upsilon}_1 + m_2\vec{\upsilon}_2 + m_3\vec{\upsilon}_{3_1} = const$$

Количество потребляемой энергии – один из главных показателей технического развития общества. Производство, распределение и потребление энергии невозможно без её преобразования из одного вида в другой. Если под действием постоянной силы $\vec{F}$ тело совершило перемещение $\vec{S}$, то говорят, что силой совершена *работа*.



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

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

$$\boxed{A = \left|\vec{F}\right| \cdot \left|\vec{S}\right| \cdot \cos\alpha = F \cdot S \cdot \cos\alpha = F_S S}$$

$[A]$ = 1 Н·м = Дж – джоуль

$$\boxed{N = \frac{A}{\Delta t}}$$

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

Мощность (N) – скорость совершения работы. – ватт

Энергия

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

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

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

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

где E_1 – механическая энергия системы в начальном состоянии;

E_2 – механическая энергия системы в конечном состоянии.

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

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

Кинетическая энергия

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

Кинетическая энергия – энергия движения.

$$\boxed{E_к = \frac{m\text{v}^2}{2}}$$

Тогда $\boxed{A = E_{к2} - E_{к1}}$ или $\boxed{A = \Delta E_к}$, т. е. если сила совершает положительную работу, то кинетическая энергия тела возрастает, и обратно.

Потенциальная энергия

Потенциальная энергия ($E_п$) – энергия взаимодействия тел или частей тела.

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

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

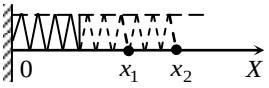
Пусть тело массы m под действием силы тяжести $\vec{F}_{тяж}$ переместилось с высоты h_1 до высоты h_2 без изменения скорости. Работа силы тяжести $A = F_{тяж}S = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2 = -(mgh_2 - mgh_1) = -(E_{п2} - E_{п1})$ или $\boxed{A = -\Delta E_п}$.

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

Потенциальной энергией взаимодействия частей тела обладают упруго деформированные тела

Потенциальная энергия упруго деформированного тела ($E_п$) – половина произведения жёсткости k тела на $\boxed{E_п = \frac{kx^2}{2}}$ 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 (п.3.2) запрещает существование вечного двигателя, однако время от времени появляются люди, объявляющие о создании очередной его модели.

Закон сохранения механической энергии

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

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

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

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

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

$$\boxed{\sum_{i=1}^{n}(E_к + E_п)_i = const}$$

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

Закон сохранения импульса

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

$$\boxed{\sum_{i=1}^{n}\overrightarrow{p_i} = \overrightarrow{\text{const}}}$$

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 $\vec{p}_2'$.

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

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

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

Закон сохранения импульса применим только в ИСО.

Алгоритм решения задач

Сделайте чертёж для каждого тела, покажите векторы импульсов;

Рассмотрите характер движения тел и установите, является ли данная система замкнутой;

Запишите закон сохранения импульса в проекциях на оси;

Запишите при необходимости дополнительные формулы из кинематики и динамики;

Решите систему уравнений, проанализируйте ответ.

2. Примеры решения задач

1. Молекула массой m = 3· 10−23 г, подлетевшая к стенке сосуда под углом α = 60°, упруго ударяется о нее со скоростью υ = 500 м/с и отлетает. Определите импульс силы F· Δ□, полученный стенкой.

Дано:
$m = 3 \cdot 10^{-26}$ кг
$\alpha = 60° = \frac{\pi}{3}$
$\upsilon = 500$ м/с
$F\Delta t$ - ?

Решение:

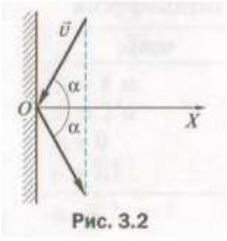


Рис. 3.2

Изменение импульса молекулы равно импульсу силы: $\Delta p = F\Delta t$
Пусть ось OX направлена перпендикулярно стенке, тогда изменение импульса молекулы $\Delta p = \Delta p_x = m\upsilon_x - (-m\upsilon_x) = 2m\upsilon_x$, где $\upsilon_x = \upsilon\cos\alpha$, откуда $\Delta p = 2m\upsilon\cos\alpha$.
Подставив формулу в уравнение, получим $F\Delta t = 2m\upsilon\cos\alpha$.
Вычисления:
$F\Delta t = 2 \cdot 3 \cdot 10^{-26}$ кг$\cdot 500\frac{м}{с} \cdot \cos\frac{\pi}{3} = 1{,}5 \cdot 10^{-23}$(кг · м)/с
Ответ: $1{,}5 \cdot 10^{-23}$ кг м/с.

2. Два товарных вагона движутся навстречу друг другу со скоростями □1 = 0,4 м/с и □2 = 0,1 м/с. Массы вагонов соответственно равны □1 =12 т, □2 = 48 т. Определите, с какой скоростью υ и в каком направлении будут двигаться вагоны после столкновения. Удар считать неупругим.

Дано:
$\upsilon_1 = 0{,}4$ м/с
$\upsilon_2 = 0{,}1$ м/с
$m_1 = 12 \cdot 10^3$ кг
$m_2 = 48 \cdot 10^3$ кг
υ - ?

Решение:
Используем закон сохранения проекции импульса на ось OX, положительное направление оси OX совпадает с направлением движения первого вагона:
$m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2 = (m_1 + m_2)\upsilon$. Откуда $\upsilon = \frac{m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2}{m_1 + m_2}$;

Вычисления: $\upsilon = \frac{12 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 0{,}4 \text{ м/с} - 48 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 0{,}1 \text{м/с}}{12 \cdot 10^3 \text{ кг} + 48 \cdot 10^3 \text{ кг}} = 0$. Анализ: $\upsilon = 0$, следовательно, после столкновения вагоны остановятся.
Ответ: $\upsilon = 0$

3. Два неупругих тела, массы которых 2 и 6 кг, движутся на встречу друг к другу со скоростями 2 м/с каждое. Определить модуль и направление скорости каждого из этих тел после удара. Сделать рисунок самостоятельно.

Дано:
$m_1 = 2$ кг
$m_2 = 6$ кг
$\upsilon_1 = \upsilon_2 = 2$ м/с
υ - ?

$m_1\vec{\upsilon}_1 + m_2\vec{\upsilon}_2 = (m_1 + m_2)\,\vec{\upsilon}$. В проекциях на ось:
OX: $m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2 = -(m_1 + m_2)\upsilon$
$\upsilon = \frac{m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2}{-(m_1 + m_2)}$;
Вычисляем: $\upsilon = \frac{2\text{кг} \cdot 2\text{м/с} - 6\text{кг} \cdot 2\text{м/с}}{-(2\text{кг}+6\text{кг})} = \frac{2}{8}$ м/с = 0,25 м/с.
Ответ: 0,25 м/с.

Самостоятельная работа

Вариант 1

1. Автомобиль массой 1 т. движется со скоростью 72 км/ч. Определите, через какое время он остановится, если выключить двигатель. Средняя сила сопротивления движению 200 Н.

2. Мяч массой 200 г. падает на горизонтальную площадку. В момент удара скорость мяча равна 5 м/с. Определите изменение импульса при абсолютно упругом ударе.

3. Два шара массами 2 и 8 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 10 и 2 м/с соответственно. С какой скоростью они будут продолжать движение при абсолютно неупругом ударе?

4. Тележка массой 80 кг движется со скоростью 4 м/с. На неѐ вертикально падает груз массой 20 кг. Определите скорость, с которой станет двигаться тележка.

5. Снаряд массой 50 кг, летящий вдоль рельсов со скоростью 600 м/с, попадает в платформу с песком массой 10 т и застревает в песке. Скорость снаряда в момент падения образует угол 45° с горизонтом. Чему равна скорость платформы после попадания снаряда, если платформа движется навстречу снаряду со скоростью 10 м/с?

6. Лодка стоит неподвижно в стоячей воде. Человек, находящийся в лодке, переходит с еѐ носа на корму. На какое расстояние переместится лодка, если масса человека 60 кг, масса лодки 120 кг, длина лодки 3 м? Сопротивление воды не учитывать.

Вариант 2

1. Двигаясь из состояния покоя по горизонтальному пути, автомобиль массой 1,5 т через 20 с после начала движения достигает скорости 30 м/с. Пренебрегая сопротивлением движению, определите силу тяги двигателя.

2. Тележка массой 100 г, движущаяся со скоростью 3 м/с, ударяется о стенку. Определите изменение импульса тележки, если после столкновения она стала двигаться в противоположную сторону со скоростью 2 м/с .

3. Вагон массой 10 т движется со скоростью 1 м/с и сталкивается с неподвижной платформой массой 5 т. Чему равна скорость их совместного движения после того, как сработает автосцепка?

4. Какова скорость отдачи винтовки, неподвижной при выстреле, если масса винтовки 4 кг, масса пули 8 г, скорость пули 600 м/с?

5. На неподвижной железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием 15 т. Орудие стреляет под углом 60° к горизонту. С какой скоростью покатится платформа, если масса снаряда 20 кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?

6. При взрыве камень разрывается на три части. Два осколка летят под прямым углом друг к другу: массой □1 = 1 кг со скоростью 12 м/с и массой □2 = 2 кг со скоростью 8 м/с. Третий кусок отлетает со скоростью 40 м/с. Какова масса третьего осколка и в каком направлении он летит?

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 2.3 Законы сохранения в механике

Практическое занятие №5
Решение задач на формулы работы сил. Работа и мощность. Энергия, ее виды. Закон сохранения энергии

Цель: закрепить умения и навыки решения задач на формулы работы, мощности, законы сохранения

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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 (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

1.Теория.

Работа и мощность. Энергия, ее виды.
Закон сохранения энергии

Энергия – самая важная сохраняющаяся величина не только в механике, но и в физике вообще. Энергия тесно связана с работой. Все мы, как и любые двигатели, совершаем работу, приводим в движения тела, поддерживаем это движение или же прекращаем его.

Действия сил на тела, приводящие к изменению модуля их скоростей, характеризуются величиной, зависящей как от сил, так и от перемещений тел, на которые эти силы действуют. Эту величину *называют работой*.

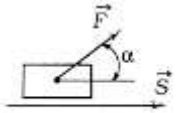
Работа – скалярная величина, равная произведению модулей силы и перемещения тела на cos угла между ними.

Работа постоянной силы $\vec{F}$:

$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos\alpha$, Дж

где S – перемещение тела,

α – угол между направлением действия силы и направлением перемещения.



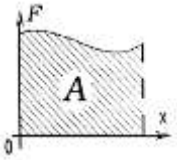


Рис.1

Если величина силы, действующей на тело, зависит от координаты x, то работа этой силы численно равна площади под графиком функции F(x).

Единицы работы: A = 1Н · 1м = Дж = Джоуль.

Джоуль – работа, совершаемая силой 1 Н на перемещение 1 м, если направление силы и перемещение совпадают.

1. Работа силы тяжести.

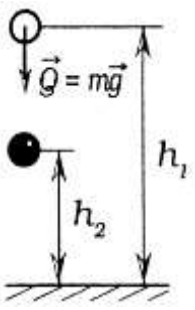


Рис. 2.

Работа силы тяжести не зависит от траектории движения тела и всегда равна изменению потенциальной энергии тела, взятому с противоположным знаком.

$$A=QS=mg(h_1-h_2)=-(mgh_2-mgh_1)=-(П_2-П_1)$$
$$A=-(П_2-П_1)$$

Если сила тяжести совершает отрицательную работу, то E_p – увеличивается. При совершении положительной работы – E_p уменьшается.

2. Работа силы упругости.

$$A = F_{ср} S,$$

где $F_{ср} = k\frac{x_1 + x_2}{2}$ – среднее значение силы упругости при изменении длины пружины от x_1 до x_2,

$S = x_1 - x_2$ – смещение.

Работа силы упругости равна изменению потенциальной энергии, взятому с обратным знаком:

$$A = k\frac{x_1 + x_2}{2}(x_1 - x_2) = k\frac{(x_1^2 - x_2^2)}{2} = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right) = -(П_2 - П_1).$$

Мощность

Мощность – скалярная физическая величина, характеризующая быстроту совершения работы, которая численно равна работе, совершаемой за единицу времени:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{\vec{F} \cdot \vec{S}}{t} = \vec{F} \cdot \vec{\upsilon},$$ [Дж/с = Вт – Ватт],

где А – работа, [Дж]

t – время, [с]

Энергия

Если тело или система тел могут совершать работу, то говорят, что они обладают энергией.

Энергия в механике – величина, определяемая состоянием системы – положением тел и их скоростями; изменение энергии при переходе системы из одного состояния в другое равно работе внешних сил.

1. *Кинетическая* (kinema – движение) – энергия механического движения системы тел, численно равна половине произведения массы тела на квадрат его скорости.

$$E_к = \frac{m\upsilon^2}{2},$$ Дж.

Теорема. Работа равнодействующих сил, приложенных к нему, равна изменению кинетической энергии тела.

$$A = \frac{m\upsilon_2^2}{2} - \frac{m\upsilon_1^2}{2}$$

$\Rightarrow$ A = Δ Ек (работа – изменение энергии)

$A = Ек_2 - Ек_1 = \Delta Ек$

2. *Потенциальная* (potentia – возможность) – энергия взаимного расположения тел или частей одного и того же тела, численно равна произведению массы m тела на ускорение свободного падения g и высоту h над поверхностью Земли.

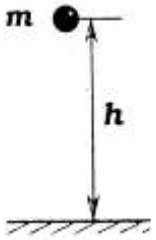
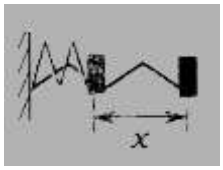
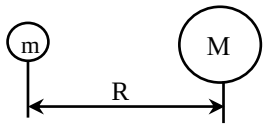
$$E_p = m\,g\,h,\ [Дж]$$

$A = -(mgh_2 - mgh_1)$

$$\Rightarrow A = -\Delta E_p$$

$A = -(E_{p2} - E_{p1}) = -\Delta E_p$

Потенциальная энергия – энергия, обусловленная взаимодействием различных тел или частей одного и того же тела. Она зависит от взаимного расположения тел или величины упругой деформации тела.

Потенциальная энергия тела поднятого на высоту, намного меньшую радиуса Земли $E_p = m\,g\,h$  Нулевой уровень соответствует h = 0	Потенциальная энергия сжатой или растянутой пружины $E_p = \frac{kx^2}{2}$  Нулевой уровень соответствует X = 0 (недеформированная пружина)	Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия материальных точек или однородных шаров $E_p = -G\frac{Mm}{R}$  Нулевой уровень соответствует $R \to \infty$ $E_p = 0$

Закон сохранения энергии в механике

В замкнутой системе тел положительная работа внутренних сил увеличивает кинетическую энергию и уменьшает потенциальную. Отрицательная работа увеличивает потенциальную и уменьшает кинетическую энергию. Именно благодаря этому выполняется закон сохранения энергии.

1. $A = \Delta E_к$

$\Rightarrow \Delta E_к = -\Delta E_p$

2. $A = -\Delta E_p$

$E = E_к + E_p$ – полная механическая энергия системы, величина, равная сумме кинетической и потенциальной энергий системы.

Закон сохранения полной механической энергии

В замкнутой системе механическая энергия сохраняется.

$$E = E_к + E_p = const \qquad E_{p1} + E_{к1} = E_{p2} + E_{к2}$$

Примечание: Если в замкнутой системе есть силы трения, то механическая энергия не сохраняется, т.к. часть её переходит во внутреннюю.

Закон сохранения энергии

Энергия не создается и не исчезает, а лишь передается от одного тела к другому или превращается из одной формы в другую в равных количествах.

2. Практическая работа

Алгоритм решения задач

1. Сделайте чертеж.
2. Выберите нулевой уровень E_p ($E_{pз} = 0$).
3. Установите начальное и конечное положение тела (системы тел).
4. Определите полную механическую энергию тел (системы тел) в начальной и конечной точках.
5. Запишите закон сохранения энергии.

   а) для замкнутых систем: $E_1 = E_2$ или $E_{к1} + E_{p1} = E_{к2} + E_{p2}$,

б) при переходе системы из начального положения в конечное, при действии внешних сил: $A = E_2 - E_1$

6. При необходимости запишите формулы из кинематики:
$\upsilon = \upsilon_0 + at \quad S = \upsilon_0 t + at^2/2 \quad F = mg \quad F = -kx \quad F = \mu N \quad A = FS\cos\alpha$
7. Решите систему уравнений.

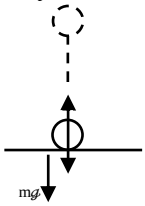
3. Примеры решения задач

1. Автомобиль массой 2 т начинает разгоняться из состояния покоя по горизонтальному пути под действием постоянной силы. В течение 10 с он приобретает скорость 43,2 км/ч. Определить величину импульса и величину действующей силы.

Дано:	СИ:	Решение:
m= 2 т	$2 \cdot 10^3$ кг	1. Определим величину импульса:
$\upsilon_0 = 0$		$\vec{P} = m \cdot \vec{\upsilon}$, υ – совпадает с осью X,
t = 10c		в скалярной форме уравнение примет вид:
υ= 43,2 км/ч	12 м/с	$p = m\upsilon = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 = 24 \cdot 10^3$, P [кг·м/с]
p – ?		2. Учитывая второй закон Ньютона: $Ft = m\upsilon - m\upsilon_0$
F - ? ,		т.к. $\upsilon_0 = 0$ $Ft = m\upsilon \rightarrow F = m\upsilon/t$
		$F = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 12}{10} = 2{,}4кН$

Ответ: $2{,}4 \cdot 10^4$ кг · м/с ; 2,4 кН.

2. Стальной шарик массой 0,05 кг падает с высоты 5 м на стальную плиту. После столкновения шарик отскакивает от плиты с такой же по модулю скоростью. Найдите силу, действующую на плиту при ударе, считая ее постоянной. Время соударения равно 0,01 с.

Дано:	СИ	Рисунок	Решение
m=0,05 кг h = 5 м Δt = 0,01 с F_1-?			При ударе шар и плита действуют друг на друга с силами, равными по модулю, но противоположными по направлению. Определив силу, действующую на шарик со стороны плиты, мы тем самым найдем силу, с которой шарик действовал на плиту за время Δt. Во время соударения на шарик действуют две силы: сила тяжести – $m\vec{g}$, и сила $\vec{F}$ со стороны плиты.

Согласно уравнению: $\Delta\vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad \Delta\vec{p} = (\vec{F} + m\vec{g}) \cdot \Delta t$

ОУ: $m\upsilon_2 - (-m\upsilon_1) = (F - mg)\,\Delta\, t$

Учитывая, что $\upsilon_2 = \upsilon_1 = \upsilon$, получим после ряда преобразований: $F = mg + \frac{2m\upsilon}{\Delta t}$.

Модуль скорости шарика при падении его с высоты h определяется по формуле: $\upsilon = \sqrt{2gh}$; υ = 10 м/с

Используя выражение: $F = mg + \frac{2m\upsilon}{\Delta t}$

$$F = 0{,}05 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 0{,}05 \cdot 10}{0{,}01} = 0{,}5 + 100 = 100{,}5H$$

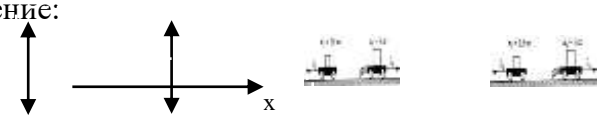
По третьему закону Ньютона: $\vec{F} = -\vec{F}$, следовательно, F_1 = 100,5 Н, сила приложена к плите и направлена вниз.

Ответ: F = 100,5 Н .

3. Во время маневров на железнодорожной станции две платформы массами $m_1 = 2{,}4 \cdot 10^4$ кг и $m_2 = 1{,}6 \cdot 10^4$ кг двигались навстречу друг другу со скоростями, модули которых равны $\upsilon_1 = 0{,}5$ м/с и $\upsilon_2 = 1$ м/с. Найдите скорость их совместного движения после того, как сработает автосцепка.

Дано:
$m_1 = 2{,}4 \cdot 10^4$ кг
$m_2 = 1{,}6 \cdot 10^4$ кг
$\upsilon_1 = 0{,}5$ м/с
$\upsilon_2 = 1$м/с

Решение:



$\upsilon_{об}$ - ?

Изобразим схематично действующие силы на движущиеся платформы. В проекции на ось X: $\vec{N}_1\ m_1\vec{g}$ и $\vec{N}_2\ m_2\vec{g}$ силы взаимно уравновешены.

Можно применить закон сохранения импульса:

$$m_1\vec{\upsilon}_1 + m_2\vec{\upsilon}_2 = (m_1 + m_2)\vec{\upsilon}_{об},$$

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

В проекциях на ось X: $m_1\,\upsilon_{1x} + m_2\,\upsilon_{2x} = (m_1 + m_2)\,\upsilon_{обx}$

Т.к. $\upsilon_{1x} = \upsilon_1$, $\upsilon_{2x} = -\upsilon_2$, то $\upsilon_{обx} = -0{,}1$ м/с

Знак (-) показывает, что скорость υоб направлена противоположно оси X (справа – налево).

4. Какую скорость относительно ракетницы приобретает ракета массой 600 г, если газы массой 15 г вылетают из нее со скоростью 800 м/с?

Дано:
$m_1 = 600$ г
$m_2 = 15$ г
$U_2 = 800$ м\с
$\upsilon_1 = \upsilon_2 = 0$
$\upsilon_1' - ?$

СИ:
0,6 кг
$15 \cdot 10^{-3}$кг

Решение:
Согласно закону сохранения импульса:

$$m_1\vec{\upsilon}_1 + m_2\vec{\upsilon}_2 = m_1\vec{\upsilon}_1' + m_2\vec{\upsilon}_2 \qquad 0 = m_1\upsilon_1' + m_2\upsilon_2'$$

$$\upsilon_1' = -\frac{m_2\upsilon_2'}{m_1} = -\frac{1{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 800}{0{,}6} = -20\,\frac{м}{с}$$

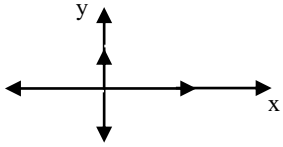
Знак (-) показывает, что газы движутся в сторону, противоположную направлению ракетницы.

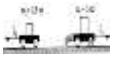
Ответ: - 20 м/с.

5. Вагонетку массой 2 т по горизонтальному пути равномерно перемещает рабочий. Какую работу он совершит на пути 100 м и какую работу совершает сила трения, если коэффициент трения равен 0,01?

Дано:
$m = 2$ т
$S = 100$ м
$\mu = 0{,}01$
$g = 9{,}8$ м\с²
$a = 0$

Рисунок:





A – ?
Атр - ?

Решение

На вагонетку действуют 4 силы: сила тяжести – $m\vec{g}$, сила реакции опоры – $\vec{N}$, сила тяги $\vec{F}_т$ – , сила трения – $\vec{F}_{тр}$. По второму закону Ньютона $\Sigma\vec{F} = 0$

$$\vec{F}_{тр} + m\vec{g} + \vec{F}_т + \vec{N} = 0$$

В проекции на оси: ОХ: $F_т - F_{тр} = 0$; $F_т = F_{тр;}$ ОУ: $N - mg = 0$; $N = mg$

$A = F \cdot S \cos \alpha$, $\angle\alpha = 0$, $\cos \alpha = 1$, сл-но, $A = F \cdot S$, $F = F_{тр} = F_т = \mu N = \mu mg$

Работа силы трения направлена против работы сила тяги → A = -Атр .

$A_{тр} = - 19{,}6 \cdot 10^3$ Дж

Ответ: A = 19,6 кДж; Атр = - 19,6 кДж.

Самостоятельная работа

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 210^3 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 $N = 882 \cdot 10^3$ 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 представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 2.4 Статика и гидростатика

Практическое занятие №6
Равновесие абсолютно твердых тел.

Цель: углубить и конкретизировать представления о значимости законов сохранения. научиться использовать приложения закона сохранения механической энергии для выполнения практических заданий.

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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 четыре академических часа.

Задание:

Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями по ссылке
https://znanium.com/catalog/product/1012153, стр 47-53,

Составьте краткий конспект отвечая на вопросы к параграфу, стр 53, 54.

Выпишите основные формулы

Решите задачи самостоятельно

Краткие теоретические сведения

Название величины	Обозначение	Единица измерения	Формула
Сила	*F*	Н	$F_1 l_1 = F_2 l_2$
Плечо силы	*l*	м	
Момент силы	*M*	Нм	M = Fl

Примеры решения задач

Задача 1. Рабочий приподнимает при помощи рычага плиту массой 100 кг. Короткое плечо рычага равно 0,8 м, а длинное — 1,2 м. Какова сила, которую должен приложить рабочий к большему плечу рычага?

Дано:

$m = 100$ кг

$g = 9{,}8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$

$l_1 = 0{,}8$ м

$l_2 = 1{,}2$ м

$F_2 - ?$

Решение:

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$.

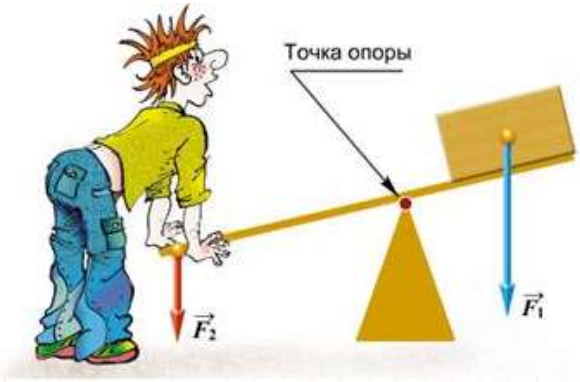
$F_1 = P = mg$.

$\frac{P}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$.

$F_2 = P\frac{l_1}{l_2} = mg\frac{l_1}{l_2}$.

$F_2 = 100 \text{ кг} \cdot 9{,}8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \frac{0{,}8 \text{ м}}{1{,}2 \text{ м}} \approx 653{,}3 \text{ Н}$.

Ответ: $F_2 = 653{,}3$ Н.



2. Задача 2.Для подъёма груза по наклонной плоскости приложили силу, направленную вдоль наклонной плоскости и равную 300 Н. Найдите массу груза, если известно, что длина наклонной плоскости равна 1,5 м, а её высота равна 1 м.

Дано:

$F = 300$ Н

$l = 1{,}5$ м

$h = 1$ м

$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$

$m - ?$

Решение:

$F_{тяж} = mg$.

$\frac{F_{тяж}}{F} = \frac{l}{h}$.

$\frac{l}{h} = \frac{1{,}5}{1} = 1{,}5$.

$F_{тяж} = 1{,}5 \cdot 300 = 450$ Н.

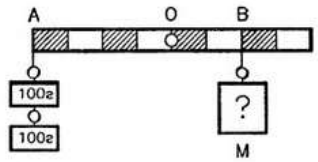
$m = \frac{F_{тяж}}{g} = \frac{450}{10} \frac{\text{Н}}{\frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 45$ кг.

Ответ: $m = 45$ кг.

1. На рисунке изображен рычаг, имеющий ось вращения в точке О. Груз какой массы надо подвесить в точке для того, чтобы рычаг был в равновесии?

Дано:

$m_1 = m_2 = 100$ г $= 0{,}1$ кг
$l_1 = 4$ ед. длины
$l_2 = 2$ ед. длины
$g = 10$ Н/кг



Найти:

$M - ?$

Решение:

Пользуясь рисунком, определим плечи сил, выраженные в условных единицах длины.

1. Найдем силу, действующую на рычаг в точке A:
$F_1 = m \cdot g$; где $m = m_1 + m_2$.
$F_1 = (0{,}1 + 0{,}1) \cdot 10 = 2$ Н.
2. Найдем силу F_2, применяя условие равновесия рычага:
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$. Отсюда выразим F_2:
$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2}$; $F_2 = \frac{2 \cdot 4}{2} = 4$ Н.
3. Определим массу груза из формулы:
$F_2 = M \cdot g \Rightarrow M = \frac{F_2}{g}$; $M = \frac{4}{10} = 0{,}4$ кг.

Ответ: Надо подвесить в точке B груз массой 0,4 кг (или 400 г).

4.На меньшее плечо рычага действует сила 300 Н, на большее — 20 Н. Длина меньшего плеча 5 см. Определите длину большего плеча.

Дано:

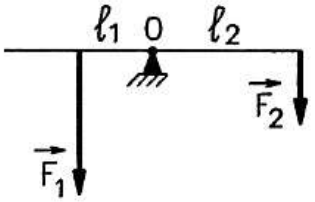
$F_1 = 300$ Н
$F_2 = 20$ Н
$l_1 = 5$ см

Найти:

$l_2 - ?$

Решение:

Сделаем чертеж к задаче



По условию равновесия рычага:
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$
Найдем большее плечо рычага:
$l_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{F_2}$; $l_2 = \left[\frac{\text{Н} \cdot \text{см}}{\text{Н}} = \text{см}\right]$
$l_2 = \frac{300 \cdot 5}{20} = 75$ см.

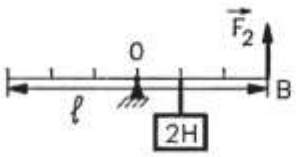
Ответ: Большее плечо рычага равно 75 см.

---

5 Рычаг длиной 60 см находится в равновесии. Какая сила приложена в точке В?

Дано:

$l = 60$ см
$P_1 = F_1 = 2$ Н
$l_1 = 10$ см
$l_2 = 30$ см



Найти:

$F_2 - ?$

Решение:

Плечи сил определим из рисунка, принимая во внимание, что длина всего рычага 60 см.

1. По условию равновесия рычага:
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2}$;
$F_2 = \frac{2 \cdot 10}{30} = \frac{2}{3} \approx 0{,}7$ Н.

Ответ: К точке B приложена сила $\approx 0{,}7$ Н.

Решить задачи самостоятельно

1. Момент силы, действующей на рычаг, равен 20 Н*м. Найти плечо силы 5 Н, если рычаг находится в равновесии.
2. Какое усилие необходимо приложить, чтобы поднять груз 1000 Н с помощью подвижного блока? Какая совершится работа при подъеме груза на 1 м? (Вес блока и трение не учитывать).
3. Система блоков находится в равновесии. Определите вес правого груза. (Вес блоков и силу трения не учитывать).

4. При помощи подвижного блока поднимают груз, прилагая силу 105 Н. Определите силу трения, если вес блока равен 20 Н, а вес груза 180 Н.
5. Масса детали транспортного средства m = 50 кг. Радиус барабана, на который наматывают цепь, R = 0,2 м, длина каждой из двух ручек ворота l = 1 м. Какую силу нужно приложить к каждой из них, чтобы поднять деталь на необходимую величину?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.1 Основы молекулярно-кинетической теории

Практическое занятие №7
Основы МКТ. Решение задач на уравнение состояния идеального газа

Цель: закрепить умения и навыки вычисления параметров состояния газа, используя газовые законы и уравнение Менделеева - Клайперона.

Выполнение работы способствует формированию: ПРб1_ОУП.06, ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

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.

1. **Теоретическая часть**

Для характеристики состояния газа вводят специальные физические величины, называемые параметрами состояния. В качестве параметров состояния выбирают три величины: объем газа(V) ,температуру его T° и давление P, производимое газом на стенки сосуда ,в котором он заключен. Это давление объясняется ударами движущихся молекул.

2. Примеры решения задач

1. В газовом баллоне емкостью 0,01 м3 находится газ под давлением 20 кг/см2 .Какой объем займет газ, если ,не изменяя его температуры , открыть вентиль баллона? Окончательное давление 1 кг/см2.?

Дано:
V_1=0,01м^3
P_1=20 кг/см^2=20*0,98*10^5 Н/м^2
P_2=1 кг/см^2=0,98*10^5 Н/м^2

V_2-?

Решение:
По условию задачи температура газа не меняется, поэтому происходит изотермическое изменение состояния газа. Используя закон Бойля-Мариотта $p_1V_1=p_2V_2$ находим $V_2= p_1V_1/p_2$.
Вычисления: V_2= 20*0,98*10^5*0,01/0,98*10^5=0,2(м^3)
Ответ: V_2= 0,2 м^3.

2. Газ изотермически сжат от первоначального объема 0,15 м 3 до объема 0,10 м 3 .Давление его при этом повысилось на 2 кг/см2 . Каково первоначальное давление газа?

Дано:
V_1=0,15м^3
V_2=0,10м^3
ΔP=2 кг/см^2=2*0,98*10^{5}н/м^2
P_1=?

Решение:
По закону Бойля-Мариотта $P_1V_1=P_2V_2$. Но $p_2=p_1+\Delta p$, поэтому $p_1V_1=(P_1+\Delta P)V_2$, откуда $P_1 = \Delta P*V_2/V_1-V_2$;
P_1=2*0,98*10^5*0,10/0,15-0,10 = 3,9*10^5 (Н/м^2)
Ответ: P_1= 3,9*10^{5}Па.

3. Как велико атмосферное давление, если при длине ртутного столбика 12,5см в тонкой трубке длина столбика воздуха в первом положение 7см,а во втором — 5 см?

Дано:
h=12,5см
l_1=7см
l_2=5см

$p_{атм}$-?

Решение:
В первом случае давление воздуха внутри трубки $P_1=P_{АТМ}$-h. Во втором случае $p_2=p_{атм}$+h. По закону Бойля-Мариотта $P_1V_1=P_2V_2$ где $V_1=SL_1$, $V_2=SL_2$. Тогда $(p_{атм}-h)=(p_{атм}+h)SL_2$, откуда $p_{атм}=h(L1+L2)/L_1-L_2$
$P_{атм}$ =12,5*12/2=75(см рт ст).
Ответ: $P_{атм}$ = 75 см рт ст.

4. Сжатый воздух подается в газгольдер объемом 5м3 . За какое время его накачают до давления 7 кг/см2, если компрессор всасывает 5,5 м 3 атмосферного воздуха в минуту при давлении 1 кг/см2 ? Температуру считать постоянной.

Дано:
V_2=5м^3
P_2=7кг/см^2=7*0,98*10^{5}н/м^2
V_1=5,5м^3/мин=1,1/12м^3/с
P_1=1 кг/см^2=0,98*10^{5}н/м^2

t-?

Решение:
Для накачивания воздуха в газгольдер до давления P_2 компрессор работает в течение времени t. Объем засасываемого воздуха $V'_1=V_2$ при давление p_1. Когда воздух накачали в газгольдер, он занял объем V_2 и его давление стало p_2. На основании закона Бойля-Мариотта $P_1V'_1=P_2V_2$ или $P_1V_1t_1=P_2V_2$, откуда $t_1=P_2V_2/P_1V_1$
t = 7*0,98*10^5*5*12/0,98010^5*1,1=380(с).
Ответ: t = 380 с.

5. Открытая стеклянная трубка длиною 40 см наполовину погружена в ртуть. Когда верхний конец трубки закрыли и подняли ее до уровня ртути в сосуде, то высота уровня ртути в трубке оказалась равной 15 см. Каково атмосферное давление во время опыта?

Дано: *Решение:*

l=40 см По закону Бойля-Мариотта $P_1V_1=P_2V_2$ где p_1=H-равное атмосферному

l_1=15см давление воздуха над ртутью до закрытия отверстия, а V_1=L/2S-его объем;

P = P-l_1 V_2=(L-L_1)S-соответственно давление и объем воздуха над ртутью

H-? после того, как ее закрыли и подняли до уровня ртути в сосуде. В предыдущие выражения $P_1V_1=P_2V_2$ вместо P_1,P_2 V_1 V_2 подставим их значения:

HL/2S=(H-L_1)(L-L_1)s. Отсюда H=2l_1(l-l_1)/l-2l_1 H=30*25/10=75(см рт ст).

Ответ: 75 см рт ст.

Самостоятельная работа

Вариант 1

1. Начертите графики изотермического, изобарного и изохорного процессов в координатах P и V; P и T;T и V.

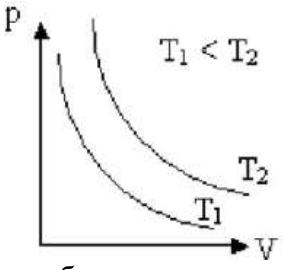
2. Идеальный газ сначала изобарно расширили, а затем изотермически сжали до прежнего объема. Изобразите эти процессы в координатах P и V; P и T; V и T.

3. В сосуде находится m=14 кг азота при T=300 К и давлении p = 8,3*104 Па. Определите объем V сосуда.

4. При сжатии неизменного количества идеального газа объем уменьшился в 2 раза, а температура увеличилась в 2 раза. Определите, как изменилось давление газа.

Вариант 2

1. На **рис.1**



изображены две изотермы одной и той же массы газа. Чем отличаются состояние газов, если газы одинаковые? Чем отличаются газы, если температуры газов одинаковые? Указание: воспользуйтесь уравнением Клапейрона-Менделеева.

2. Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа уменьшился до первоначального значения. Построить график в координатных осях V-T.

3. В сосуде вместимостью V=0,83 м 3 находится m=2 кг азота при давлении p = 2*105 Па. Определите температуру T азота.

4. Температура V1=2 моль кислорода ,находящегося в сосуде, равна T1=300 К. Определите температуру T2 водорода, находящегося в сосуде той же вместимости при той же давлении, взятого в количестве V2=2 моль.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.2 Термодинамика. Тепловые машины

Практическое занятие №8
Давление жидкостей и твердых тел. Закон Паскаля

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

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06

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:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями
2. Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите и выпишите формулы по данной теме:
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи

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***.

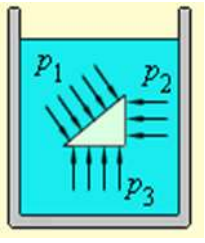
$$\boxed{p = \frac{F}{S}}$$

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

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.

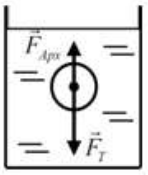
Для иллюстрации закона Паскаля на рисунке изображена небольшая прямоугольная призма, погруженная в жидкость. Если предположить, что плотность материала призмы равна плотности жидкости, то призма должна находиться в жидкости в состоянии безразличного равновесия. Это

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: $p = p_0 + \rho g h$



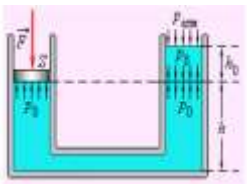
На тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила – ***сила Архимеда***.

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

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

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

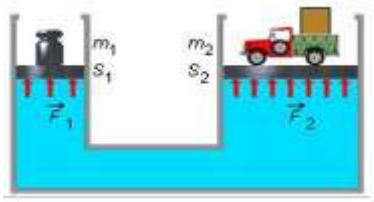
Закон сообщающихся сосудов: *давление в любой точке на одном и том же уровне в сообщающихся сосудах одинаково:* $p_1 = p_2$



где p_1 и p_2 – давления на одном и том же уровне в первом и втором колене 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 гидростатическое давление $\rho g h$ в любой точке системы. Если поршни имеют разные площади S_1 и S_2, то на них со стороны жидкости действуют разные силы $F_1 = pS_1$ и $F_2 = pS_2$. При $S_2 >> S_1$, то $F_2 >> F_1$.

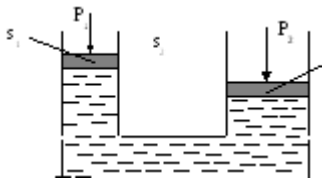


Устройства такого рода называют ***гидравлическими машинами***

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad или \quad F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$$

Принцип работы простейших гидравлических машин

То обстоятельство, что жидкости будучи практически несжимаемым и, равномерно передают по всему своему объему внешнее давление, широко используется в различных отраслях техники (в гидроприводах, гидроавтоматике, гидравлических тормозах и усилителях и т.п.). Это свойство жидкости также эффективно применяют в таких простейших машинах, как гидравлические домкраты (подъемники) и прессы.

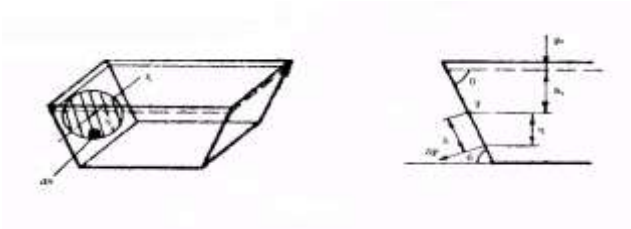


Принцип их работы основан на следующем: имеются два сообщающихся между собой цилиндра разного диаметра Прилагая к поршню меньшего из цилиндров какую-то внешнюю силу P_1, мы тем самым создаем на поверхности жидкости в этом цилиндре давление $p_1 = \frac{P_1}{s_1}$, которое

равномерно передается во все точки пространства, заполненного жидкостью. Тогда на поршень большего из цилиндров (без учета потерь) будет действовать подъемная сила $P_2 = p_1 s_2$ или $P_2 = P_1 \frac{s_2}{s_1}$. Таким образом, чем больше разняться между собой площади поперечного сечения цилиндров, тем большую (подъемную, сжимающую, перемещающую) силу мы получаем в таких гидравлических устройствах.

Статическое давление жидкости на плоскую поверхность. Гидростатический парадокс

Для определения силы давления жидкости P на плоскую поверхность, площадь которой равняется s, разобьем ее произвольным образом на бесконечно малые площади ds. Давление жидкости на поверхность определится как сумма сил давлений на эти элементарные площадки.



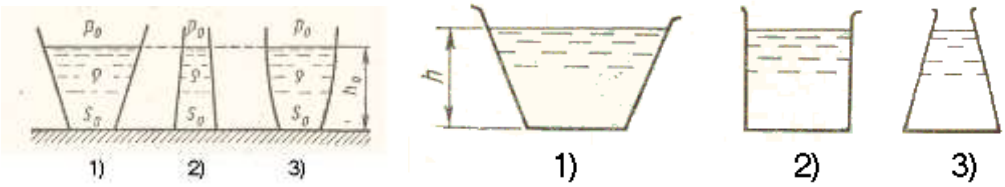
Рассмотрим элементарную площадку, центр которой расположен на глубине уровня, проходящего через центр тяжести всей площади T. Давление в центре тяжести этой площади обозначим $p_т$. Тогда гидростатическое давление в центре элементарной площадки равно

$p = p_т + \rho \cdot g \cdot \eta$ Окончательно получим $P = p_т s$

Таким образом, сила давления жидкости на плоскую поверхность равна произведению площади этой поверхности на величину гидростатического давления в ее центре тяжести.

Следствием является доказательство гидростатического парадокса, впервые полученное Паскалем.

Величина силы весового давления жидкости на дно резервуара зависит только от плотности этой жидкости, площади дна и глубины его погружения под свободной поверхностью. При этом вес жидкости, налитой в сосуд, может отличаться от силы давления, оказываемого ею на дно, т.е. силы давления жидкости на дно резервуара не зависят от его формы и количества жидкости $p = p_0 + \rho g h_0$; $P = (p_0 + \rho g h_0) s_0$



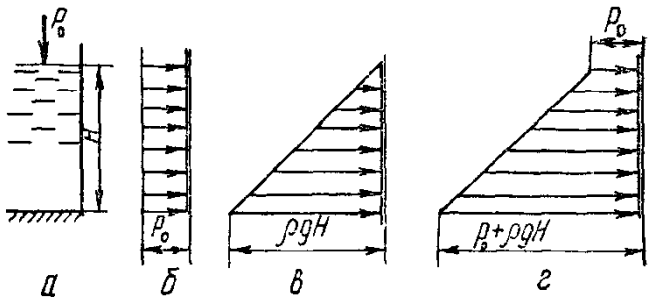
Так в расширяющихся кверху сосудах сила весового давления на дно меньше веса жидкости, в цилиндрических они одинаковы, а в суживающихся кверху – сила давления больше веса заключенной в сосуд жидкости.

Так как найденная сила является равнодействующей, то помимо ее величины необходимо определить и точку ее приложения, называемую центром давления. Центр тяжести совпадает с центром давления только тогда, когда рассматриваемая плоская поверхность лежит в горизонтальной плоскости.

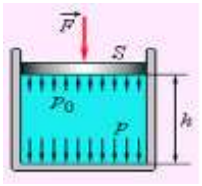
Поскольку гидростатическое давление *p* является модулем гидростатического напряжения, эпюры нормального гидростатического напряжения могут быть построены с использованием

зависимости и применены для определения величины в любой точке рассматриваемой поверхности. При этом следует помнить, что это напряжение направлено по нормали к площадке действия.

Рассмотрим порядок построения эпюры нормальных гидростатических напряжений на вертикальную стенку, уровень жидкости в которой *H*.



Эпюры нормальных гидростатических напряжений



Внешнее гидростатическое давление p_0 равномерно передается жидкостью по всему ее объему. Отложив в масштабе на перпендикулярах к рассматриваемой плоской стенке в ее верхней и нижней части p_0 и соединив концы векторов прямой линией, получим прямоугольник-эпюру нормальных напряжений, вызываемых внешним давлением. Избыточное гидростатическое давление изменяется по глубине по закону прямой, причем оно равно 0 на свободной поверхности жидкости и максимально – у дна *(pgH).*

Таким образом, эпюры нормального избыточного гидростатического напряжения имеют форму прямоугольного треугольника. Эпюра нормального абсолютного гидростатического напряжения получается в результате сложения предыдущих двух эпюр и имеет форму трапеции.

Аналогично строятся эпюры нормального гидростатического напряжения в случае наклонной стенки. С помощью подобных эпюр можно графически суммировать нормальное гидростатическое напряжение при действии однородных или разнородных жидкостей с двух сторон плоской стенки.

С помощью эпюры нормального гидростатического напряжения может быть подсчитана сила гидростатического давления на плоскую поверхность, поскольку объем такой эпюры численно равен величине этой силы. Причем сила давления на плоскую поверхность проходит через центр тяжести эпюры, положение которого для трапецеидальной эпюры нормального гидростатического напряжения на прямоугольную стенку может быть определено графически или по формулам.

Примеры решения задач

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

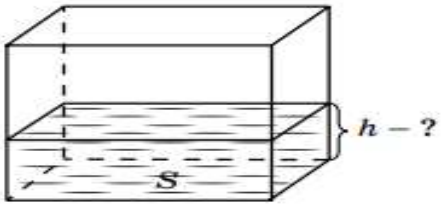
Дано:	*Решение:*
$h = 2{,}4$ м	$p = \rho g h$
$\rho = 710$ кг/м^3	$p = 710$ кг/м^3 • 10 Н/кг • 2,4 м
$g = 10$ Н/кг	$p = 17040$ Па $= 17{,}04$ кПа
$p - ?$	*Ответ:* 17,04 кПа

2. Какая жидкость находится в сосуде, если столб высотой 0,3 м оказывает давление 5400 Па?

Дано:	*Решение:*
$h = 0{,}3$ м	$p = \rho g h$; $\rho = \frac{p}{gh}$
$p = 5400$ Па	$\rho = \frac{5400 \text{ Па}}{10 \text{ Н/кг} \cdot 0{,}3 \text{ м}} = 1800$ кг/м^3
$g = 10$ Н/кг	
$\rho - ?$	*Ответ:* Серная кислота

3. В большой сосуд с квадратным дном площадью 9 м2 и вертикальными стенками налита вода (см. рисунок). Какова высота уровня воды в сосуде, если сила ее давления на боковую поверхность сосуда равна силе давления на дно?

Дано:
$F_д = F_б$
$S_д = 9$ м^2
$\rho_в = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
$h - ?$



Решение:

Давление воды на дно сосуда равно: $P_д = \rho_в g h$.

Площадь дна сосуда равна: $S = a^2$, где a – сторона квадрата.

Сила давления на дно сосуда равна: $F_д = P_д S = \rho_в g h a^2$; $F_д = \rho_в g h a^2$.

Давление жидкости на боковую поверхность сосуда убывает с высотой от h, поэтому в среднем $P_б = \rho_в g \frac{h}{2}$.

Площадь боковой поверхности сосуда, испытывающей давление, равна: $S_б = 4ah$, а сила давления на боковую поверхность равна: $F_б = P_б S_б = \rho_в g \frac{h}{2} 4ah$.

По условию задачи $F_д = F_б$, тогда $\rho_в g h a^2 = \rho_в g \frac{h}{2} 4ah$.

Сокращая на $\rho_в$, g, h, a, получаем: $a = 2h$, тогда $h = \frac{a}{2}$, но $a = \sqrt{S}$.

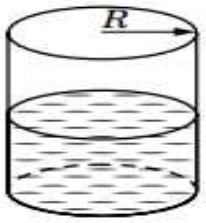
Отсюда следует, что $\boxed{h = \frac{\sqrt{S}}{2}}$.

Подставив в формулу числовые данные, получим: $h = \frac{\sqrt{9}}{2} = \frac{3}{2} = 1{,}5$ м.

Ответ: $h = 1{,}5$ м.

4. В сосуд, имеющий форму цилиндра с радиусом 10 см, налили 3,14 кг подсолнечного масла (см. рисунок). Определить давление масла на дно сосуда.

Дано:	СИ
$R = 10$ см	0,1 м
$m = 3{,}14$ кг	
$\rho = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	
$P - ?$	



Решение:

Давление жидкости на дно сосуда равно отношению силы тяжести жидкости к площади дна сосуда.

Так как $F = mg$ – сила тяжести масла, а $S = \pi R^2$ – площадь дна сосуда, получим: $P = \frac{F}{S}$.

Отсюда следует, что $\boxed{P = \frac{mg}{\pi R^2}}$.

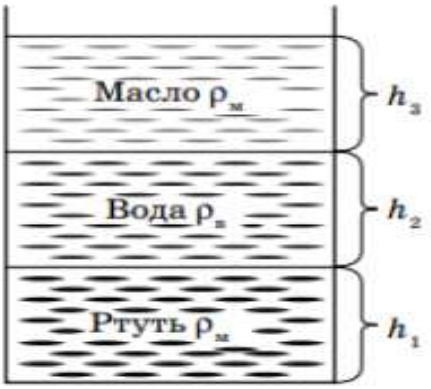
Подставив в формулу числовые данные, получим:

$$P = \frac{3{,}14 \cdot 10}{3{,}14 \cdot (0{,}1)^2} = \frac{10}{0{,}01} = 1000 \text{ Па}.$$

Ответ: $P = 1000$ Па.

5. В сосуде находятся один за другим три слоя несмешивающихся жидкостей: вода, масло, ртуть (см. рисунок). Высота каждого слоя 5 см. Определить давление жидкостей на дно сосуда и на глубине 7,5 см.

Дано:	СИ
$h_1 = h_2 = h_3 = 5$ см	0,05 м
$h = 7{,}5$ см	0,075 м
$\rho_в = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	
$\rho_м = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	
$\rho_р = 13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	
$P - ?$	
$P_h - ?$	



Решение:

Определим давление на дно каждой жидкости:

$P_1 = \rho_р g h_1$ – давление столба ртути;

$P_2 = \rho_в g h_2$ – давление столба воды;

$P_3 = \rho_м g h_3$ – давление столба масла.

Общее давление на дно сосуда будет равно: $P = P_1 + P_2 + P_3$, так как $h_1 = h_2 = h_3$, $P = \rho_р g h_1 + \rho_в g h_2 + \rho_м g h_3 = g h_1(\rho_р + \rho_в + \rho_м)$.

Отсюда следует, что $\boxed{P = g h_1(\rho_р + \rho_в + \rho_м)}$.

Подставив в формулу числовые данные, получим:

$P = 10 \cdot 0{,}05 \cdot (13\,600 + 1000 + 900) = 0{,}5 \cdot 15\,500 = 7750$ Па.

Давление на глубине 7,5 см складывается из давления столба масла и давления половины столбы воды: $P_h = P_м + \frac{1}{2} P_в$.

Отсюда следует, что $\boxed{P_h = \rho_м g h_3 + \frac{1}{2}\rho_в g h_2}$.

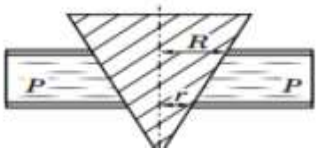
Подставив в формулу числовые данные, получим:

$P_h = 900 \cdot 10 \cdot 0{,}05 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0{,}05 = 450 + 250 = 700$ Па.

Ответ: $P = 7750$ Па; $P_h = 700$ Па.

6. Коническая пробка перекрывает сразу два отверстия в плоском сосуде, заполненном жидкостью при давлении 2000 Па (см. рисунок). Радиус отверстий R = 2 см, r = 1 см. Определить силу, действующую на пробку со стороны жидкости.

Дано:	СИ
$P = 2000$ Па	
$R = 2$ см	0,02 м
$r = 1$ см	0,01 м
$F - ?$	



Решение:

Сила, действующая на пробку в большом отверстии, равна: $F_1 = PS_1$, где S_1 – площадь большого отверстия; $S_1 = \pi R^2$, тогда $F_1 = P\pi R^2$.

Сила, действующая на пробку в малом отверстии, равна: $F_2 = PS_2$, где S_2 – площадь малого отверстия; $S_2 = \pi r^2$, тогда $F_2 = \pi P r^2$.

Сила, действующая на пробку со стороны жидкости, равна: $F = F_1 - F_2$; $F = \pi P R^2 - \pi P r^2 = \pi P(R^2 - r^2)$.

Отсюда следует, что $\boxed{F = \pi P(R^2 - r^2)}$.

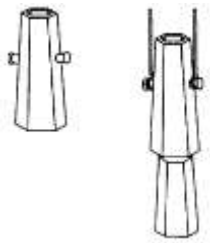
Подставив в формулу числовые данные, получим:

$F = 2000 \cdot 3{,}14 \cdot (0{,}0004 - 0{,}0001) = 6280 \cdot 0{,}0003 = 1{,}884$ Н.

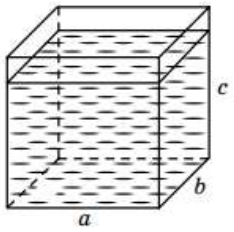
Ответ: $F = 1{,}884$ Н.

Решить задачи самостоятельно

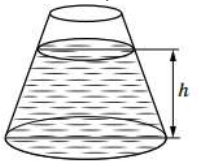
1. Чему равна архимедова сила, действующая в воде на панель массой n кг из стекла, пробки, алюминия, свинца? ($\rho_{стекла}$=1200кг/м^3, $\rho_{пробки,}$ =240кг/м^3, $\rho_{алюминий}$=2700кг/м^3, $\rho_{свинца}$=11300кг/м^3)
2. Площадь малого поршня гидравлического пресса равна 10 см^2, большого — 50 см^2. На малый поршень поместили гирю массой 1 кг. Какой груз нужно поместить на большой поршень, чтобы жидкость осталась в равновесии?
3. Насос нагнетает масло в гидравлический пресс под давлением nМПа. Это давление передается на больший поршень, площадь которого 800 см^2. Какую силу давления испытывает этот поршень?
4. Большой поршень гидравлического пресса площадью 180 см^2 действует на прессуемое тело с силой nкН. С какой силой действует масло в прессе на малый поршень, если его площадь равна 4 см^2?
5. Определить давление бензина на дно цистерны, если высота столба бензина 2,1 м, а его плотность 710 кг/м^3
6. Вычислите давление и силу давления керосина на дно бака площадью 50 дм^2, если высота столба керосина в баке nсм.
7. Расширяясь, газ переместил поршень на расстояние 0,5м. Площадь поршня 0,02м², атмосферное давление нормальное (101,3 кПа). Определите: работу газа по проталкиванию поршня; количество теплоты, отданное газу нагревателем. Считайте КПД нагревателя равным 1, а трением пренебрегите.
8. В сталелитейном производстве «изложницей» называется чугунный стакан без дна, в который выливают расплавленный металл. Верхнее отверстие изложницы немного меньше нижнего для 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 м, а площадь нижнего основания 1600 см^2. Плотность чугуна 7000 кг/м^3.



9. Во сколько раз давление воды на дно кофейника больше, чем на дно чайника, если высота столба воды в кофейнике 30 см, а в чайнике – 12 см?
10. Определить высоту уровня воды в водонапорной башне, если манометр, установленный у ее основания, показывает давление 220 кПа.

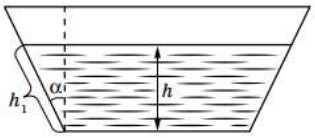


11. Высота столба воды в стакане 8 см. На сколько давление ртути на дно стакана было бы больше, если бы ртуть налили в стакан до того же уровня?
12. Длина аквариума 40 см, ширина – 20 см, высота – 30 см (см. рисунок). С какой силой вода давит на дно аквариума? Вода ниже верхнего края аквариума на 2 см
13. . Сосуд имеет массу 15 кг. Когда в него доверху долили воды, масса стала 40 кг, а когда в этот же сосуд налили доверху неизвестный раствор, то масса стала равной 45 кг. Определить давление неизвестного раствора на дно сосуда, если высота сосуда равна 0,5 м.



14. В цветочную вазу налита вода. Давление воды в точке (1) больше, чем в точке (2), в 1,6 раза. Точка (1) отстоит от дна вазы на 4 см, а точка (2) – на 10 см (см. рисунок). Какова высота воды в вазе?

15. В сосуд, площадь поперечного сечения которого уменьшается в направлении от дна к верхней части, налита жидкость массой 1,6 кг (см. рисунок). Объем жидкости равен 2 л. Высота жидкости в сосуде равна 20 см. Найти давление жидкости на дно сосуда. h



16. Какую силу давления испытывает стенка аквариума длиной 40 см, если угол ее наклона 60°, а высота воды в аквариуме 20 см (см. рисунок)? Атмосферное давление 105 Па.

Форма представления результата:
Выполнить задание в тетради для практических работ.
Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за 90* **– 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.2 Основы термодинамики. Тепловые машины

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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06

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.

1.Теория.

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.

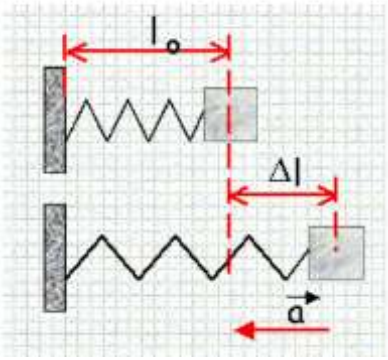
При деформации растяжения увеличиваются размеры тела.

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

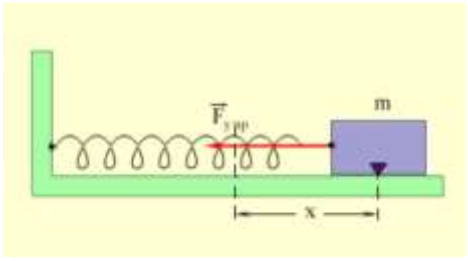
Деформации кручения подвергается тело, один конец которого закреплен, а к другому концу приложены две силы, равные по модулю и противоположные по направлению.

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:

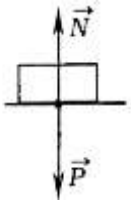
$$F=k\cdot|\Delta l|,$$

где k – коэффициент жесткости, Н/м;

Δl – удлинение тела, м.

При проекции на ось Х 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.

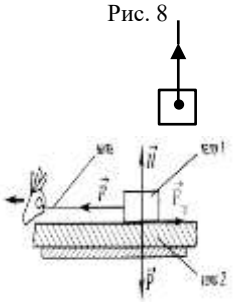
Сила реакции опоры (сила, действующая со стороны опоры на тело) – $\vec{N}$.

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:

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

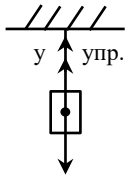
Но это не значит, что $\vec{F}_т$ и $\vec{P}$ - одно и тоже.

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

Вес тела – это сила упругости, приложенная к подвесу.

2. 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: | СИ | Решение:

m=10 кг

x=0,5 мм | $0{,}5\cdot10^{-3}$ м

k-?

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

$\vec{F}_m=m\vec{g}$; $\vec{F}_{упр.}=-kx$

В скалярной формуле ось ОУ: $F_m-F_{упр}=0$

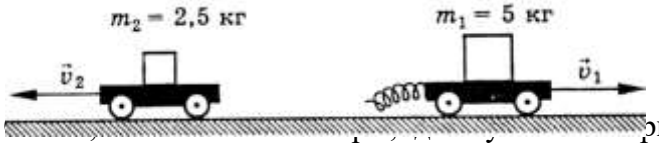
$F_m = F_{упр} \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k$

$k = \frac{mg}{x}$; $k = \frac{10 \cdot 9{,}8}{0{,}5 \cdot 10^{-3}} = 196000 \ \frac{Н}{м}$

Ответ: $196 \cdot 10^3 \ \frac{Н}{м}$

Самостоятельная работа.

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. Брусок тянут по горизонтальной гладкой поверхности с помощью пружины, жесткостью 150 м/с^2. Определить массу бруска если длина пружины после движения изменилась на 3 см, а ускорение бруска составило 1,5 м/с^2?
3. Человек массой 70 кг поднимается в лифте, движущемся равнозамедленно вертикально вверх с ускорением 1 м/с^2. 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 30^0 к горизонту. Коэффициент трения груза о плоскость 0,1. определить ускорение движения груза.
5. Тело скользит равномерно по наклонной плоскости с углом наклона 40^0. Определите коэффициент трения о плоскость (а=о).
6. Под действием постоянной силы $1{,}2 \cdot 10^{-2}$ Н. Материальная точка прошла путь 30м 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, идёт 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 7 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 54км/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 движении тело проходить 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 м/с^2. Чему равна средняя сила сопротивления воздуха?
16. Тело движется со скоростью 6 м/с и останавливается при торможении через 3с. 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 30Н и сила реакции опоры 40 Н. Каков коэффициент трения?
19. На пружине подвешена гиря массой 200гр., 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?



21. ризонтальной дорожке. За 3 с их скорость уменьшилась на 6 м/с. Сила трения санок о дорожку 12 Н. Какова масса санок?
22. Масса спортивного ядра около 7 кг. С какой силой его притягивает Земля?

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.2 Основы термодинамики. Тепловые машины

Практическое занятие №10, 11
Основы термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. КПД тепловых двигателей

Цель: 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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06

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 *четыре* академических часа.

Задание:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями
2. Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите и выпишите формулы по данной теме:
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи

Краткие теоретические сведения

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

Количество теплоты (Q) – энергия, переданная в результате теплообмена.

$$\boxed{Q = c \cdot m \cdot \Delta T}$$

Удельная теплоёмкость (c) – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1 К (1^0C). $\boxed{c = \frac{Q}{m\Delta T}}$ $[c] = 1\frac{Дж}{кг \cdot К}$

$\boxed{\sum Q_{отд.} = \sum Q_{пол.}}$ – уравнение теплового баланса.

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

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

Парообразование-переход вещества из жидкого состояния в газообразное.

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

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.

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

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 $\boxed{\Delta U = Q + A}$

Применение первого начала термодинамики к изопроцессам

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

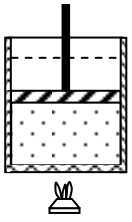
Тепловая машина – машина, совершающая механическую работу за счёт внутренней энергии топлива.

Рабочее тело – газ, совершающий работу в тепловой машине.

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

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

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



Примеры решения задач

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

Дано:	Решение:
m_a=0,15 кг	полученное тепло $Q_1=c_в.m_в(\theta–t_x)$; $Q_2=c_a.m_a(\theta-t_x)$
$m_в$=1,2 кг	отданное тепло $Q_3=c_в.m_г\ (t_г-\theta)$
$t_x=20^0$C	уравнение теплового баланса $Q_1+Q_2=Q_3$
$t_г=100^0$C	$c_в.m_в\ (\theta-t_x)+m_a.c_a\ (\theta-t_x)=c_в.m_г\ (t_г-\theta)$
$\theta = 50^0$C	$m_г=\frac{(c_в m_в + m_a c_a)(\theta - t_x)}{c_в(t_г - \theta)}=$
c_a=920 Дж/кг^{0}C	$\frac{(4200 \cdot 1{,}2 + 0{,}15 \cdot 920) \cdot (50 - 20)}{4200 \cdot (100 - 50)} \approx 0{,}74 кг$
$c_в$= 4200 Дж/кг^{0}C	Ответ: 0,74 кг
$m_г$ –?	

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 МДж			
	$6\cdot10^6$Дж	ΔU= Q-A′	ΔU=$6\cdot10^6$ Дж-$1{,}2\cdot10^6$ Дж =
Q=6 МДж			
	$1{,}2\cdot10^6$Дж		= $4{,}8\cdot10^6$ Дж

ΔU–?

3 Определите максимальный КПД тепловой машины, если температура его нагревателя 227^0 С, а температура холодильника – 27^0 С.

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

4. Водород массой 4г, занимая первоначальный объем V1=0,1м3, расширяется до объема V2=1м3 . Определите: 1) A1-работу газа при изобарном процессе, 2) A2-работу газа при изотермическом процессе. Начальная температура газа T1=300К.

Дано: *Решение:*

$m=4г=4*10^{-3}кг$ 1) При изобарном расширении (p_1=const) газ совершает работу

$V_1=0,1м^3$ $A_1=p_1(V_2-V_1)$ (1)

$V_2=1м^3$ Давление газа определяем из уравнения Клапейрона-Менделеева:

$M=2*10кг/моль$ $P_1V_1=m/MRT_1$ отсюда $p_1=m/M*RT_1/V_1$(2)

$R=8,31дж(моль*К)$ Подставим формулу(2) в (1)получим: $A_1=m/M*RT_1/V_1(V_2-V_1)$ (3).

$T_1=300К$ 2) При изотермическом расширение газ совершает работу

A_2-? $A_2=m/MRT_1InV_2/V_1$ (4) (In10=2,3)

A_1-? Вычисления:

1) $A_1=4*10^{-3}кг*8,31дж/(моль*к)*300К/2*10^{-3}кг/моль*0,1м^3*(1м^3-0,1м^3)=4.5*10^4Дж$

2) $A_2=4*10^{-3}кг/2*10^{-3}кг/моль*8,31Дж/(моль*к)*300К*In1м^3/0,1м^3=11,5*10^3Дж.$

Ответ: $A_1= 4,5*10^4Дж$, $A_2= 11,5*10^3Дж$

5. Определите изменение внутренней энергии ΔU льда массой m=5 кг в процессе его таяния (плавления) при нормальных условиях.

Дано: *Решение:*

m=5 кг Изменение внутренней энергии из первого закона термодинамики:

$\lambda=3,35*10^5Дж/кг$ Q=ΔU+A. Отсюда ΔU=Q-A. Для таяния необходима теплота $Q=Q_{пл}$ = λm, λ-удельная теплота плавления. Масса образовавшейся воды $m_{н2о}$ будет равна массе льда m. Объем воды V_2 образовавшийся из льда V_1, будет меньше, так как плотность воды $p_{н2о}$ больше плотности льда $p_л$. При плавлении льда совершается работа $A=p_о(V_2- V_1)$.

$P_0=1,01*10^5Па$

$T=273К$

$p_л=0,9*10^3кг/м^3$

$p_{H2O}=10^3кг/м^3$

Учитывая, что p=м/V,определяем $V_2=p_{H2O}$; $V_1=m/p_л$. Следовательно,

ΔU-? $A=p_0(m/p_{H20}-m/p_Л)=P_0\, m(p_л-p_{H20}/p_лp_{H2O})$ Вычисления:

$Q=3,35*10^5дж/кг*5кг=1,7*10^6Дж.$

$A=1,01*10^5Па*5кг*0,9*10^3кг/м^3-10^3кг/м^3/0,9*10^3кг/м^3\ 10^3кг/м^3=-55Дж$

$ΔU=1,7*10^6Дж-(-55дж)≈1,7*10^6Дж.$

Ответ: $1,7*10^6Дж$

6. Температура нагревателя идеальной тепловой машины Тн=500 К,температура холодильника Тх=300 К. Определите КПД тепловой машины η и теплоту Q н, полученную от нагревателя, если за один цикл машина совершает работу А=400 Дж.

Дано: *Решение:*

$T_н=500К$ Коэффициент полезного действия тепловой машины определяется по

$T_x=300К$ формуле : $η=T_H-T_X/T_H$ (1) или $η=A/ Q_н$ (2).

$A=400Дж$ Из формулы 2 следует, что $Q_н=A/η$

η-? $Q_н$-? Вычисления: $η=500К-300К/500К=0,4$; $Q_н=400Дж/0,4=1000Дж=1кДж.$

Ответ: η= 0,4; $Q_н$= 1кДж.

Решить задачи самостоятельно

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

1. Воду массой m нагрели с температуры T_1 доT_2. Какое количество теплоты затратили при нагреве. ($C_в$=4200Дж\кг·К)

2. Определить массу нагретой воды, если для её нагрева на ΔT затратили количество теплоты Q. ($C_в = 4200$ Дж/кг · К)

3. Определить массу сгоревшего каменного угля, если при сгорании выделилось Q Джоулей теплоты. (q=29МДж/кг)

4. Спирт массой m испарился. Определить количество теплоты, затраченное для выпаривания спирта. (r=0,85 МДж/кг)

5. Определить количество теплоты, необходимое для расплавления оловянного слитка массой m. (λ= 0,59 МДж/кг). Какое количество тепла выделится при охлаждении этого расплавленного слитка?

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

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

8. При изотермическом расширении (T=const) газом была совершена работа А. Какое количество теплоты Q сообщено газу?

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

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

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

11. 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)?
12. Рабочие горячих цехов носят комбинезоны, покрытые металлическими блестящими чешуйками. Почему они хорошо защищают человека от жары?
13. Тепловая электростанция мощностью 2400 МВт потребляет 1500т 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 500г от 17 до 817°С? Вычислите, какое количество теплоты выделяет молоток, если его охлаждают в жидком кислороде, температура которого -183°С. Удельная теплоемкость стали 460 Дж/ кг·°С.
15. Какую массу кокса потребуется сжечь, чтобы нагреть 10т чугуна на 10ºС?

16. В плавильную печь загрузили 2000 кг чугуна, взятого при 20°С. Какое количество теплоты затрачено в ней на его плавление? Сколько льда, взятого при 0°С, можно было бы расплавить за счет этого количества теплоты?
17. В плавильной печи за одну плавку получили 250 кг алюминия при температуре 660°С. Определите, насколько изменилась внутренняя энергия алюминия, если его начальная температура была 20° С. Удельная теплота плавления алюминия 3,9 МДж/кг.
18. Чугун в литейных цехах плавят в печах, называемых вагранками. Определите количество теплоты, необходимое для плавки 6т 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°С? Температура плавления стали 1400°С.
20. Какую работу совершил идеальный одноатомный газ и как при этом изменилась его внутренняя энергия при изобарном нагревании двух молей газа на 50 К? Какое количество теплоты получил газ в процессе теплообмена?
21. При адиабатном расширении воздуха была совершена работа 200 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии воздуха?
22. Идеальный газ нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличилось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального. Нарисовать график в координатных осях P-V.
23. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. При этом как изменилась его внутренняя энергия?
24. Температура холодильника тепловой машины 300 К, температура нагревателя на 300 К больше, чем у холодильника. Чему равен максимально возможный КПД тепловой машины?
25. Чему равна внутренняя энергия 5 моль одноатомного идеального газа при температуре 47◦С?

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за 90* **– 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.1 Электростатика

Практическое занятие №12, 13

Электростатика. Соединение конденсаторов в батарею

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

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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 *четыр*е академических часа.

Задание:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями
2. Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите и выпишите формулы по данной теме:
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи

Краткие теоретические сведения

Закон Кулона в вакууме: $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

Закон Кулона в среде: $F = k\frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}$

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

Напряженность электрического поля точечного заряда: $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\frac{q}{r^2} = k\frac{q}{\varepsilon r^2}$.

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

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

Потенциал точечного заряда: $\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r} = k\frac{q}{\varepsilon r}$.

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

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

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

Соединение конденсаторов:

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

$$\frac{1}{C_{бат}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_n} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{C_{бат}} = \sum_{i=1}^{n}\frac{1}{C_i}$$

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

$$C_{бат} = \sum_{i=1}^{n} C_i \qquad C_{бат} = C_1 + \ldots + C_n$$

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:	Решение:	Вычисление:
$q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл $\varphi_1 = 700$В $\varphi_2 = 200$В A — ?	$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} \Rightarrow$ $A = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot q$	$A = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл $\cdot (700$ В $- 200$В$) =$ $= 1 \cdot 10^{-5}$ Дж

2. В однородном электрическом поле с напряженностью $6 \cdot 10^5 \cdot \frac{H}{Кл}$ перемещается заряд $7 \cdot 10^{-8}$ Кл на расстояние 8 см под углом 60^0 к линиям напряженности. Определить работу по перемещению этого заряда.

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

Ответ: А = 1,68мДж

Решить задачи (n - *номер вашего варианта по списку):*

1. Напряжение между полюсами батареи аккумуляторов **n** 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 $6*10^{-6}$Кл и $-12*10^{-6}$Кл, находящиеся на расстоянии **n** 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 $3*10^{-8}$г. Расстояние между пластинами **n** 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 **n** мм.
7. В некоторой точке электрического поля на заряд q = 5 нКл действует сила F = 4·10-7 Н. Найти напряженность поля E в данной точке.
8. Какая напряженность электрического поля E создается зарядом ядра неона (Ne) $q = 1{,}6 \cdot 10^{-18}$ *Кл* на расстоянии $r = 10^{-10}$ м от центра ядра?
9. На расстоянии r = 5 см друг от друга в вакууме расположены противоположные по знаку заряды величиной $|q|$ = 7нКл. Найти напряженность электрического поля E в точке, находящейся на расстоянии, a = 3 см от положительного заряда и в b = 4 см от отрицательного заряда.
10. В однородном электрическом поле расстояние между двумя точками вдоль силовой линии r = **n** 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 электроемкость конденсатора?

12. Вычислите энергию электрического поля конденсатора электроемкостью 10 мкФ, заряженного до напряжения 10В.
13. Какая работа совершается при перемещении заряда 4,6 мкКл в электрическом поле между точками с разностью потенциалов 260 кВ?
14. В однородном электрическом поле с напряженностью $18 \cdot 10^5 \frac{Н}{Кл}$ перемещается заряд $7 \cdot 10^{-8}$ Кл на расстояние **n** см под углом 60^0 к линиям напряженности. Определить работу по перемещению этого заряда.
15. Определить емкость батареи $C_{бат.}$, если конденсаторы с емкостями C_1=10 пФ, C_2=15 пФ и C_3=20 пФ соединили: а) последовательно; б) параллельно. Схемы соединения конденсаторов начертить.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Законы постоянного тока

Практическое занятие №14, 15
Законы Ома. Сопротивление. Смешанное соединение проводников

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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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 *четыре* академических часа.

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.

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*q*s

Закон Ома для участка цепи: I=U/R

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

При последовательном соединении проводников: R=R1+R2 I=I1=I2=const U=U1+U2 При параллельном соединении проводников: U=U1=U2=const I=I1+I2 1/R=1/R1+1/R2, если R1≠R2 R=R1/N, где N- число одинаковых сопротивлений, т.е. R1=R2= …RN.

Закон Ома для полной цепи: I=ε/R+r,где ε - ЭДС источника тока, [ε]=В, R-внешнее сопротивление [R]=Ом, r-внутреннее сопротивление или сопротивление источника тока [r]=Ом

Примеры решения задач

Сила тока и плотность тока

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

Дано:
S=1мм^2=10^{-6}м^2
t=2 мин=120с
j=150А/см^2=1,5*10^{2}А/м^2
n-?

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: за время t через сечение проводника пройдет n= jSt/e.
n=1,5*10^{2}А/м^2*10^{-6}м^2*120с/1,6*10^{-19}Кл=1,2*10^{21}
Ответ: 1,2*10^{21}

2. Электрическая цепь, состоящая из резисторов R1=100 Ом,R2=200 Ом R3=300 Ом, подключена к двум источникам постоянного напряжения U1 и U2=100В. При каком напряжение U1 сила тока I1 через резистор R1 будет равна нулю?

Дано:
R_1=100 Ом
R_2=200 Ом
R_3=300 Ом
U2=100В
I_1=0
U_1=?

Решение:
Если через резисторR_1 ток не идет, т.е. I_1=0, следовательно, I_1R_1=0. Тогда напряжение U_3 на резисторе R_3 должно быть равно U_1, т.е. $U_3=U_1=I_1R_3$ (1). В этом случае резисторы R_2 и R_3 включены последовательно. Поэтому сила тока во всех частях цепи одинакова: $I_3=I_2$=I. Падение напряжения $U_2 = IR_2+IR_3$, откуда следует, что $I= U_2 / (R_2+R_3)$ (2)
Учитывая, что $IR_3=U_3=U_1$ 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 Ом/200 Ом+ 300 Ом*100В=60В.
Ответ: 60В

Закон Ома для полной цепи

3. Определите силу тока короткого замыкания IКЗ батареи, ЭДС которой ε = 15 В, если при подключении к ней резистора сопротивлением R=3 Ом сила тока в цепи составляет I=4А

Дано:
ε = 15В
R=3Ом
I=4А
$I_{КЗ}$ -?

Решение:
Силу тока короткого замыкания определяем по формуле $I_{КЗ}$ = ε/R (1), где r-внутреннее сопротивление батареи. Согласно закону Ома для полной цепи: I= ε-IR-r, откуда r = ε-IR/I (2). Подставим формулу (2) в формулу (1)
$I_{КЗ}$ = ε/R=εI/ε-IR. $I_{КЗ}$ =15В*4А/15В-4Ф*3 Ом=20А
Ответ: 20А

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

Соединение проводников

4. К сети напряжением U=200 В присоединены два резистора. При их последовательном соединении I1=4,4 А, а при параллельном - I2= 27,5 А. Определите сопротивление R1 и R2 резисторов.

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

Самостоятельная работа

Вариант 1

1. Через сечение проводника за промежуток времени Δt=10с проходит заряд ΔQ=25 Кл. Определите силу тока I в проводнике.
2. Напряжение на участке цепи U = 5 В, а его электрическое сопротивление R = 10 Ом. Определите силу тока I на этом участке цепи.
3. При перемещение заряда Q=2Кл внутри источника тока сторонние силы совершают работу А=20 Дж. Определите ЭДС источника.
4. Как можно получить сопротивления R, соединяя всеми возможными способами три резистора сопротивлением R=6 Ом каждый?

Вариант 2

1. Сила тока в проводнике I = 1,5 А. Определите заряд ΔQ, протекающий через сечение проводника за время Δt=2с.
2. Определите напряжение U на резисторе сопротивлением R=10 кОм при силе тока в нем I=0,5 мА.
3. Сила тока в лампочке карманного фонарика I=0,28А при напряжении U=3,5В. Определите сопротивление R нити лампочки.
4. Во сколько сопротивление R1 при последовательном соединении 10 резисторов (n=10) сопротивлением по R=10 Ом больше, чем их сопротивление R2 при параллельном соединении?

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Практическое занятие №16
Работа, мощность и сопротивление электрического тока

Цель: научиться решать задачи, используя формулы работы тока и мощности

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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.

Теоретические сведения

1.Повторить формулы работы и мощности тока. Работа и мощность тока

Работу сил электрического поля, создающего упорядоченное движение заряженных частиц в проводнике, т. е. электрический ток, называют работой тока:

A = I*U*t,

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

I – сила тока на данном участке цепи, А;

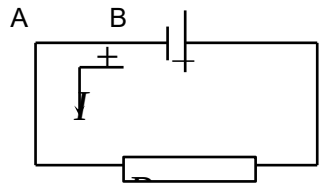
U – напряжение на участке цепи, В;

t – время прохождения тока по участку цепи, с.

где P – мощность тока, Вт.

Если на участке цепи вся энергия переходит во внутреннюю энергию проводника (не совершается механическая работа), то Q = IIRt – закон Джоуля-Ленца.

Q – количество теплоты, выделившееся в проводнике, Дж.



Соберем цепь, состоящую из источника тока и потребителя электрической энергии.

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

$A_{потр.}$ – работа электрического поля по перемещению заряда от точки А к точке В;

$$A_{потр.} = q \cdot U = q \cdot I \cdot R.$$

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

$A_{ист.} = I \cdot r \cdot q$ $\quad A_{ст.} = \varepsilon \cdot q$ Тогда $\varepsilon \cdot q = q\, I \cdot R + I\, r \cdot q$ или $\varepsilon = I \cdot R + I \cdot r$, или $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$.

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

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

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

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

В электрической цепи возникает короткое замыкание, если R=0: $I_{к.з.} = \frac{\varepsilon}{r}$.

Работу сил электрического поля, создающего упорядоченное движение заряженных частиц в проводнике, т. е. электрический ток, называют работой тока: $A = I \cdot U \cdot \Delta t$,

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

I – сила тока на данном участке цепи, А;

U – напряжение на участке цепи, В;

Δt – время прохождения тока по участку цепи, с

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

Если на участке цепи вся энергия переходит во внутреннюю энергию проводника (не совершается механическая работа), то $Q = I^2 R \Delta t$ – закон Джоуля-Ленца.

Q – количество теплоты, выделившееся в проводнике, Дж.

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

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

2. При замыкании источника электрической энергии с ЭДС 4,2 В никелиновым проводником длиной 10 м и сечением 1,0 мм^2 сила тока в цепи была 0,6 А. Найти внутреннее сопротивление источника электрической энергии. Удельное сопротивление никелина $4{,}2 \cdot 10^{-7}$Ом·м.

Самостоятельная работа

1. Электродвигатель, сопротивление обмотки которого 0,4 Ом, работает от сети с напряжением 300 В при токе 50 А. Определите качество израсходованной энергии за 5 ч., совершенную двигателем механическую работу и количество теплоты, выделенной в обмотке.
2. Автомобильный стартер за 10 с работы потребляет энергию 6,0·104 Дж. Какова сила тока, проходящего через стартер во время запуска двигателя, если напряжение на его клеммах 12 В?
3. Сварочным аппаратом. Работающим от сети напряжением 45 В за 20 минут было израсходовано 5.4кВт*час энергии. При какой силе тока протекала дуговая сварка ?
4. Электрический утюг мощностью 800 Вт работает от сети 220 В .Определить силу тока в нагревательном элементе и его сопротивление в рабочем состоянии утюга. Сколько энергии будет израсходовано за 1,5 часа непрерывной работы утюга ?
5. В сеть напряжением 120 В последовательно с электрической дугой включен реостат . Падение напряжения на электродах дуги 45 В ,сила тока в цепи 12 А. Определить мощность ,потребляемую дугой и к.п.д. установки.
6. Резистор подключен к источнику тока, напряжение на зажимах которого 6 В. Какая работа совершается током, если за 0,5 минут через резистор проходит заряд 24 Кл? Определить мощность тока и сопротивление резистора.
7. Какая мощность потребляется дуговой сталеплавильной печью, работающей от источника напряжением 220 В при силе тока 30000 А? Определить стоимость электрической энергии , израсходованной зам 5 часов работы печи, по действующему тарифу.
8. Напряжение на зажимах генератора 132 В, а у потребителя - 127 В. Определить падение напряжение в магистральных проводах и сопротивление , если мощность тока у потребителя равна 5 кВт.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.3 Электрический ток в различных средах

Практическое занятие № 17
Электрический ток в различных средах

Цель: 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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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:

Ознакомьтесь с теоретическими сведениями используя ссылку https://znanium.com/catalog/product/1012153. Стр 133, 134. «Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры»

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

где I – сила тока в электролите, А;

Δt – продолжительность электролиза, с.

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

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.

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

где ρ_o – удельное сопротивление проводника при 0^oC, Ом·м;

t – температура по шкале Цельсия, ^oC;

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 $\alpha \approx \frac{1}{273\text{К}}$, 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° К 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 $1{,}12\cdot10^{-6}\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

Дано:	Решение:
$m = 4{,}55$ г $= 4{,}55\cdot10^{-3}$кг	Запишем закон электролиза Фарадея:
$\Delta t = 30$ мин. $= 1{,}8\cdot10^{3}$с	$m = \kappa I \Delta t \Rightarrow I = \frac{m}{\kappa \Delta t}$
$\kappa = 1{,}12\cdot10^{-6}\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	$I \approx 2{,}26$ А
I – ?	

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

Дано:	Решение:
$W_i = 10{,}4$ эВ $= 16{,}64\cdot10^{-19}$Дж	1 эВ $= 1{,}6\cdot10^{-19}$Дж
$m = 9{,}1\cdot10^{-31}$кг	Для того, чтобы ионизировать атом ртути, электрон должен обладать кинетической энергией $E_к$, равной энергии ионизации:
υ_{min} – ?	

$E_к = W_i$, *или* $\frac{m\upsilon^{2}_{\min}}{2} = W_i$,

где m – масса электрона;

υ_{min} – наименьшая скорость электрона, при которой возникает ионизация.

Откуда $\upsilon_{min} = \sqrt{\frac{2W_i}{m}}$; $\upsilon_{min} = 1{,}9\cdot10^{6}\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Два проводника с температурными коэффициентами сопротивления α1 и α2 имеют при 0 °С 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/м^2.
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/м^2. Сколько времени будет протекать процесс хромирования, если хром шестивалентный?
7. Сопротивление медного провода при температуре 0ºС равно 4 Ом. Найдите его сопротивление при 50ºС, если температурный коэффициент сопротивления меди (ТКС) α=4,3*10-3 К-1

8. Сопротивление проводника при 20ºС равно 25 Ом, а при 35ºС - 25,17 Ом. Найдите температурный коэффициент сопротивления.
9. Сопротивление стального проводника при температуре *t1=10ºC R1*=10 Ом. Найдите при какой температуре его сопротивление увеличится на 1%. Температурный коэффициент сопротивления стали 6*10-3 К-1
10. Сопротивление вольфрамовой нити лампы накаливания при 20ºС равно 20 Ом. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама 4,6*10-3 $К^{-1}$. Найдите температуру нити накала лампы при включении ее в сеть с напряжением 220 В и силой тока 1 А

Форма представления результата:
Выполнить задание в тетради для практических работ.
Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.4 Магнитное поле

Практическое занятие №18, 19
Магнитное поле и его характеристики. Действие магнитного поля на заряд

Цель: 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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06
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 *четыр*е академических часа.
Задание:
Ознакомьтесь с теоретическими сведениями используя ссылку
https://znanium.com/catalog/product/1012153, §43,44, выписав формулы отмеченные скобками, например(43.1)
Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:
1. Изучите и выпишите формулы по данной теме в виде краткого конспекта
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи

Примеры решения задач

1. Проводник с силой тока 5А помещен в однородное магнитное поле с индукцией $1\cdot10^{-2}$ТΛ. Угол между направлениями тока и поля 60^o. определите длину проводника, если поле действует на него силой $2\cdot10^{-2}$Н.

Дано:	Решение
I=5А B=$1\cdot10^{-2}$ТΛ α =60^o F=$2\cdot10^{-2}$Н	$F=B\cdot I\cdot \ell \sin\alpha \Rightarrow \ell=\frac{F}{B\cdot I\sin\alpha}$; $\ell=\frac{2\cdot10^{-2}H}{1\cdot10^{-2}\text{Тл}\cdot 0.87\cdot 5\text{А}}\approx 0{,}46$
ℓ – ?	
sin $60^o\approx$0,87	Ответ: ℓ=0,46м.

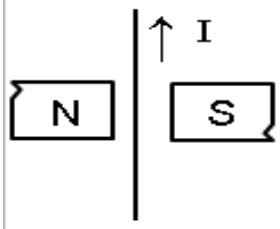
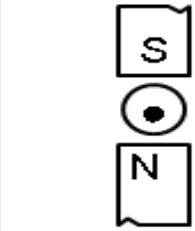
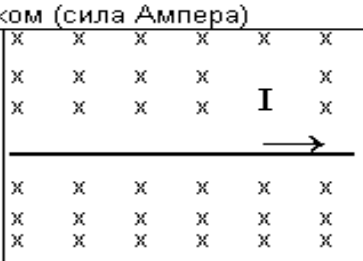
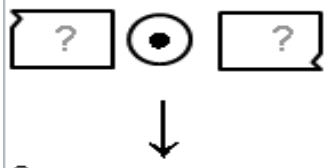
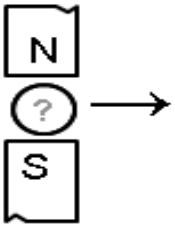
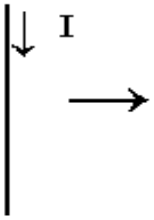
2. Какая сила действует на электрон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией $1\cdot10^{-2}$ ТΛ перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $3\cdot10^{-6}$ м/с, заряд электрона e=$-1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл.

Дано	«СИ»	Решение
υ=$3\cdot10^6$м/с B=$1\cdot10^{-2}$ТΛ α=90^o e=$-1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл.		На электрон, движущийся в магнитном поле, действует сила Лоренца: $F_Λ=B\cdot\|q\|\cdot\upsilon\cdot\sin\alpha$ $F_Λ$=$1\cdot10^{-2}$ТΛ$\cdot1{,}6\cdot10^{-19}$Кл$\cdot3\cdot10^6$м/с= $4{,}8\cdot10^{-15}$Н Ответ: $4{,}8\cdot10^{-15}$Н
F=?		

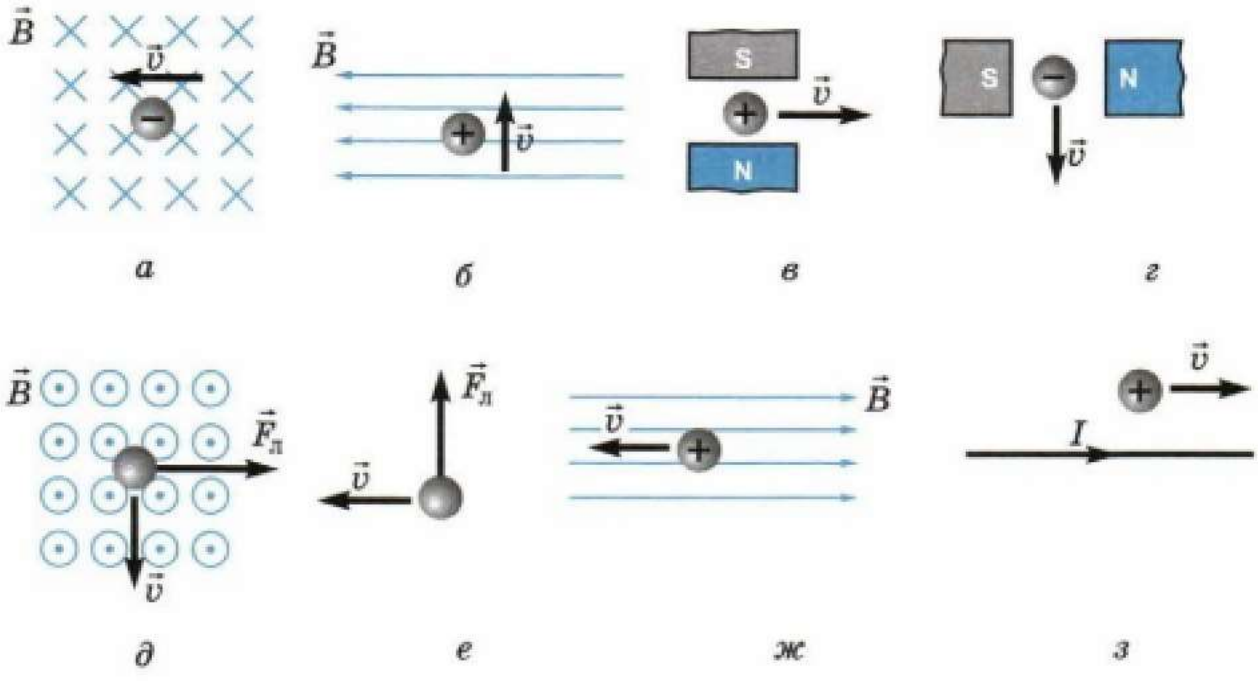
Решить задачи самостоятельно (n - *номер вашего варианта по списку)*

1. На прямолинейный проводник с током 1,5 А в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 ТΛ действует сила n Н. Определите длину проводника, если он расположен под углом 30^o к силовым линиям.
2. Какая сила действует на протон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией 4·103 ТΛ перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью 2·105м/с. Заряд протона q=1,6·10-19КΛ.
3. Дайте определение магнитной индукции. В каких единицах она измеряется? Запишите единицу магнитной индукции через основные единицы измерения в системе СИ.
4. Электрон движется в вакууме со скоростью 3·106 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 900?
5. Прямолинейный проводник, по которому идет ток силой 10 А, помещен в однородное магнитное поле, индукция которого 0,3Тл. Угол между направлением тока и вектором магнитной индукции равен 300. С какой силой F действует магнитное поле на участок проводника длиной n м?
6. Определите магнитный поток, проходящий через прямоугольную рамку со сторонами 2×5 см, если она помещена в однородное магнитное поле с индукцией $4\cdot10^{-3}$ТΛ под углом 30^o к линиям индукции поля.
7. В однородное магнитное поле, индукция которого $1{,}26\cdot10^{-3}$ ТΛ, 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°.

8. Проводник с силой тока 5,0 А помещен в однородное магнитное поле с индукцией $1{,}0\cdot10^{-2}$ ТЛ. Угол между направлениями тока и поля 60°. Определите активную длину проводника, если поле действует на него силой $2\ 10^{-2}$ Н.
9. Какую работу совершает однородное магнитное поле индукцией $1{,}5\cdot10^{-2}$ ТЛ при перемещении на расстояние 0,2 м проводника длиной 2м, по которому течет ток 10 А; если перемещение происходит вдоль действия сил? Проводник расположен под углом 30° к направлению поля.
10. 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 $0{,}05_X0{,}04$ м, число витков равно n.
11. 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.
12. Чему равна сила тока в прямом проводнике длиной 1,0 м, помешенном в однородное магнитное поле с индукцией $1{,}5\cdot10^{-3}$ ТЛ, если на этот проводник со стороны поля действует сила $2{,}1\cdot10^{-3}$ Н? Угол между направлением электрического тока и вектором индукции равен 45°.
13. 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.
14. Электрон описывает в магнитном поле окружность радиусом 4,0·10-3 м. Скорость движения электронов равна 3,5·106 м/с. Найдите индукцию магнитного поля.
15. Протон движется со скоростью 1,0·106 м/с перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией 1,0 ТЛ. Найдите силу, действующую на протон, и радиус окружности, по которой он движется.
16. Электрон влетает в однородное магнитное поле, индукция которого 2,0·104 ТЛ, перпендикулярно силовым линиям со скоростью 1,0 106 м/с. Вычислите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон.
17. Какая сила действует на электрон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией 1,0·10-2 ТЛ перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью 3,0·106 м/с?
18. Электрон, двигаясь со скоростью $3{,}54\cdot10^{5}$ м/с, попадает в однородное магнитное поле с индукцией 2,0·10-5 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.
19. Протон, имеющий скорость $4{,}6\cdot10^{5}$ м/с, влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,30 ТЛ перпендикулярно магнитным силовым линиям. Рассчитайте радиус окружности, по которой будет двигаться протон.
20. Протон движется в однородном магнитном поле с индукцией 3,4·10-2ТЛ в плоскости, перпендикулярной к силовым линиям. Определите радиус траектории протона, если движение происходит в вакууме $3{,}3\cdot10^{5}$ м/с.
21. В однородное магнитное поле с индукцией $8{,}5\cdot10^{-3}$ ТЛ влетает электрон со скоростью $4{,}6\cdot10^{6}$ м/с, направленной перпендикулярно к силовым линиям. Определите силу, действующую на электрон в магнитном поле и радиус дуги окружности, по которой он движется.
22. В магнитное поле с индукцией 0,5 ТЛ в направлении, составляющем угол 45° с линиями индукции, влетает электрон со скоростью $2{,}0\cdot10^{6}$ м/с. Определите силу, действующую на него.
23. В магнитное поле в направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает протон со скоростью $3{,}2\cdot10^{5}$ м/с. Найдите индукцию этого поля, если протон описал окружность радиусом 10 см.
24. Задачи на построения:

Определите направление движения проводника с током (сила Ампера)		
 Ответ:	 Ответ:	 Ответ:
Определите полярность магнита  Ответ: отметь на магните	Определите направление тока в проводнике  Ответ:	Укажите линии магнитного поля  Ответ:

25. Сформулируйте задачу и решите ее



Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.5 Электромагнитная индукция

Практическое занятие №20, 21

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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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 *четыре* академических часа.

Задание:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями используя ссылку https://znanium.com/catalog/product/1012153 ,52§ и краткую запись формул ниже
2. Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите и выпишите формулы по данной теме:
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи
4. Ответьте на вопросы теста https://znanium.com/catalog/product/1012153, стр331.

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 υ в однородном магнитном поле $U = Bl\upsilon\sin\alpha$,

где α – угол между направлениями векторов скорости υ 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: $Ф=L\cdot I$.

Коэффициент пропорциональности L называется *индуктивностью* контура: $[L]=\left[\frac{Ф}{I}\right]=\frac{Вб}{А}=$ Гн (генри).

Значение индуктивности зависит от размеров и формы проводника, а также от магнитных свойств сферы, в которой он находится. ЭДС самоиндукции по закону электромагнитной индукции равна: $\varepsilon_{is}=-L\frac{\Delta I}{\Delta t}$, т.к. $\varepsilon_{is}=\frac{\Delta Ф}{\Delta t}$,

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

Δt – время его изменения, с;

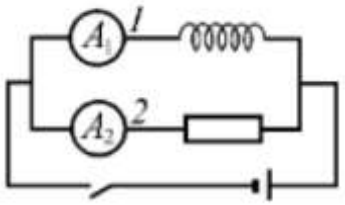
$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ – скорость изменения силы тока, $\frac{А}{с}$.

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

Решить задачи самостоятельно (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 магнит импульсивного формования. Индуктивность катушки $7{,}0\cdot10^{-7}$ Г, сила разрядного тока $1{,}45\cdot10^{5}$ А.
5. Какой поток магнитной индукции создается в кон туре 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 $2{,}5\cdot10^{-3}$ Вб.
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 ТΛ. 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 см2 при индукции поля 0,24 ТΛ, 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 $50\cdot10^{-2}$с появляется средняя эдс самоиндукции, равная 1,1 В.
12. В проводнике длиной 0,5 м, движущемся со скоростью 3,0 м/с перпендикулярно силовых линий однородного магнитного поля, возникает ЭДС $6{,}0\cdot10^{-2}$ В. 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 $5{,}0\cdot10^{-2}$ ТЛ под углом 60º 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 $5{,}0\cdot10^{-5}$ ТЛ.
17. В однородном магнитном поле под углом 30º к направлению вектора индукции, величина которого 5,0·10-3 ТЛ, движется проводник со скоростью 10 м/с; вектор скорости перпендикулярен проводнику. Определите длину проводника, если в нем наводится ЭДС, равная $2{,}5\cdot10^{-2}$ В.
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 $5{,}0\cdot10^{-5}$ ТЛ.
19. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникающая в катушке с индуктивностью $2{,}0\cdot10^{-2}$ Г, в которой ток силой $7{,}5\cdot10^{-2}$ А исчезает за n с?
20. Магнитное поле кат ушки с индуктивностью 0,1 Г обладает энергией 0,8 Дж. Чему равна сила тока в катушке?
21. Проволочная прямоугольная рамка со сторонами 20 и 30 см расположена в однородном магнитном поле и перпендикулярна силовым линиям. Определите индукцию этого поля, если при его исчезновении за $1{,}2\cdot10^{-2}$ 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 $7{,}5\cdot10^{-3}$ Вб?
23. Чему равна индуктивность проводника, в котором при возрастании тока от 1,5 до 1,8 А за n с возбуждается ЭДС самоиндукции 0,9 В?
24. За какой промежуток времени в контуре индуктивностью $2{,}0\cdot10^{-5}$ Г при изменении тока на 0,5 А возникает ЭДС самоиндукции 10 В?
25. Определите индуктивность катушки, если при токе 3,0 А магнитное поле в ней обладает энергией $6{,}0\cdot10^{-2}$ Дж
26. Электрическая цепь собрана по схеме, представленной на рисунке. Сопротивление участка цепи 1 равно сопротивлению участка цепи 2. Сравните токи, которые покажут амперметры A_1 и A_2 сразу после замыкания ключа.



27. Вставить пропущенные слова:

1. Работа электропечи основана на законах тока и фазовых превращений.

Графитовые электроды электрической печи с высокой температурой, состоящие из определенного количества сегментов, погружают в металлическую шихту (емкость с металлоломом). Через определенное время содержимое переходит из твердого агрегатного состояния в жидкое, так как оказывается _____ действие тока.

2. Существует такое состояние электрической цепи, при котором ток проходит по недопустимому маршруту, на котором обычно практически отсутствует (или очень низкое) электрическое сопротивление. Такой ток оказывает разрушительные действия и называется - ток короткого замыкания. Для защиты электроэнергетических систем от этого явления используются устройства- _____.

Раздел 5 Колебания и волны
Тема 5.1 Механические колебания и волны

Практическое занятие №22

Механические колебания и их характеристики

Цель: 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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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:

Ознакомьтесь с теоретическими сведениями используя ссылку https://znanium.com/catalog/product/1012153, §47, 48,49 выписав формулы отмеченные скобками , например(47.1)

Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите и выпишите формулы по данной теме в виде краткого конспекта
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи
4. Выполнить тест https://znanium.com/catalog/product/1012153, стр 328

Примеры решения задач

1. Уравнение гармонических колебаний точки x=0,4cosπt. Найти амплитуду, период и смещение точки через 0,5 с.

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

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:	$E_р = \frac{kA^2}{2}$, $E_к = 0$,	$E = \frac{250 \cdot 0{,}15^2}{2} = 2{,}8$ Дж
пружинный маятник	$E = E_р + E_к = E_р$	$\upsilon = 0{,}15\sqrt{\frac{250}{0{,}4}} = 0{,}15 \cdot 25 =$
m=0,4 кг	$m\upsilon^2 \cong kA^2 \Rightarrow \upsilon = A\sqrt{\frac{k}{m}}$	$= 3{,}75 \approx 3{,}8 \frac{м}{с}$
k=250 н/м		
A=0,15 м		
E=?, υ_{max}=?		

Решить задачи самостоятельно (n - *номер вашего варианта по списку)*

1. Напишите уравнение гармонических колебаний с амплитудой 5 см и начальной фазой 45^0, если в 1 минуту совершается 150 колебаний.
2. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки **n** 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 ν=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/с^2. Во сколько раз и как надо изменить длину маятника, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза.
6. Амплитуда гармонических колебаний математического маятника длиной 50 мм, период 4 с, начальная фаза $\frac{\pi}{4}$. Напишите уравнение этого колебания и найдите смещение колеблющейся точки от положения равновесия при t =0 и t=1,5 с.
7. Уравнение точки $x=0{,}02\sin\left(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{4}\right)$. Найдите период, максимальное значение скорости и ускорение.
8. Определите длину математического маятника, совершающего одно полное колебание за 2 с, если q=9,81 м/с^2. Во сколько раз нужно изменить длину маятника, чтобы частота его колебаний увеличилась в 2 раза?
9. Уравнение гармонического колебания x=0,4sin5πt. 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 = 20sinπt. Определите скорость тела при $t_1 = 0{,}5$ с и $t_2 = 4$ с.
15. Ускорение свободного падения на поверхность Луны 1,6 м/с^2. 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 представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 5.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие №23, 24, 25

Решение задач на виды сопротивлений в цепях переменного тока. Переменный электрический ток Формулы трансформатора

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

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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 *четыре* академических часа.

Задание:

Ознакомьтесь с теоретическими сведениями используя ссылку https://znanium.com/catalog/product/1012153, §54,55, 56 выписав формулы отмеченные скобками , например(54.1)

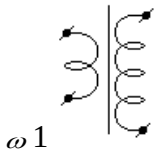
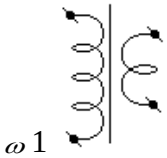
Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

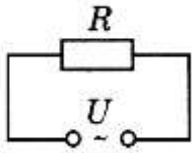
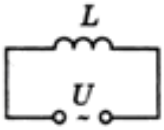
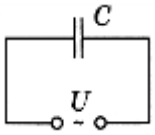
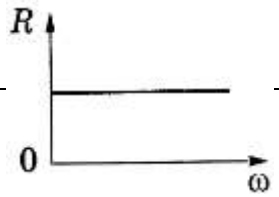
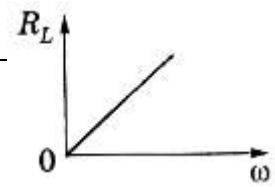
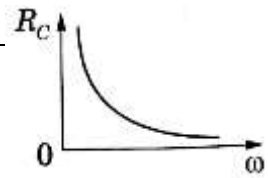
1. Изучите и выпишите формулы по данной теме в виде краткого конспекта
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи
4. Выполнить тест https://znanium.com/catalog/product/1012153, стр 334 –Переменный ток; стр 336 Трансформатор

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	$\eta_{трансформатора}=\frac{P_n}{P_3}\cdot 100\%\approx 99\%$	

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	φ=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 $\varphi=\frac{\pi}{2}=90^0$
Сопротивление 1. формула	$R=\frac{\rho_0\ell}{S}(1+\alpha t)$	$X_L=\omega L$	$X_c=\frac{1}{\omega c}$
2. зависимос			

ть сопротивлению от частота 3. определение	Активное – сопротивление потребителя, преобразующего подводимую к нему энергию в другие виды энергии	Индуктивное – сопротивление, обусловленное явлением самоиндукции	Емкостное – 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 преобразующего 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 $P_{пост,}$ при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T, на равных резисторах R выделят равные количества теплоты Q. $P=\frac{I_0^2R}{2}=\frac{I_0U_0}{2}=\frac{U_0^2}{2R}$. 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

ν=50 Гц

U=120 В

$I_д$=?

$$I=\frac{U}{X};$$
$$X=\sqrt{R^2+X_L^2}=$$
$$=\sqrt{R^2+(\omega L)^2}=$$
$$=\sqrt{R^2+(2\pi\nu L)^2}$$

$$x=\sqrt{25^2+(4\cdot 3{,}14\cdot 50\cdot 0{,}1)^2}=$$
$$=\sqrt{625+986}=\sqrt{1611}=40{,}1\ Ом$$

$$I_д=\frac{120}{40{,}1}\approx 3A$$

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 ω_1=3300 В ω_2=110 I_2=200 А U_2, P_2=?	$\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{U_1}{U_2}$ $U_2=\frac{U_1\cdot\omega_2}{\omega_1}$ $P_2=U_2\cdot I_2$	$U_2=\frac{6600\cdot 110}{3300}=220$ В $P_2=220\cdot 220=44\cdot 10^3$Вт=44 кВТ

3. 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 ν=50 Гц U=120 В I_a=?	$I=\frac{U}{X};$ $X=\sqrt{R^2+X_L^2}=$ $=\sqrt{R^2+(\omega L)^2}=$ $=\sqrt{R^2+(2\pi\nu L)^2}$	$x=\sqrt{25^2+(4\cdot 3,14\cdot 50\cdot 0,1)^2}=$ $=\sqrt{625+986}=\sqrt{1611}=40,1$ Ом $I_\varphi=\frac{120}{40,1}\approx 3A$

4. 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 η=?	$\eta=\frac{P_n}{P_з}\cdot 100\%=$ $=\frac{U_2I_2}{U_1I_1}\cdot 100\%$	$\eta=\frac{12\cdot 8}{220\cdot 0,5}\cdot 100\%=87\%$

Решить задачи (n - *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 ω 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 представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 5.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие №26
Электромагнитные колебания и волны

Цель: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; умения выполнять расчетные и графические задачи, изучить свободные электромагнитные колебания в контуре, виды сопротивления в цепи переменного тока, их отличия и особенности.

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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:

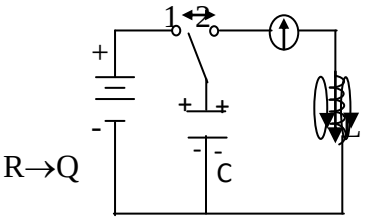
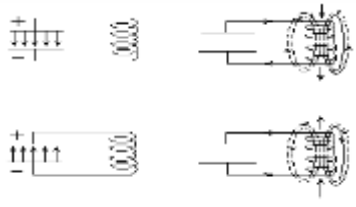
Ознакомьтесь с теоретическими сведениями используя ссылку
https://znanium.com/catalog/product/1012153, §57 выписав формулы отмеченные скобками , например(57.1) и т.д.

Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите и выпишите формулы по данной теме в виде краткого конспекта
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи
4. Выполнить тест https://znanium.com/catalog/product/1012153, стр 337 «Электромагнитные волны»

Краткие теоретические сведения
Электромагнитные колебания

Определение	Незатухающие колебания, возникающие под действием внешней периодически изменяющейся ЭДС $\varepsilon=\varepsilon_0\cos\omega t$
Процесс	Процесс, при котором электромагнитное поле периодически изменяется по времени
Условие возникновения колебаний	Последовательное соединение: 1) конденсатора, накапливающего энергию электрического поля; 2) катушки накапливающей энергию магнитного поля; 3) возникновение свободных колебаний в контуре обусловлено явлением самоиндукции
Пример	Электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки, в которой энергия электрического поля превращается в энергию магнитного поля и обратно
Законы $T=2\pi\sqrt{L\cdot C}$ – формула Томсона $\nu_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$	 R→Q 1. Вынужденные колебания. Ключ в «1» – заряжается конденсатор. 2. Собственные колебания. Ключ «2» электрическое поле ⇄ магнитное поле. Часть энергии тратится на нагрев проводов R→Q колебания затухающие. Для поддержания незатухающих колебаний переводим ключ «1», затем в «2». Вынужденные – незатухающие колебания
Энергия $R_{пр}=0$ – собственные ЭМК $E_{эл}=E_м$; $\upsilon_0=const$ $\frac{CU^2}{2}=\frac{LI^2}{2}$ $CU^2=LI^2$	Преобразование энергии электрического поля в энергию магнитного поля и наоборот по гармоническому закону $E_{эл}\leftrightarrow E_м$ 

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:

$\vartheta = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}} = \frac{c}{n}$; $\frac{c}{n} = \sqrt{\varepsilon\mu}$=n>1- оптическая плотность среды

Длина волны $\boldsymbol{\lambda = \vartheta * T = \frac{\vartheta}{\nu}}$ в среде**;** для вакуума :$\boldsymbol{\lambda_0}$ =c *T = $\frac{c}{\nu}$

$\boldsymbol{\lambda = \frac{cT}{n} = \frac{c}{\nu n} = \frac{\lambda_0}{n}}$***; с- скорость эмв в вакууму или в воздухе- 3*10^8 м/с***

Примеры решения задач

1. Сила тока в сети изменяется по закону i=4,2 sinωt. Какое количество теплоты выделит электрокамин за 1 ч работы, если его сопротивление 70 Ом?

Дано:	$Q=I^2_{\vartheta}Rt$	I_m=4,2A
электрокамин	$i=I_m \sin\omega t$	$I_{\vartheta}=0{,}707 \cdot 4{,}2=3$A
$i=4{,}2 \sin\omega t$	$I_{\vartheta} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0{,}707 \cdot I_m$	$Q=3^2 \cdot 70 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3 \approx 2{,}3 \cdot 10^6$Дж=
$t=3{,}6 \cdot 10^3$ с		=2,3 МДж
R=70 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: к – контур	$E_{эл}=E_м$	$I_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^{-8}}} = \sqrt{0{,}66 \cdot 10^{4+8}} =$
$E = 10^4$ Дж	$\Downarrow$	$= 0{,}8 \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^5$ A
$L = 3 \cdot 10^{-8}$ Гн	$E_{эл} = \frac{LI^2}{2}$	
	$\Downarrow$	
	$I_{max} = \sqrt{\frac{2E_{эл}}{L}}$	
I_{max} =?		

Решить задачи (n - *номер вашего варианта по списку)*

1. Будут ли настроены в резонанс контуры передатчика и приемника, если их параметры C_1 = 200 ПФ, L_1 = 2 мГн; C_2 = 100 ПФ; L_2 = 4 мГн?

2. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 5мкФ и катушки индуктивностью 0,2 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** 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** 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 45^0 мгновенное значение ЭДС 156 В.
8. Определите максимальную ЭДС, зная, что при 30^0 ЭДС индукции 110 В.
9. В колебательном контуре с индуктивностью **n** мГн максимальное напряжение на обмотках конденсатора 200 В. определите период колебаний свободных электронов в контуре, если максимальная сила тока в контуре 0,2 А.
10. Определите силу тока в колебательном контуре в момент полной разрядки конденсатора, если энергия магнитного поля катушки $4{,}8 \cdot 10^{-3}$ Дж, а индуктивность 0,24 Гн.
11. Определите энергию электрического поля конденсатора емкостью **n** 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** мДж, а индуктивность 0,12 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 мкГн.
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** 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 мкГн. 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 0,65 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 конденсатора?

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 1500м/с, а частота колебаний **n** Гц.
26. Какой путь пройдет фаза волнового движения за 0,02с, если частота колебаний 2МГц, а длина волны 150м.
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 3МГц, а скорость в алюминии $5{,}1*10^3$ м/с.
29. Радиопередатчик работает на частоте 6 МГц. Сколько волн находится на расстоянии 100км по направлению распространения радиосигнала?

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 5.3 Оптика

Практическое занятие № 27
Законы геометрической оптики

Цель: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач, изучить законы распространения света. Ход лучей. Законы отражения и преломления и применять их при решении

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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.

1. Теория.

Законы геометрической оптики

I. *Закон прямолинейного распространения света*: *свет в однородной среде распространяется прямолинейно.*

Луч – линия, вдоль которой распространяется световая энергия.

Доказательство:

1) образование теней и полутеней от предметов;
2) поглощение света непрозрачными предметами.

$\upsilon_{в\ возд} = 3\cdot10^8$ м/с=с; $\upsilon_{в\ H_2O} = 2{,}25\cdot10^8$ м/с; $\upsilon_{в\ стекле} = 2\cdot10^8$ м/с.

II. *Закон независимости световых лучей: лучи при пересечении не возмущают друг друга.*

III. *Закон отражения света.*

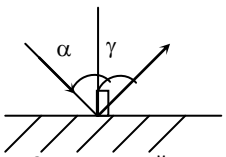


Рис. 12. Падающий и отраженный лучи.

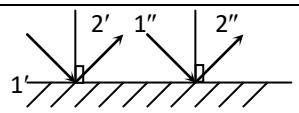
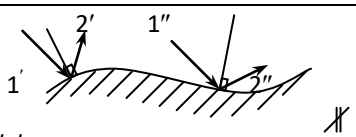
Угол падения (α) (отражения γ)– угол, образованный *падающим (отраженным)* лучом и перпендикуляром, восстановленным к поверхности в точке падения луча (рис. 12).

1. Падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным в точке падения луча.

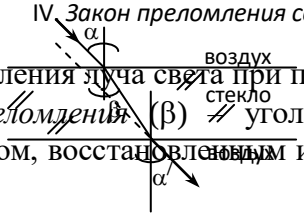
2. Угол падения равен углу отражения ($\alpha = \gamma$).

Следствие: «Обратимость лучей»: Если падающий луч пустить по направлению отраженного, то новый отраженный луч пойдет по направлению падающего.

Таблица 12

Зеркальное	Диффузное
	
Зеркальное – отражение при котором отраженные лучи остаются параллельными	*Диффузное* – отражение, при котором в отраженных лучах нет порядка (матовая поверхность)

IV. *Закон преломления света.*



Преломление света – изменение направления луча света при переходе из одной среды в другую. *Угол преломления* (β) – угол между преломленным лучом и перпендикуляром, восстановленным из точки падения луча к границе двух сред.

Рис. 13. Преломление светового луча.

1) лучи, падающий и преломленный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным из точки падения луча к поверхности раздела двух сред;

2) отношение sin угла падения к sin угла преломления для данных сред есть величина постоянная, и называется относительным показателем преломления второй среды относительно первой.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$$

Следствие: «Обратимость лучей»: Если падающий луч направить по пути преломленного, то преломленный луч идет по пути падающего.

Полное внутренне отражение – явление, при котором световое излучение полностью отражается от поверхности раздела прозрачных сред (рис. 14).

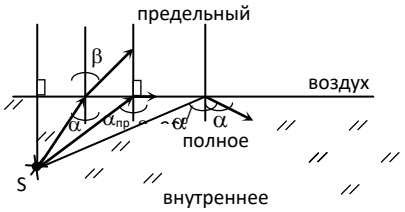


Рис. 14. Полное внутреннее отражение.

1) при ↑ α, β ↑;
2) β = 90° – скользит по границе раздела двух сред – *предельный угол*;
3) ↑ α, β > 90° ⇒ β – полностью отражается по закону отражения.

Задачи для самостоятельного решения

1. Луч света падает на поверхность воды под углами 40^0. Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?
2. Лучи света падают на поверхность раздела воды и воздуха под углом 50˚. Найдите угол преломления лучей. Показатель преломления воды 1,33. Есть ли полное внутреннее отражение?
3. Найдите предельный угол падения луча на границу раздела стекла и воды.
4. Световые волны в некоторой жидкости имеют длину 600 Нм и частоту $5\cdot10^{14}$ Гц. Определите абсолютный показатель преломления жидкости.
5. Определите абсолютный показатель преломления и скорость распространения света в слюде, если при угле падения света 54˚ угол преломления 30˚.
6. В алмазе свет распространяется со скоростью $1{,}22\cdot10^8$ м/с. Определите предельный угол полного внутреннего отражения света в алмазе при переходе светового пучка из алмаза в воздух.
7. Световой пучок переходит из воздуха в воду. Угол падения 76˚, угол преломления 47˚. Определите скорость света в воде.
8. Угол падания луча света на поверхность подсолнечного масла 60^0, а угол преломления 36^0. Найти показатель преломления масла.
9. Фотон вылетает из воды в воздух. Вылетит ли фотон из воды в воздух, если он падает на границу раздела воды и воздуха под углом 50˚? Почему?
10. Луч света переходит со стекла «легкий крон» n=1,57 в воду. Угол падения увеличивают. Каков предельный угол полного внутреннего отражения?
11. Вычислите предельный угол полного внутреннего отражения для алмаза на границе с водой, зная, что абсолютный показатель преломления алмаза 2,417, а воды 1,333.
12. Определите относительный показатель преломления, если угол падения 30˚, а преломления 20˚.
13. Лучи солнечного света падают на поверхность воды под углом 74˚. Под каким, углом к горизонту водолаз, опустившийся в воду, будет видеть солнце?
14. Определите показатель преломления вещества, если предельный угол полного отражения 42˚.
15. Луч света падет на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом 60˚. Какова толщина пластинки d, если при выходе из нее луч сместился на 20 мм?

16. Луч света падает на плоскую стеклянную пластинку толщиной d = 3 см под углом 70˚. Определите смещение луча внутри пластинки. Показатель преломления стекла 1,5.
17. 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˚?
18. Монохроматический луч падает нормально на грань призмы, поперечное сечение которой равносторонний треугольник: показатель преломления 1,1. Определите угол отклонения луча при выходе из призмы от его первоначального направления.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных

Тема 5.3 Оптика

Практическое занятие № 28

Законы волновой оптики

Цель: сформировать понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач, изучить законы распространения света, как волны и применять их при решении

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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:

Изучить краткие теоретические сведения https://znanium.com/catalog/product/1012153, выписав формулы с параграфов 65, 66 . отмеченные скобками, например (66.1)

Разобрать примеры решения задач

Ответить на вопросы теста https://znanium.com/catalog/product/1012153, к §64,65,66,67.

Примеры решения задач

1 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:

2. Когерентн. ист.

$\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц

$\Delta S = 1{,}8 \cdot 10^{-6}$ м

n = 1,33

$c = 3 \cdot 10^{8}$ м/с

$\Delta r = n \cdot \Delta S = \frac{\lambda}{2}$ m = $= \frac{ck}{2\nu}$

$m = \frac{2\nu n \Delta S}{c}$

$m = \frac{2 \cdot 1{,}33 \cdot 5 \cdot 10^{14} \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{8}} =$

$= 7{,}98 \approx 8$ – четн. –

max усиление света

m –?

2. Определите 4 наименьшие толщины прозрачной пленки с оптической плотностью 1,5, чтобы при освещении их перпендикулярными красными лучами с длиной волны 750 Нм они были видны в отраженном свете красными.

Дано: пленка $n = 1{,}5$ $\lambda = 750$ Нм $k = 0,1,2,3$ $d_0, d_1, d_2,$ d_3 –?	$\lambda_{max} = \frac{4dn}{2k+1}$ $d = \frac{(2k+1)\cdot\lambda}{4\cdot n}$ $d_0 = \frac{\lambda}{4n}$ $d_1 = \frac{3\lambda}{4n} = 3d_0$ $d_2 = 5d_0$ $d_3 = 7d_0$	$d_0 = \frac{750}{4\cdot 1{,}5} = \frac{750}{6} = 125$Нм $d_1 = 3\cdot 125 = 375$ Нм $d_2 = 5d_0 = 625$ Нм $d_3 = 7d_0 = 875$ Нм

3. Световая волна длиной 530 Нм падает перпендикулярно на прозрачную дифракционную решетку, постоянная которой 1,8 мкм. Определите угол дифракции, под которым образуется max наибольшего порядка.

Дано: дифракция $\lambda = 530\cdot 10^{-9}$ м $d = 1{,}8\cdot 10^{-6}$ м $k = k\ max$ $\varphi = ?$	$\sin\varphi = \frac{k\lambda}{d} \le 1$ 1) $\frac{k\lambda}{d} \le 1; k \le \frac{d}{\lambda}$ 2) $\sin\varphi = \frac{k_{max}\cdot\lambda}{d}$	$k \le \frac{1{,}8\cdot 10^{-6}}{530\cdot 10^{-9}} = \frac{1800}{530} = 3{,}4$ $k_{max} = 3$ $\sin\varphi = \frac{3\cdot 530\cdot 10^{-9}}{1{,}8\cdot 10^{-6}} = 0{,}883$ $\varphi = 62^\circ$

Задачи для самостоятельного решения

1. Какова оптическая разность хода двух когерентных монохроматических волн в веществе с показателем преломления 1,6, если геометрическая разность хода лучей 2,5 см?
2. 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?
3. 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 17,17 мкм?
4. 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?
5. 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).
6. 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?
7. Если спектры третьего и четвертого порядка при дифракции белого света, нормально падающего на дифракционную решетку, частично перекрываются, то на длину волны 780 Нм спектра третьего порядка накладывается длина волны … спектра четвертого порядка.
8. Дифракционная решетка имеет 50 штрихов на мм. Под какими углами видны max первого и второго порядков монохроматического излучения с длиной волны 400 Нм?
9. Определите оптическую разность хода волн длиной 540 Нм, прошедших через дифракционную решетку и образовавших max второго порядка.
10. Определите оптическую разность хода волн, прошедших через дифракционную решетку, если максимальное усиление волн видно под углом 11^0. Постоянная решетки 2 мкм.

11. 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?
12. Определите постоянную дифракционной решетки, если при ее освещении светом с длиной волн 656 Нм спектр второго порядка виден под углом 15^0.
13. Определите длину волны для линии в дифракционном спектре 3-го порядка, совпадающей с линией в спектре четвертого порядка с длиной волны 490 Нм.
14. Какой наибольший порядок спектра можно видеть в дифракционной решетке, имеющей 500 штрихов на 1 мм при освещении ее светом с длиной волны 720 Н

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Раздел 7 Квантовая физика
Тема 7.1 Корпускулярно-волновой дуализм

Практическое занятие №29
Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна

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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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:

Ознакомьтесь с теоретическими сведениями

Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите и выпишите формулы по данной теме в виде краткого конспекта
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи
4. Выполнить тест https://znanium.com/catalog/product/1012153, стр 346 «Фотоэффект. Формула Планка»

Краткие теоретические сведения

Энергия каждой порции прямо пропорциональна частоте излучения – ν: $E=h\nu$ [Дж],

где h – постоянная Планка, $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ [Дж·с].

Поглотиться может вся порция целиком.

Энергия света $h\nu$ идет на совершение работы выхода $A_в$ и на сообщение электрону кинетической энергии – $\frac{m\upsilon^2}{2}$. $h\nu = A_в + \frac{m\upsilon^2}{2}$; $\frac{m\upsilon^2}{2} = E_к$.

Для каждого вещества фотоэффект наблюдается, если частота $\nu > \nu_{min} \Rightarrow h\nu > A$. Предельную частоту ν_{min} или λ_{max} называют красной границей фотоэффекта. $\nu_{min} = \frac{A_в}{h}$,где $A_в$ – работа выхода электрона [Дж]. ***1эВ = 1,6·10^{-19}Дж.***

Фотон обладает порцией энергии: $E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$, где ν – частота [Гц];

h – постоянная Планка, 6,63·10^{-34} [Дж·с].

Масса фотона определяется: $m = \frac{h\nu}{c^2}$, где с – скорость света, с=3·10^8 м/с.

Фотон не имеет массы покоя, т.е. не существует в состоянии покоя. Импульс фотона определяется: $p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

Применение фотоэффекта

Свойство фототока заключается в том, что его сила прямо пропорциональна поглощенной энергии света, находит применение в приборах-фотоэлементах, в которых энергия света управляет энергией электрического тока или преобразуется в нее.

Разнообразное применение находит внутренний фотоэффект в полупроводниках. Это явление используется:

1) в фотосопротивлениях – приборах, сопротивление которых зависит от освещенности;

2) в полупроводниках – приборах, преобразующих световую энергию в энергию электрического тока. Такие приборы служат источниками тока. Существуют явления, объясняемые квантовыми свойствами излучения.

1. *Давление света.* Первые опыты были проделаны в 1900 г. русским физиком Лебедевым П.Н. Вычисления Максвелла показали, что на Земле солнечный свет давит на квадратный метр черной поверхности, расположенной перпендикулярно лучам с силой 4,5⊕10^{-6} Н.

2. *Тепловое действие света.* При поглощении излучения телом всегда происходит превращение энергии излучения во внутреннюю энергию тела.

Солнечные лучи приносят ежесекундно 1370 Дж энергии на каждый квадратный метр поперечного сечения Земли.

3. *Химическое действие света.* Химические процессы, происходящие под действием излучения, имеют большое значение в природе, науке и технике: фотосинтез, способствуют возникновению зрительного ощущения у человека и животных и дают возможность различать цвета, получение фотографии.

Химическое действие излучения очень хорошо объясняется квантовой теорией света.

Поглощение фотонов увеличивает энергию молекул происходят химические процессы.

Примеры решения задач

1. Определите максимальную скорость вылета электронов из калия, работа выхода электронов из которого равна 2,26 эВ, при освещении его ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм. Масса электрона 9,1·10^{31} кг.

Дано:

λ = 200 нм	СИ	Решение:
$A_в$ = 2,26 эВ	$200\cdot10^{-9}$	Из уравнения Эйнштейна для внешнего
m_e = $9,1\cdot10^{31}$ кг	$2,26\cdot1,6\cdot10^{-19}$ Дж	фотоэффекта:
c = $3\cdot10^8$м/с		$\frac{ch}{\lambda} = A_{в\,ых} + \frac{m\upsilon^2}{2} \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{2(ch-\lambda A_{в\,ых})}{\lambda m_e}}$;
h = $6,62\cdot10^{-34}$ Дж·с		
υ – ?		

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2(3\cdot10^8\cdot6,62\cdot10^{-34} - 2\cdot10^{-7}\cdot2,26\cdot1,6\cdot10^{-19})}{2\cdot10^{-7}\cdot9,1\cdot10^{-31}}} = \sqrt{\frac{(19,86-7,232)\cdot10^{-26}}{9,1\cdot10^{-38}}} = 1,18\cdot10^6\ \frac{м}{с}$$

Ответ: υ = $1,18\cdot10^6$ м/с.

Решить задачи самостоятельно (**n** - *номер вашего варианта по списку)*

1. Работа выхода электронов у оксида меди 5,15 эВ. Вызовет ли фотоэффект ультрафиолетовое излучение с частотой $0,01\cdot10^{17}$ Гц?
2. Работа выхода электрона с поверхности цезия равна $1,6\cdot10^{-19}$ Дж. С какой скоростью вылетают электроны из цезия, если металл освещен желтым светом с длиной волны $0,6\cdot10^{-6}$ м; m_e = $9,1\cdot10^{-31}$ кг?
3. Найдите массу и импульс фотонов для инфракрасных ($\nu = 10^{12}$ Гц) и рентгеновских ($\nu = 10^{18}$ Гц) лучей.
4. Найдите длину и частоту излучения, масса фотонов которого равна массе покоя электрона (m_e = $9,1\cdot10^{-31}$ кг).
5. Каков импульс фотона, энергия которого равна $6\cdot10^{-19}$ Дж?
6. Определите импульс фотонов рентгеновских лучей $\lambda = 4\cdot10^{-11}$ м.
7. Какова масса фотона, если его энергия равна $2,76\cdot10^{-19}$ Дж.
8. Энергия кванта света равна $1,98\cdot10^{-21}$. Какое это излучение?
9. Определите энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным (λ = 0,76 мкм) и наиболее коротким (λ = 0,4 мкм) волнам видимой части спектра.
10. Какой частоты свет следует направить на поверхность платины, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна **n** км/с работой выхода для платины равна 6,3 эВ?
11. Почему появление фотографических снимков производится при красном свете?
12. Можно ли фотографировать предметы в совершенно темной комнате?
13. Определите импульс фотона видимого света с длиной волны 500 нм.
14. Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, пролетевшего ускоряющую разность потенциалов **n** В.
15. Определите энергию излучения, масса фотонов которого равна массе покоя электрона m_e = $9,1\cdot10^{-31}$ кг.
16. Вычислите энергию фотона видимого света λ = 0,4 мкм и сравните ее с энергией фотона ультрафиолетового излучения кварцевой лампы λ = 0,25 мкм.
17. При какой длине электромагнитной волны энергия фотона была бы равна $2,8\cdot10^{-19}$ Дж?
18. Определите работу выхода электрона с поверхности цинка, если наибольшая длина волны фотона, вызывающая фотоэффект – 0,3 мкм.
19. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,6 В (m_e = $9,1\cdot10^{-31}$ кг; $\bar{e}$ = $1,6\cdot10^{-19}$ Кл)?

20. Определите красную границу фотоэффекта для металла с работой выхода **n** эВ.

Форма представления результата:
Выполнить задание в тетради для практических работ.
Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 7.2 Строение атома

Практическое занятие №30

Запись ядерных реакций. Строение атомов и атомных ядер. Закон радиоактивного распада

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: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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:

1. Ознакомьтесь с теоретическими сведениями
2. Решите задачи, самостоятельно используя примеры и краткие теоретические сведения.
3. Выполнить тест

Порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения
2. Разберите примеры решенных задач
3. Решите самостоятельно задачи
4. Выполнить тест https://znanium.com/catalog/product/1012153, стр 347 «Строение атома и определение его состава по таблице Менделеева», стр 349, « Ядерная реакция. Уравнение ядерной реакции», «Радиоактивность. Ядерные силы» к указанным параграфам

Краткие теоретические сведения

При радиоактивном распаде происходит превращение одного ядра в другое, которое подчиняется правилам смещения, сформулированными Содди:

1. α-распад: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$ – излучение ядер гелия.
2. β-распад: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}\bar{e}$ – излучение электрона.

Строение атомного ядра

Протонно-нейтронная модель атома – ядро состоит из нейтронов и протонов, вокруг по орбитам вращаются электроны. Общее название протонов и нейтронов – *нуклоны*.

Протон (p) имеет положительный заряд, равный заряду электрона и массу покоя $m_p = 1{,}6726 \cdot 10^{-27}$ кг.

Нейтрон (n) – нейтральная частица с массой покоя $m_n = 1{,}6749 \cdot 10^{-27}$ кг.

Массовое число A – общее число нуклонов в атомном ядре, т.е. сумма нейтронов и протонов.

Зарядовое число Z – число протонов в ядре, совпадающее с порядковым номером химического элемента в периодической системе элементов Менделеева.

Атом химического элемента обозначают ${}^{A}_{Z}X$.

Например, ${}^{235}_{92}U$, в котором содержится *Z* – протонов и электронов, т.е. *Z* = 92 и *A* – массовое число, которое равно 235. *N* – протонов, т.е. $N = A - Z \Rightarrow N = 235\text{-}92 = 143$. $A = Z + N$

Ядерные силы – силы, которыми нуклоны удерживаются в ядре. Чтобы разделить ядро на составляющие нуклоны необходимо затратить большую энергию – *энергию атомных ядер* – работа, которую необходимо совершить для разделения ядра на нуклоны. $E_{св} = \Delta m c^2$,где $\Delta m = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ядра}$ – дефект массы.

Энергетическим выходом ядерной реакции называют разность энергий покоя ядер и частиц до реакции и после нее, то есть:$\Delta E = (\Sigma m_i - \Sigma m_i) \cdot c^2$,

где Σm_i – сумма масс частиц до реакции;

Σm_i – сумма масс частиц после реакции.

Если $\Sigma m_i > \Sigma m_i$, то реакция идет с выделением энергии, если $\Sigma m_i < \Sigma m_i$, то реакция идет с поглощением энергии.

Ядерная реакция – превращение атомных ядер при взаимодействии с элементарными частицами. Ядерные реакции протекают по-разному, т.е. с испусканием различных частиц:
${}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$,

Закон сохранения электрических зарядов и массовых чисел: сумма зарядов (массовых чисел) ядер и частиц, вступающих в ядерную реакцию, равна сумме зарядов (массовых чисел) конечных продуктов (ядер и частиц) реакции. Например: ${}^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He$.

Z (до реакции) = 13 + 0 Z (после реакции) = 11 + 2

A (до реакции) = 27 + 1 A (после реакции) = 24 + 4

Примеры решения задач

1. Куда смещается полученный элемент в таблице Менделеева в результате пяти α-распадов?

Дано: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow 5{}^{4}_{2}He + {}^{?}_{?}Y$

α-распад – это поток ядер гелия – ${}^{4}_{2}He$, т.к. их 5⇒

Z(5 ${}^{4}_{2}He$) = 5·2 = 10 – заряд; A(5 ${}^{4}_{2}He$) = 5·4 = 20 – массовое

Ответ: элемент *Y* относительно *X* смещается на десять клеток к началу таблицы.

5. Закончите ядерную реакцию: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow 5{}^{4}_{2}He + {}^{A-20}_{Z-10}Y$; ${}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \rightarrow ? + {}^{7}_{3}Li$.

По закону сохранения заряда и массы:

до реакции $Z = 5 + 0$; после реакции $Z = 5 – 3 = 2$;

до реакции $A = 10 + 1$; после реакции $A = 11 – 7 = 4$.

Получается элемент с зарядом до реакции $Z = 2$ и массой $A = 4 – {}_{2}^{4}He$.

Ответ: ${}_{5}^{10}B+{}_{1}^{0}n\rightarrow{}_{2}^{4}He+{}_{3}^{7}Li$.

1. *Определите энергетический выход ядерной реакций*

   ${}^{14}N_7+{}^{4}He_2={}^{17}O_8+{}^{1}H_1$

   1 способ

   1) определить массу ядра и частиц m1 до реакций
   2) определить массу ядра и частиц m2 после реакций
   3) определить изменение массы m m1 m2
   4) рассчитать изменение энергии: $E = m * c^2$

   $M_1 = 14{,}00307$ a. e.m+4,00260 a.e.m.==18,00567 a.e.m.

   После реакции:

   m_2=16,99913 a.e.m.+1,00783 a.e.m.=18,00696 a.e.m.

   m=$m_1 - m_2$ = - 0,00129 a. e. m.
   Энергия поглощается, т.к. m < 0
   E=(-0,00129)*931 МэВ.= -1,2 МэВ.

   2 способ

Дано:	*Решение:*
$E_n = 104{,}653$ МэВ	Энергия связи равна нулю, поэтому
$E_{he} = 28{,}2937$ МэВ	$E = E_0 - (E_n + E_{he})$
$E_0 = 131{,}754$ МэВ	E= 131,754 МэВ –(104,653+28,2937)МэВ= -1,2МэВ
E-?	*Ответ*: 1,2 МэВ

Решить задачи самостоятельно

1. Каково строение ядра атомов: бора ${}_{5}^{10}B$; бериллия ${}_{4}^{9}Be$; азота ${}_{9}^{14}N$; алюминия ${}_{13}^{26}Al$?
2. Чем отличаются ядра изотопов водорода ${}_{1}^{1}H$, ${}_{1}^{2}H$, ${}_{1}^{3}H$? Как они называются?
3. Куда смещается элемент Y в результате α-, β-распада в таблице Менделеева?
   а) ${}_{Z}^{A}X \rightarrow 3\,{}_{-1}^{0}e$ + Y; б) ${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{2}^{4}He$ + ${}_{-1}^{0}e$ + Y;

   в) ${}_{Z}^{A}X \rightarrow 2\,{}_{2}^{4}He$ + $3\,{}_{-1}^{0}e$ + Y; г) ${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{2}^{4}He$ + $3\,{}_{-1}^{0}e$ + Y.
4. При бомбардировке изотопа азота ${}_{7}^{14}N$ нейтронами получатся изотоп углерода ${}_{6}^{14}C$, который оказывается β-радиоактивным. Напишите уравнения ядерных реакций.
5. В результате захвата нейтрона ядром изотопа азота ${}_{7}^{14}N$ образуется неизвестный элемент и α-частица. Напишите реакцию и определите неизвестный элемент.
6. Найдите продукт реакции при бомбардировке ядер изотопа магния ${}_{12}^{24}Mg$ α-частицами, если известно, что в этой реакции выделяются нейтроны.

7. Запишите схему ядерной реакции и определите неизвестный элемент, образующийся при бомбардировке ядер изотопов алюминия $^{27}_{13}Al$ α-частицами, если известно, что один из продуктов реакции нейтрон.
8. Элемент курчатовий получили, облучая плутоний $^{242}_{94}Pu$ ядрами неона $^{22}_{10}Ne$. Напишите реакцию, если известно, что в результате образуется еще четыре нейтрона.
9. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:

   а) $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ? + ^{4}_{2}He$; б) $? + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{22}_{11}Na + ^{4}_{2}He$;

   в) $^{55}_{25}Mn + ? \rightarrow ^{56}_{26}Fe + ^{1}_{0}n$; г) $^{27}_{13}Al + \gamma \rightarrow ^{26}_{12}Mg + ?$;

   д) $^{10}_{5}B + ^{1}_{0}n \rightarrow ? + \alpha$; е) $^{55}_{25}Mn + ^{1}_{1}p \rightarrow ? + ^{1}_{0}n$;

   ж) $^{7}_{3}Li + ^{4}_{2}He \rightarrow ? + ^{3}_{2}He$; з) $^{2}_{1}H + \gamma \rightarrow ? + ^{1}_{0}n$.

10. Протактиний $^{231}_{91}Pa$ α-радиоактивен. Определите, какой элемент получается с помощью этого распада?
11. В какой элемент превращается $^{239}_{92}U$ после двух β-распадов и одного α-распада?
12. Ядро изотопа висмута $^{210}_{83}Bi$ получилось из другого ядра после α-распада и β-распада. Что это за ядро?
13. В результате захвата α-частицы ядром изотопа азота $^{14}_{7}N$ образуется неизвестный элемент и протон. Напишите реакцию и определите неизвестный элемент.
14. Возможна ли реакция, происходящая при бомбардировке алюминия α-частицами и сопровождающуюся выбиванием нейтронов, если в результате получается ядро кремния с массовым числом 30?
15. При делении ядра $^{235}_{92}U$ выделяется энергия $3{,}2 \cdot 10^{-11}$ Дж (200 МэВ). Рассчитайте энергию, которая выделится при сгорании урана количеством вещества 1 моль.
16. Определите энергию, выделяющуюся в ходе термоядерной реакции $^{1}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He$.
17. Изотоп гелия $^{3}_{2}He$ получается в результате бомбардировки ядер трития $^{3}_{1}H$ протонами. Найдите энергетический выход этой реакции.

Форма представления результата:
Выполнить задание в тетради для практических работ.
Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Раздел 8 Элементы астрономии и астрофизики

Тема 8.1 Элементы астрономии и астрофизики

Практическое занятие №31
Строение и состав Солнечной системы. Галактики. Работа с картой звёздного неба

Цель: познакомиться с подвижной картой звёздного неба, научиться определять условия видимости созвездий, научиться определять координаты звезд по карте

Выполнение работы способствует формированию: ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб7_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

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.

Теория.

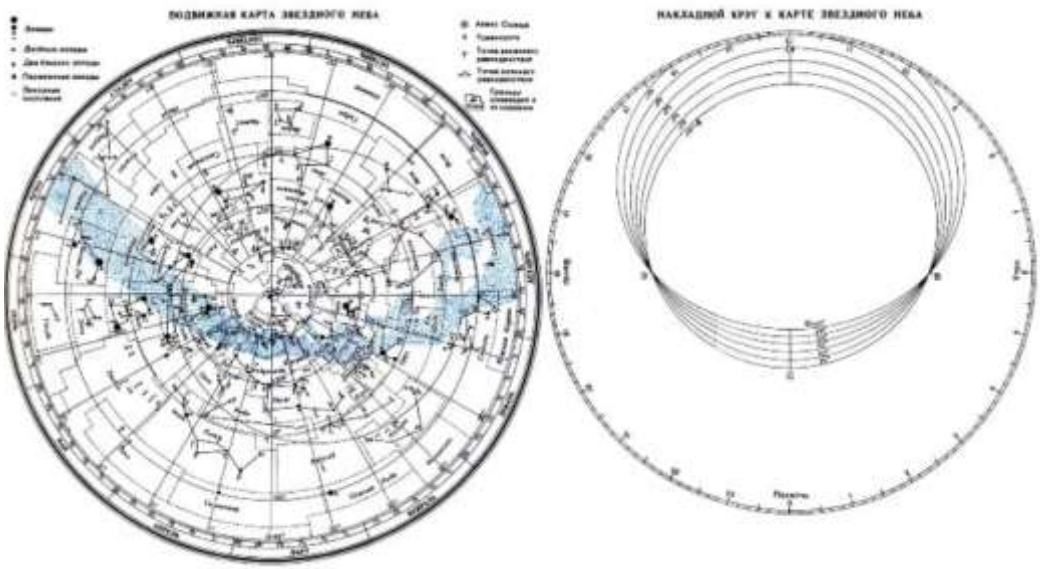
Вид звёздного неба изменяется из-за суточного вращения Земли. Изменение вида звёздного неба в зависимости от времени года происходит вследствие обращения Земли вокруг Солнца. Работа посвящена знакомству со звёздным небом, решению задач на условия видимости созвездий и определении их координат.

Перед началом работы **распечатать подвижную карту звездного неба,** овал накладного круга вырезать по линии, соответствующей географической широте места наблюдения. Линия выреза накладного круга будет изображать линию горизонта. Звёздную карту и накладной круг наклеить на картон. От юга к северу накладного круга натянуть нить, которая покажет направление небесного меридиана.

На карте:

- звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд;
- туманности обозначены штриховыми линиями;
- северный полюс мира изображён в центре карты;
- линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 1 ч;
- небесные параллели нанесены через 30°. С их помощью можно произвести отсчёт склонение светил δ;
- точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего g и W равноденствий;
- по краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы;
- зенит расположен вблизи центра выреза (в точке пересечения нити, изображающей небесный меридиан с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения).

Подвижная карта звёздного неба изображена на рисунке.



Для определения местоположения небесного светила необходимо месяц, число, указанное на звёздной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге.

Небесный экватор — *большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора*. Небесный экватор делит небесную сферу на два полушария: северное полушарие, с вершиной в северном полюсе мира, и южное полушарие, с вершиной в южном полюсе мира. Созвездия, через которые проходит небесный экватор, называют экваториальными. Различают созвездия южные и северные.

Созвездия Северного полушария: Большая и Малая Медведицы, Кассиопея, Цефей, Дракон, Лебедь, Лира, Волопас и др.

К южным относятся Южный Крест, Центавр, Муха, Жертвенник, Южный Треугольник.

Полюс мира — *точка на небесной сфере, вокруг которой происходит видимое суточное движение звёзд из-за вращения Земли вокруг своей оси.* Направление на Северный полюс мира совпадает с направлением на географический север, а на Южный полюс мира — с направлением на географический юг. Северный полюс мира находится в созвездии Малой Медведицы с полярриссимой (видимая яркая звезда, находящаяся на оси вращения Земли) — Полярной звездой, южный — в созвездии Октант.

Туманность — *участок межзвёздной среды, выделяющийся своим излучением или поглощением излучения на общем фоне неба*. Ранее туманностями называли всякий неподвижный на небе протяжённый объект. В 1920-е годы выяснилось, что среди туманностей много галактик (например, Туманность Андромеды). После этого термин «туманность» стал пониматься более узко, в указанном выше смысле. Туманности состоят из пыли, газа и плазмы.

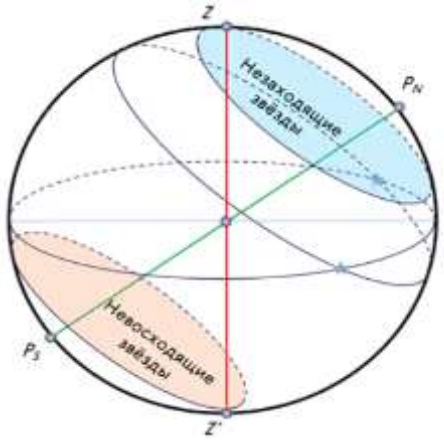
Эклиптика — *большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца*. Плоскость эклиптики — плоскость обращения Земли вокруг Солнца (земной орбиты).

В зависимости от места наблюдателя на Земле меняется вид звездного неба и характер суточного движения звезд. Суточные пути светил на небесной сфере — это окружности, плоскости которых параллельны небесному экватору.

Рассмотрим, как изменяется вид звездного неба на полюсах Земли. Полюс — это такое место на земном шаре, где ось мира совпадает с отвесной линией, а небесный экватор — с горизонтом.

Для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе Земли, Полярная звезда будет располагаться в зените, звёзды будут двигаться по кругам, параллельным математическому горизонту, который совпадает с небесным экватором. При этом над горизонтом будут видны все звёзды, склонение которых положительно (на Южном полюсе, наоборот, будут видны все звезды, склонение которых отрицательно), а их высота в течение суток не будет изменяться.

Переместимся в привычные для нас средние широты. Здесь уже ось мира и небесный экватор наклонены к горизонту. Поэтому и суточные пути звёзд также будут наклонены к горизонту. Следовательно, на средних широтах наблюдатель сможет наблюдать восходящие и заходящие звёзды.

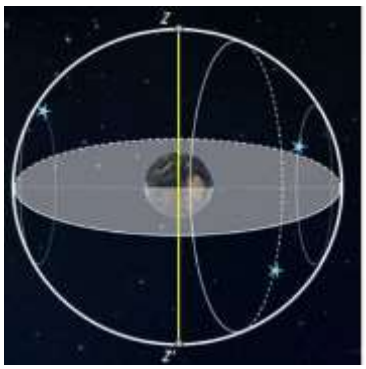


Под восходом *понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а* **под заходом** *— западной части этого горизонта.*

Помимо этого, часть звёзд, располагающихся в северных околополярных созвездиях, никогда не будут опускаться за горизонт. Такие звёзды принято называть **незаходящими**.

А звёзды, расположенные около Южного полюса мира для наблюдателя на средних широтах будут являться **невосходящими**.

Отправимся дальше — на экватор, географическая широта которого равна нулю. Здесь ось мира совпадает с полуденной линией (то есть располагается в плоскости горизонта), а небесный экватор проходит через зенит.



Суточные пути всех, без исключения, звёзд перпендикулярны горизонту. Поэтому находясь на экваторе, наблюдатель сможет увидеть все звёзды, которые в течение суток восходят и заходят.

Вообще, для того, чтобы светило восходило и заходило, его склонение по абсолютной величине должно быть меньше, чем $|\delta| < 90° - \varphi$.

Если $|\delta| \geq 90° - \varphi$, то в Северном полушарии она будет являться незаходящей (для Южного — невосходящей).

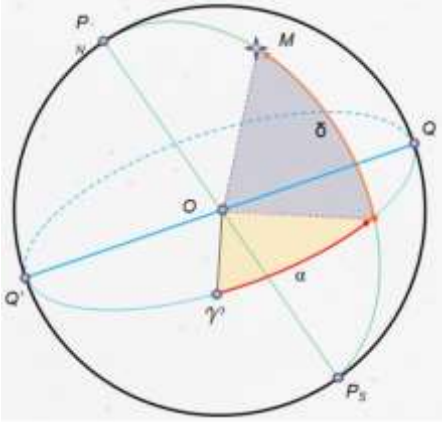
Тогда очевидно, что те светила, склонение которых $|\delta| \leq 90° - \varphi$, являются невосходящими для Северного полушария (или незаходящими для Южного).

Экваториальная система координат — *это система небесных координат, основной плоскостью в которой является плоскость небесного экватора.*

Экваториальные небесные координаты:

1. Склонение (δ) — *угловое расстояние светила M от небесного экватора, измеренное вдоль круга склонения.* Обычно выражается в градусах, минутах и секундах дуги. Склонение положительно к северу от небесного экватора и отрицательно к югу от него. Объект на небесном экваторе имеет склонение 0°. Склонение северного полюса небесной сферы равно +90° Склонение южного полюса равно − 90°.

2. Прямое восхождение светила (α) — *угловое расстояние, измеренное вдоль небесного экватора, от точки весеннего равноденствия до точки пересечения небесного экватора с кругом склонения светила*.



Последовательность выполнения практической работы:

Задачи практической работы:

Задача 1. Определите экваториальные координаты Альтаира (α Орла), Сириуса (α Большого Пса) и Веги (α Лиры).

Задача 2. Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам: δ = +35о; α = 1ч 6м.

Задача 3. Определите, какой является звезда δ Стрельца, для наблюдателя, находящего на широте 55о 15′. Определить, восходящей или невосходящей является звезда двумя способами: с использованием накладного круга подвижной карты звездного неба и с использованием формул условия видимости звезд.

Практический способ. Располагаем подвижный круг на звездной карте и при его вращении определяем, является звезда восходящей или невосходящей.

Теоретичекий способ.

Используем формулы условия видимости звезд:

Если $|\delta| < 90° - \varphi$, то звезда является восходящей и заходящей.

Если $|\delta| \geq 90° - \varphi$, то звезда в Северном полушарии является незаходящей

Если $|\delta| \leq 90° - \varphi$, то звезда в Северном полушарии является невосходящей.

Задача 4. Установить подвижную карту звёздного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, расположенные в южной части неба от горизонта до полюса мира; на востоке – от горизонта до полюса мира.

Задача 5. Найти созвездия, расположенные между точками запада и севера, 10 октября в 21 час. Проверить правильность определения визуальным наблюдением звёздного неба.

Задача 6. Найти на звёздной карте созвездия с обозначенными в них туманностями и проверить, можно ли их наблюдать невооруженным глазом глазом на день и час выполнения лабораторной работы.

Задача 7. Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака. Весов в полночь 15 сентября? Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на севере?

Задача 8. Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион - для вашей широты будут незаходящими?

Задача 9. На карте звёздного неба найти пять любых перечисленных созвездий: Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Андромеда, Пегас, Лебедь, Лира, Геркулес, Северная корона – и определить приближённо небесные координаты (склонение, и прямое восхождение) а-звёзд этих созвездий.

Задача 10. Определить, какие созвездия будут находиться вблизи горизонта на Севере, Юге, Западе и Востоке 5 мая в полночь.

Контрольные вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что такое звёздное небо? (Звёздное небо - множество небесных светил, видимых с Земли ночью, на небесном своде. В ясную ночь человек с хорошим зрением увидит на небосводе не более 2—3 тысяч мерцающих точек. Тысячи лет назад древние астрономы разделили звездное небо на двенадцать секторов и придумали им имена и символы, под которыми они известны и поныне.)

2. Что такое созвездия? (Созвездия - участки, на которые разделена небесная сфера для удобства ориентирования на звёздном небе. В древности созвездиями назывались характерные фигуры, образуемые яркими звёздами.)

3. Сколько на сегодняшний день созвездий? (Сегодня есть 88 созвездий. Созвездия различны по занимаемой площади на небесной сфере и количеству звезд в них.)

4. Перечислить основные созвездия или те, которые вы знаете. (Существуют большие созвездия и маленькие. К первым относятся Большая Медведица, Геркулес, Пегас, Водолей, Волопас, Андромеда. Ко вторым - Южный Крест, Хамелеон, Летучая Рыба, Малый Пёс, Райская Птица. Конечно, мы назвали лишь малую толику, наиболее известные.)

5. Что такое карта неба? (Это изображение звёздного неба или его части на плоскости. Карту неба астрономы разделили на 2 части: южную и северную (по аналогии с полушариями Земли.)

6. Что такое небесный экватор? (Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора.

Форма представления результата:
Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 2.1 Кинематика

Лабораторное занятие №1
Определение плотности вещества

Цель: Экспериментально определить плотности жидкости и твердого тела.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение:

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

Задание:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме.
2. Определите массу и объем исследуемого вещества.
3. Вычислите плотность вещества.
4. Составьте отчет по лабораторной работе.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом по данной теме.
1. Определите плотность твердого тела..
2. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерений.
3. Данные занесите в таблицу №1
4. Определите цену деления мензурки.
5. Определите плотность воды необходимо.
6. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерений
7. Результаты опыта занесите в таблицу№2.
8. Ответьте на контрольные вопросы:

Контрольные вопросы

- Из двух разных металлов изготовлены одинаковые по размерам кубики. Взвешивание показало, что масса одного кубика больше массы другого в 2 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 наименьшую массу, какая наибольшую? Пустот в деталях нет.
- Кусок металла объемом 150 см^3 имеет массу 750 г. Определите плотность материала.
- 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?

9. Заполните отчет по лабораторной работе согласно требованиям.

Часть 1. Для определения плотности твердого тела вычислите его объем.

1. Объем прямоугольного параллелепипеда вычислите по формуле:

$V=abh$,

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

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

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

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

4. Уравновесьте весы используя правила взвешивания.

5. Определите массу тела.
6. По формуле ρ=m/v вычислите плотность твердого тела.
7. Результаты измерений занесите в таблицу №1 и сделайте вычисления.
8. Часть №2. Для определения плотности воды необходимо:
    1. 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 №2.

Таблица №1. Результаты измерений.

№	Вещество	ширина. a(м)	длина, b(м)	высота, h(м)	объём, V(*м3*)	масса, m(кг)	плотность *ρпр*(*кг*/*м3*)	*ρтаб*	*Δρ*	*σ*

Таблица №2. Результаты вычислений.

№	Вещество	масса тары , m1(кг)	масса жидкости , m2(кг)	объём, V(*м3*)	плотность *ρпр*(*кг*/*м3*)	*ρтаб*	*σ*

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 2.3 Законы сохранения в механике

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 (жёсткость) пружины (резины).

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

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).

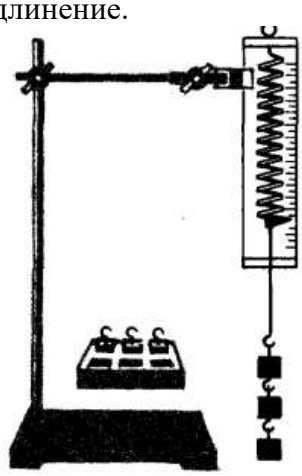
Порядок выполнения работы:

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; □ − коэффициент упругости (жёсткость); □ − 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, натягивающего 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 /Fy/(x) к оси абсцисс.

2. Оба значения k следует сравнить, и по результатам этого сравнения сделать вывод о проделанной работе.

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: 1; Δ2; – коэффициенты упругости (жёсткость) пружины (резины) ;
8. Произвести промежуточные вычисления следующих величин: ср; Δср; ср (по принятым правилам вычислений и нахождения погрешностей);
9. 10. На бланке отчета начертить I четверть системы координат с осью абсцисс - − 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(x1;|FУ1|); B(x2;|FУ2|); C(x3;|FУ3|); где: xn – одно из значений удлинения пружины (резины) по измерениям данного алгоритма; |FУn| - одно из значений силы упругости, численно равной весу груза mng, где масса – измерение данного алгоритма;
11. Провести прямую через точки A, B, C (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 tg ∝ 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 тоже? Почему?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 2.3 Законы сохранения в механике

Лабораторное занятие №3
Изучение деформации растяжения

Цель: определить модуль упругости резины при растяжении.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы, резиновый шнур длиной 25—30 см и сечением 4— 10 мм^2, набор грузов по 0,1 кг, штатив, линейка, штангенциркуль или микрометр.

Указание:

Лабораторная 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.

Материальное обеспечение:

Задание:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

Теория

При установившейся упругой деформации равнодействующая всех внутренних сил упругости, возникающих в теле в любом его сечении, уравновешивает внешние силы, действующие на тело.

Согласно закону Гука, напряжение σ и вызванное им относительное ε удлинение пропорциональны: σ=E ε , где E— модуль упругости.

После преобразования этого выражения получим:

$$E = \frac{F}{S} \cdot \frac{l_0}{\Delta l} \text{ или } E = \frac{4mgl_0}{\pi d^2 (l - l_0)}.$$

Для экспериментального определения модуля упругости нужно измерить все величины: деформирующую силу F (F=mg), сечение образца S $\left(S = \frac{\pi d^2}{4}\right)$, его первоначальную длину l0 и удлинение l.

Изучение деформации растяжения

1. Измерить с помощью штангенциркуля или микрометра толщину шнура и вычислить площадь его поперечного сечения S.

2. Подвешивая к шнуру грузы массой 0,1 кг, 0,2 кг, 0,3 кг, измерить соответствующие абсолютные удлинения шнура: и вычислить относительные удлинения шнура.

3. По результатам измерений вычислить модуль упругости резины E и оценить погрешности эксперимента:

$$\varepsilon = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + 2\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta l}{l - l_0}$$ - относительная погрешность

$\Delta E = E \cdot \varepsilon$ - абсолютная погрешность.

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

измерено						вычислено					
№ п/п	m, кг	d, м	S, м^2	l_0, м	l, м	Δl, м	F, Н	E, Па	$E_{ср}$, Па	ΔE, Па	ε, %
1											
2											
3											

6. Сделать вывод.

Контрольные вопросы.

1. Какие виды деформаций вы знаете?
2. Изменяется ли внутренняя энергия деформированных тел?
3. Как изменится удлинение проволоки, если, не меняя нагрузки, её заменить другой из того же материала, той же длины, но с вдвое большим диаметром?
4. Какой диаметр имеет стержень, если под действием силы $2 \cdot 10^3$Н в нём возникает механическое напряжение 160 МПа?
5. Под действием какой силы пружина жёсткостью 100 Н/м удлинилась на 0,02 метра?
6. Под действием силы 4 Н пружина удлинилась на 0,02 м. Какова жёсткость пружины?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов
выставляется за менее **60%** правильных ответов

Тема 3.1 Основы молекулярно-кинетической теории

Лабораторное занятие №4
Проверка газовых законов

Цель: Изучить взаимосвязь макроскопических параметров газа заданной массы; опытным путём убедится в справедливости закона Бойля-Мариотта.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение:

Сильфон (алюминиевый герметичный цилиндр с гофрированными стенками, шкалой условных единиц, поршнем с вертикальным винтом), воздуховодный соединительный шланг, манометр, барометр, испытуемый газ заданной массы – воздух.

Задание:

1.Повторить объединённый газовый закон.
2.Проверить на практике соблюдение закона Бойля-Мариотта.

Порядок выполнения работы:

Теоретические сведения

В данной лабораторной работе рассматривается соблюдение закона Бойля-Мариотта, справедливого для изотермического процесса для данной массы газа. Из общего уравнения Менделеева-Клапейрона закон Бойля-Мариотта можно записать так:

$$V_n p_n = C$$

где: V− объем заданной массы газа в n-ом состоянии; □ − давление заданной массы газа в n-ом состоянии;

□ − постоянный коэффициент (константа).

При использовании в работе данной установки (см. рисунок) объем газа удобно измерять в условных единицах объема – у.е.о. (1 у.е.о.=0,1Vo, где Vo – полный объем сильфона 1), а

давление – как атмосферное давление с дополнительным (без дополнительного) давления (по манометру) с переводом необходимых единиц давления в систему СИ.

2 . Задача сводится к нахождению константы Cn для каждого состояния одной и той же массы газа:

$$C_n = V_n \cdot p_0 \cdot (1 \pm \Delta p_n)$$

где3 : □ − константа n-го состояния (в условных единицах константы – у.е.к.); □− объем заданной массы газа в n-ом состоянии (в условных единицах объема – у.е.о.); □ − атмосферное давление (в Паскалях – Па); Δ□ − дополнительное давление манометра (в атмосферах – атм).

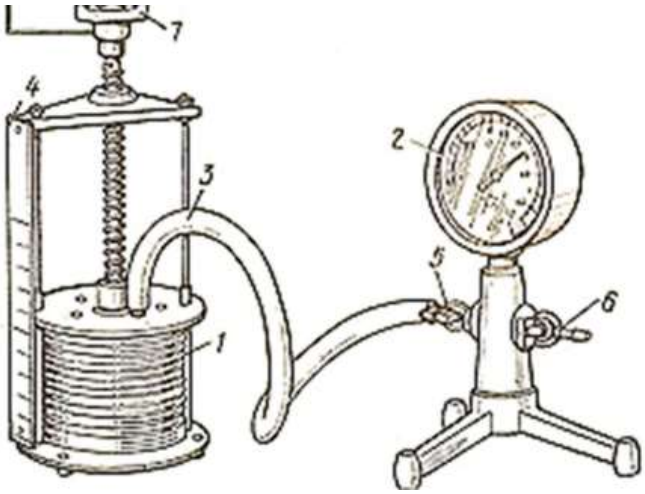
Чем точнее и ближе друг к другу будут находиться константы С1, С2, С3 – тем более точным окажется экспериментальное подтверждение закона Бойля-Мариотта.

3 - применяется знак «+» - если давление растет, и знак «-» - если давление падает.

p.s. - 1.Устойчивая работа сильфона возможна при условии изменения объема воздуха в нём от 0,5 до 0,9 у.е.о.

2. - для расчётов единицы давления барометра - мм.рт.ст.(миллиметр ртутного столба), можно воспользоваться единицами перевода в Па (Паскалях) по формуле: 1 мм.рт.ст=133,33 Па. Перевод показаний манометра не требуется.

1. 1. Внимательно прочитать описание работы и алгоритм действий;
2. 3. Измерить атмосферное давление в данный момент с помощью барометра;
3. 4. Произвести и зафиксировать в бланке отчета предварительные измерения атмосферного давления (с переводом в единицы системы СИ);
4. 5. Собрать установку (см. рисунок) так, чтобы оба клапана манометра находились в открытом состоянии, а поршень сильфона – в самом верхнем положении;



5. Закрыть внешний клапан манометра;
6. С помощью вращающегося поршня установить высоту цилиндра сильфона на одной из трёх отметок: 0,6; 0,7; 0,8.
7. Произвести и зафиксировать в бланке отчета предварительные измерения объема заданной массы газа в одном из трёх состояний (в условных единицах объёма – у.е.о.);
8. Сразу же произвести и зафиксировать в бланке отчета предварительные измерения дополнительного давления манометра одного из трёх состояний газа (в атмосферах - атм);
9. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерений.

Контрольные вопросы.

1) При каком условии справедлив закон Бойля-Мариотта?
2) Если при изотермическом процессе давление падает, что происходит с объёмом?
3) Производит ли газ давление в состоянии невесомости?
4) Почему полученные результаты в работе не идеально равны между собой?

5) Что влияет на точность измерений в данной работе?

6) Можно ли определить условную единицу константы в единицах СИ?

7) Какова масса воздуха в аудитории площадью 64 м2 , высотой 3 м, при температуре 25 оС и давлении 725 мм.рт.ст.?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторное занятие №5
Определение коэффициента поверхностной плотности жидкости методом отрыва капель

Цель: определить поверхностное натяжение воды и мыльного раствора методом отрыва капель

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб3_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

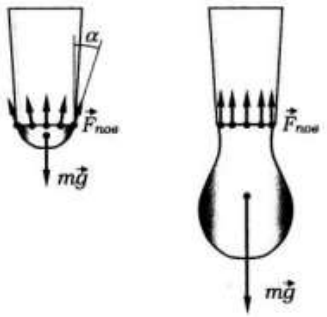
Материальное обеспечение:

шприц для чистой воды, шприц для мыльного раствора (объемом 5–10 мл), стаканчик с чистой водой, стаканчик с мыльным раствором, штангенциркуль или микрометр, остро отточенный карандаш.

Задание:

1 Ознакомьтесь с теоретическим материалом.

На каплю, висящую на конце узкой трубочки, действуют две силы: сила тяжести mg , направленная вертикально вниз, и сила поверхностного натяжения жидкости F пов , распределенная вдоль границы жидкости с краем трубки и направленная по касательной к поверхности жидкости перпендикулярно этой границе.



Сила поверхностного натяжения, действующая на небольшой участок границы длиной Δl , равна σl , где σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

Условие равновесия капли на конце трубочки состоит в том, что векторная сумма сил, действующих на отдельные элементы границы, равна по модулю и противоположна по направлению силе тяжести.

Величина $\sigma\Delta l$ по мере увеличения массы капли остается неизменной, но в равновесии капля принимает такую форму, что угол наклона силы поверхностного натяжения к вертикали α удовлетворяет условию $l\sigma \cos = mg$, где l – длина границы жидкости с трубочкой.

С увеличением массы капли угол α уменьшается и, наконец, достигает нуля, а $\cos\alpha = 1$.

При дальнейшем увеличении массы условие равновесия капли уже не может быть выполнено, и капля отрывается.

Отсюда, принимая, что l=π d , где d – внутренний диаметр трубочки, получаем: d $\sigma\pi$= mg

$$\sigma = \frac{mg}{\pi d}$$.(1)

1.Измерить внутренний диаметр d наконечника шприца. Для измерения можно воспользоваться остро отточенным карандашом. Вставив карандаш в наконечник до упора, пометьте границу соприкосновения наконечника с карандашом. Диаметр карандаша на уровне этой границы можно принять за внутренний диаметр наконечника и измерить его с помощью штангенциркуля или микрометра.

2.Набрать в шприц 4–5 мл воды и, держа его вертикально и плавно нажимая на поршень, вылить 3–4 мл в стаканчик, считая капли. Измерение количества капель N провести не менее трех раз, затем по общей массе вытекшей воды общ m (пользуйтесь шкалой на шприце!) найти среднюю массу капли m и погрешность ее определения Δm. Результаты занести в таблицу

Таблица №1

измерено									*вычислено*		
№	*m г общ*	*N*	*m,г*	*m г ср*	*m,г*	*m г ср*	*d , мм*	*Δ d, мм,*	*σ Н/м*	*Δσ*	*ε*

3.Пользуясь формулой (1), рассчитать коэффициент поверхностного натяжения воды и абсолютную погрешность его определения

$$\Delta\sigma = \left|\sigma_{изм} - \sigma_{табл}\right|.$$

4. Вычислить относительную погрешность измерений

$$\varepsilon = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_{табл}} \cdot 100\,\% .$$

5. Аналогичным образом определить коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора (пользоваться отдельным шприцем и посудой!).

измерено									вычислено		
№	$m_{общ}, г$	N	$m, г$	$m_{ср}, г$	$\Delta m, г$	$\Delta m_{ср}, г$	$d, мм$	$\Delta d, мм$	$\sigma, Н/м$	$\Delta\sigma, Н/м$	$\varepsilon, \%$
1.											
2.											

6. Сделать вывод и записать полученное значение коэффициента поверхностного натяжения с учетом погрешности

Контрольные вопросы:

1. Коэффициент поверхностного натяжения керосина 0,024 н/м. Больше или меньше масса капли керосина по сравнению с каплей воды, если капать из одной и той же пипетки?
2. Объясните подробно, почему маленькие капельки жидкости могут долго висеть не отрываясь.
3. Почему, прежде чем покрыть штукатурку масляной краской, предварительно производят грунтовку олифой?
4. Приведите свои примеры действия силы поверхностного натяжения

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторное занятие №6
Определение влажности воздуха и атмосферного давления

Цель: измерить относительную влажность воздуха в лаборатории физики

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06,

Материальное обеспечение: гигрометр психрометрический ВИТ – С, стакан с кипяченой водой

Задание

1. **Ознакомьтесь с теоретическим материалом:**

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется плотностью водяного пара ρа, находящегося в атмосфере, или его парциальным давлением рп. Парциальным давлением рп называется давление, которое производил бы водяной пар, если бы все другие газы в воздухе отсутствовали. Относительной влажностью φ называется отношение парциального давления рп водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного пара рн.п., при данной температуре. Относительная влажность φ показывает, сколько процентов составляет парциальное давление от давления насыщенного пара при данной температуре и определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{p_п}{p_{нп}} \cdot 100\%$$

Парциальное давление рп можно рассчитать по уравнению Менделеева - Клапейрона или по точке росы.

Точка росы - это температура, при которой водяной пар, находящийся в воздухе становится насыщенным. Относительную влажность воздуха можно определить с помощью специальных приборов – психрометра и гигрометра.

Психрометр

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.

Изображение, схема, рисунок эксперимента:

Рисунок 1. Установка для лабораторной работы №5

2. Выполните работу.
3. Ответьте на контрольные вопросы.
4. Заполните отчет по лабораторной работе.

Порядок выполнения работы:

1.Налить в питатель кипяченую воду.

2.Дать фитилю пропитаться водой и через 10-15 минут приступить к определению влажности.

3.Определить показания сухого и увлажненного термометров.

4.Поворачивая лимб с красной оцифровкой, совместить показания сухого термометра (красные цифры) с показаниями увлажненного (черные цифры).

5.Определить относительную влажность по красной стрелке.

6.Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

Таблица №1

Показания термометров		**Разность показаний термометров Δt=tсух-tвл**	**Относительная влажность воздуха φ, %**
сухого tсух	**влажного tвл**		

Таблица №2

Температура окружающего воздуха,	Точка росы, ^{0}C	Давление насыщенного пара, Па	Парциальное давление водяного пара, Па	Относительная влажность воздуха, %	Плотность насыщенного пара, $\frac{г}{м^3}$	Абсолютная влажность воздуха

^{0}C						

7. Сделать вывод, записать показания гигрометра и дать рекомендации по поддержанию влажности в лаборатории в пределах нормы.

Контрольные вопросы:

1. Какой пар называется насыщенным? Что такое динамическое равновесие, точка росы, парциальное давление?
2. Почему показания смоченного термометра меньше, чем сухого?
3. Как, зная точку росы, можно определить парциальное давление?
4. Сухой и влажный термометры психрометра показывают одинаковую температуру. Какова относительная влажность воздуха?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторное занятие №7
Определение удельной теплоемкости вещества

Цель: опытным путем определить величину удельной теплоемкости вещества и выяснить физический смысл уравнения теплового баланса.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: весы оптические на штативе; разновес; исследуемое вещество; калориметр; термометр; электроплитка; сосуд с водой;

Задание

1. Записать в тетрадь название работы, цель работы, приборы и принадлежности.
2. Начертить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
3. вычисления провести согласно формулам:

Теплота, отданная горячим телом: $Q_{отд}=m_1c_1(t_1-\theta)$

Теплота, полученная калориметром: $Q_{пол.к.}=m_2c_2(\theta-t_2)$

Теплота, полученная водой: $Q_{пол.в.}=m_3c_3(\theta-t_3)$

Уравнение теплового баланса: $Q_{отд}= Q_{пол}$ $m_1c_1(t_1-\theta)= m_2c_2(\theta-t_2)+ m_3c_3(\theta-t_3)$

$m_1c_1(t_1-\theta)=(\theta-t_2)(m_2c_2+ m_3c_3)$

Так как $t_2=t_3$, $(\theta-t_2)=(\theta-t_3)$ $c_1=(\theta-t_2)(m_2c_2+m_3c_3)/(m_1(t_1-\theta))$Дж/(кг·°К).

4. Определить погрешности $\Delta=|c_{табл}-c_1|$ - абсолютная погрешность; $\delta=(\Delta/c)\cdot100\%$.

Порядок выполнения работы:

1. Определить массу исследуемого тела m_1;
2. Опустить исследуемое тело в сосуд с водой и нагреть воду до кипения;
3. Определить массу калориметра m_2;
4. Налить до половины воды в калориметр и определить массу воды m_3;
5. Измерить начальную температуру калориметра с водой $t_2=t_3$;
6. Опустить нагретое тело в калориметр с водой и измерить температуру смеси θ;
7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу и сделайте вывод. По окончании работы принадлежности, тетрадь и данное руководство сдать преподавателю.

Таблица №1

1. масса твердого тела, кг	m_1	
2. температура тела, °С	t_1	
3. масса калориметра, кг	m_2	
4. масса воды, кг	m_3	
5. температура воды и калориметра, °С	$t_2=t_3$	
6. температура смеси, °С	θ	
7. удельная теплоемкость калориметра, Дж/(кг·°К)	c_2	
8.удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°К)	c_3	
9. удельная теплоемкость твердого тела, Дж/(кг·°К)	c_1	
10. табличное значение удельной теплоемкости твердого тела, Дж/(кг·°К)	$c_т$	
11. относительная погрешность, %	δ	

Контрольные вопросы:

1. Какова разница между теплоемкостью тела и удельной теплоемкостью?
2. В чем смысл уравнения теплового баланса и какое отношение оно имеет к закону сохранения энергии.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторное занятие №8
Определение модуля упругости резины

Цель: Определить модуль упругости резины при растяжении.
Выполнение работы способствует формированию:
ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06
Материальное обеспечение: резиновый шнур длиной 25—30 см и сечением 4— 10 мм^2, набор грузов по 0,1 кг, 1кг, 1,5кг, 2 кг., штатив, линейка, штангенциркуль или микрометр.

Внимание! Избегайте падения грузов с рабочей поверхности. Следите за положением штатива!
Задание:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

Теория.

При установившейся упругой деформации равнодействующая всех внутренних сил упругости, возникающих в теле в любом его сечении, уравновешивает внешние силы, действующие на тело.

Согласно закону Гука, напряжение σ и вызванное им относительное ε удлинение пропорциональны: σ=E ε , где E— модуль упругости.

$$E = \frac{F}{S} \cdot \frac{l_0}{\Delta l} \text{ или } E = \frac{4mgl_0}{\pi d^2 (l - l_0)}.$$

После преобразования этого выражения получим:
Для экспериментального определения модуля упругости нужно измерить все величины: деформирующую силу F (F=mg), сечение образца S, его первоначальную длину l0 и удлинение l. $S\ (S = \frac{\pi d^2}{4})$,

Изучение деформации растяжения.

1. Измерить с помощью штангенциркуля или микрометра толщину шнура и вычислить площадь его поперечного сечения S.

2. Подвешивая к шнуру грузы массой 0,1 кг, 0,2 кг, 0,3 кг, измерить соответствующие абсолютные удлинения шнура: и вычислить относительные удлинения шнура.

3. По результатам измерений вычислить модуль упругости резины E и оценить погрешности эксперимента:

$$\varepsilon = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + 2\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta l}{l - l_0}$$ - относительная погрешность

$\Delta E = E \cdot \varepsilon$ - абсолютная погрешность.

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

измерено						вычислено					
№ п/п	m, кг	d, м	S, м^2	l_0, м	l, м	Δl, м	F, Н	E, Па	$E_{ср}$, Па	Δ E, Па	ε, %
1											
2											
3											

6. Сделать вывод.

Контрольные вопросы.

1. Какие виды деформаций вы знаете?
2. Изменяется ли внутренняя энергия деформированных тел?
3. От каких параметров зависит модуль Юнга?
4. Какого вида деформация наблюдается при чеканке, при формировании состава, при использовании домкрата для транспортного средства?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 3.3 Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы

Лабораторное занятие № 9
Наблюдение роста кристаллов из раствора

Цель работы: наблюдение за процессом роста кристаллов из раствора в лабораторных условиях, сравнение скорости роста кристалла в различных направлениях

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

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 представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

выставляется за менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №10

Определение удельного сопротивления проводника

Цель: определение удельного сопротивления проводника экспериментальным путем

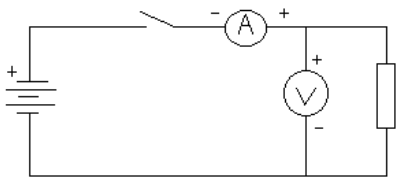
Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06

Материальное обеспечение: источник тока, амперметр, вольтметр, соединительные провода, ключ, штангенциркуль, линейка, кусок провода, удельное сопротивление которого определяется.

Задание:

1. Самостоятельно собрать электрическую цепь по схеме.
2. Снять показания амперметра и вольтметра.
3. Используя штангенциркуль и линейку, научиться определять геометрические размеры проводника.
4. Определить величину удельного сопротивления металла.



Порядок выполнения работы:

1. Собрать цепь по схеме и показать для проверки руководителю.
2. Замкнуть цепь и снять показания амперметра и вольтметра.
3. Вычислить сопротивление проводника по формуле.

4. Измерить длину и вычислить площадь поперечного сечения проводника по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \qquad R = \frac{U}{I}$$

, где d - диаметр проводника

5. Вычислить удельное сопротивление по формуле:
6. Данные занести в таблицу 1.

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}$$

7. Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ε) погрешности измерений по формулам:

$$\Delta = \left|\rho_{ТАБЛ.} - \rho_{ПОЛУЧ.}\right| \qquad \varepsilon = \frac{\Delta}{\rho_{ТАБЛ.}} \cdot 100\%$$

8.Сделать вывод по работе.

Таблица№1

$U, В$	$I, А$	$R, Ом$	$l, м$	$d, м$	$S, м$	$\rho,$	$\rho_{табл}$ Ом·м	$\Delta, Ом$	$\varepsilon, \%$
вещество									

Контрольные вопросы

1. От каких величин и как зависит сопротивление прямолинейного металлического проводника?
2. Два медных проводника имеют одинаковую длину, но различную площадь поперечного сечения.:1,6 мм^2 и 0,8 мм^2. Какой проводник имеет меньшее сопротивление и во сколько раз?
3. Сколько метров никелинового провода площадью поперечного сечения 0.1 мм^2 потребуется для изготовления реостата с максимальным сопротивлением 180 Ом? Удельное сопротивление никелина 0,42 ·10^{-6}Ом·м.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №11

Экспериментальная проверка законов параллельного и последовательного соединения проводников

Цель: изучить последовательное и параллельное соединения проводников

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение:

Источник электрической энергии с постоянным напряжением (не выше 25В); вольтметр школьный; амперметр школьный, набор демонстрационных резисторов с разными сопротивлениями, ключ, соединительные провода.

Задание:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом:

Теория

Последовательное и параллельное соединения в электротехнике — два основных способа соединения элементов электрической цепи. При последовательном соединении все элементы связаны друг с другом так, что включающий их участок цепи не имеет (рис.1) ни одного узла.

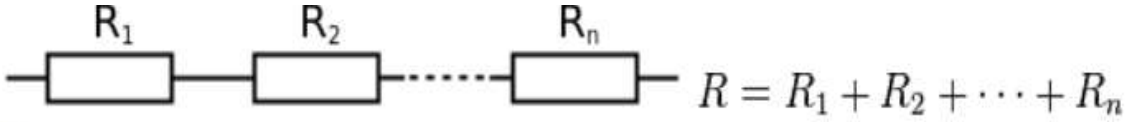
При параллельном соединении (рис.2) все входящие в цепь элементы объединены двумя узлами и не имеют связей с другими узлами, если это не противоречит условию. При последовательном соединении проводников сила тока во всех проводниках одинакова. При последовательном соединении проводников сила тока в любых частях цепи одна и та же:

$$I = I_1 = I_2.$$

Полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи:

$$U = U_1 + U_2.$$

Рис.1.



$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

При параллельном соединении падение напряжения между двумя узлами, объединяющими элементы цепи, одинаково для всех элементов.

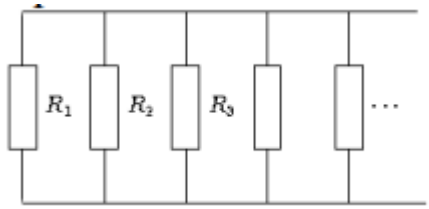
При этом величина, обратная общему сопротивлению цепи, равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включенных проводников. Сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме сил токов в отдельных параллельно соединенных проводниках:

$$I = I_1 + I_2$$

Напряжение на участках цепи AB и на концах всех параллельно соединенных проводников одно и то же:

$$U = U_1 = U_2.$$

Рис.2.



Для двух параллельно соединенных резисторов их общее сопротивление равно:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Если $R_1 = R_2 = R_3 = \ldots = R_n$, то общее сопротивление равно: $R = \frac{R_1}{n}$.

При параллельном соединении резисторов их общее сопротивление будет меньше наименьшего из сопротивлений.

2. Сняв показания напряжений и сил тока на каждом из участков цепи, необходимо сверить соответствующие измеренные и вычисленные физические величины, а по результатам такой сверки – сделать вывод о проделанной работе

I. Последовательное соединение проводников.

1. Собрать цепь по схеме (рис. 1):

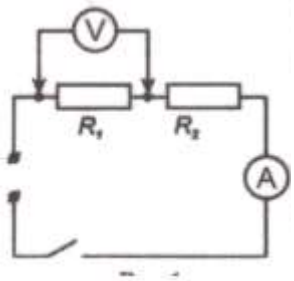


рис. 1

2. Измерить напряжение, силу тока на первом резисторе.
3. Изменить схему установки и измерить напряжение на втором резисторе. Схему нарисовать в тетрадь.
4. Вычислить сумму напряжений **U1+U2** .
5. Изменить схему установки и измерить общее напряжение на двух сопротивлениях **U12** .
6. Проверить, выполняется ли равенство: **U12=U1+U2**.
7. Проверить справедливость равенств

$$R_{12}=R_1+R_2 \text{ и } \frac{U_1}{U_2}=\frac{R_2}{R_1}$$

II. Параллельное соединение проводников.

1. Собрать цепь по схеме (рис. 2):

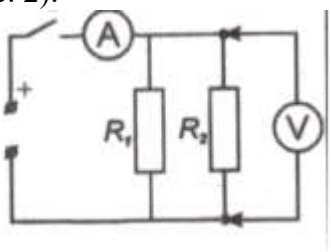


рис. 2

2. Измерить напряжение, силу тока на первом резисторе.
3. Изменить схему установки и измерить силу тока на втором резисторе. Схему нарисовать в тетрадь.
4. Вычислить сумму токов **I1+I2** .
5. Изменить схему установки и измерить общую силу тока в цепи **I12** .
6. Проверить, выполняется ли равенство: **I12=I1+I2.**
7. Проверить справедливость равенств

$$1/R_{12}=1/R_1+1/R_2 \text{ и } \frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}$$

Контрольные вопросы:

1. Какое соединение сопротивлений называется последовательным? Чему равны сопротивление, сила тока, напряжение в цепи при таком соединении?
2. Какое соединение сопротивлений называется параллельным? Чему равны сопротивление, сила тока, напряжение в цепи при таком соединении?

3. Назовите плюсы и минусы параллельного и последовательного соединений проводников?
4. Приведите примеры параллельного и последовательного соединения проводников.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие № 12
Проверка закона Ома для участка цепи

Цель работы: измерение тока и напряжения лабораторными приборами, экспериментальная проверка выполнения закона Ома.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

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 убедится в физической сущности закона Ома для участка цепи.
2. Установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления.

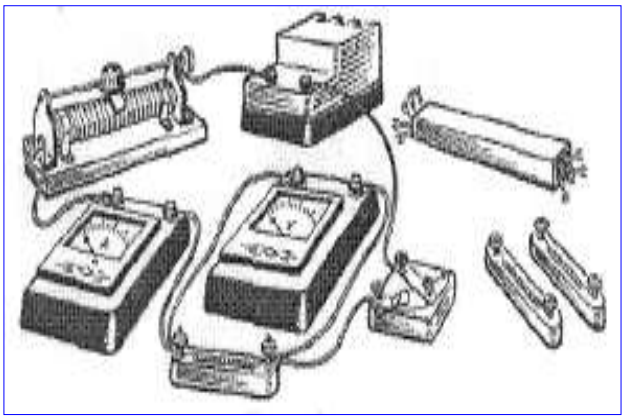
Порядок выполнения работы

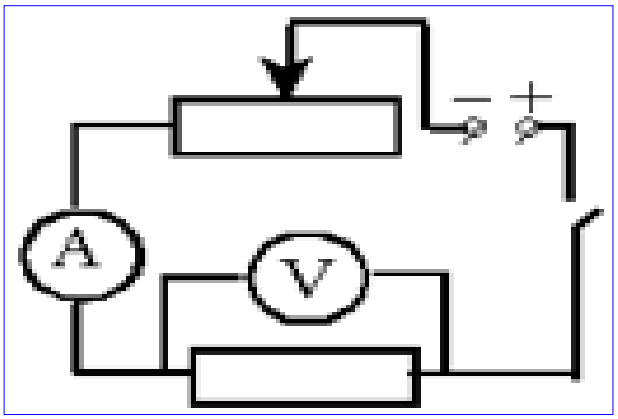
Электрический ток и напряжение являются основными физическими величинами, характеризующими электромагнитные процессы в электрической цепи.

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 А показана на рисунках:





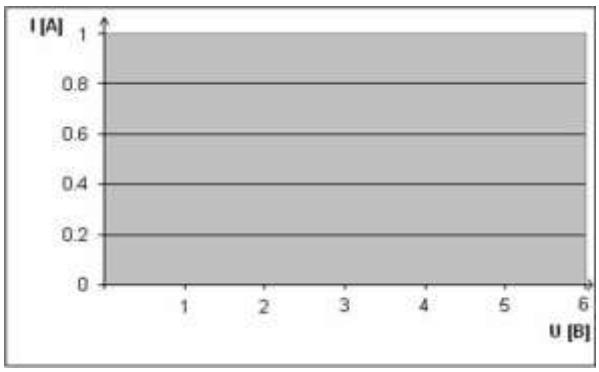
Ток и напряжение на участке электрической цепи с резистивным элементом R связаны законом Ома: $\boxed{I = \frac{U}{R}}$

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, А сила тока			



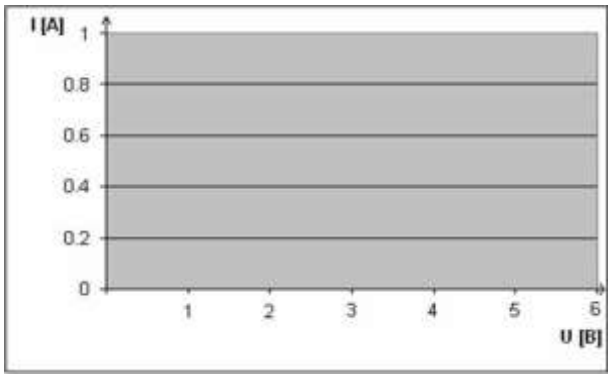
Построить график зависимости силы тока от напряжения

2. **Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.**

Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением **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.

Таблица 2.

R, Ом сопротивление			
I, А сила тока			

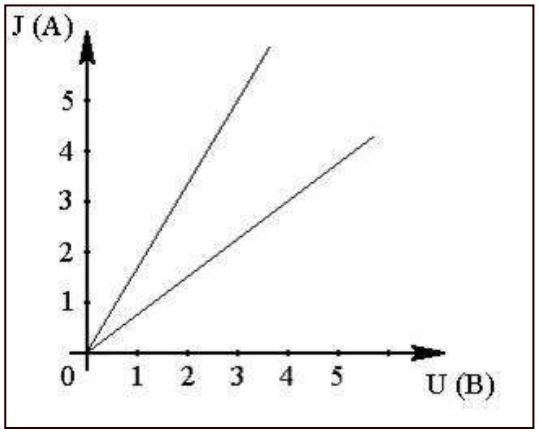


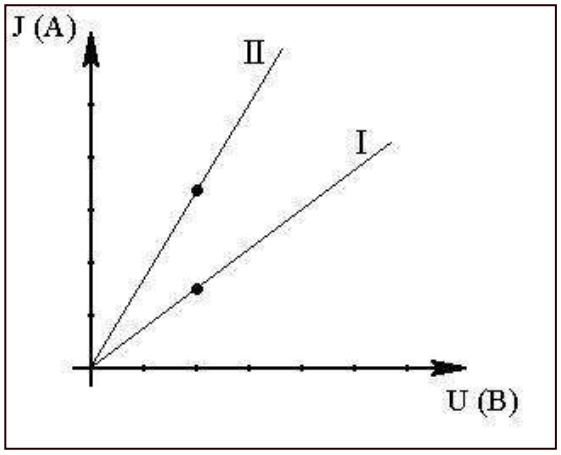
Построить график зависимости силы тока от сопротивления

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.





5. Даны графики зависимости силы тока от напряжения двух участков цепи (см.рис.2). На каком участке сопротивление больше и во сколько раз?

Форма представления результата:
Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.
Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов
выставляется за менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №13

Изучение работы мультиметра. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии

Цель: научиться пользоваться мультиметром для разных режимов работы
Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: мультиметр, набор резисторов, диоды, триоды, источник тока, реостат, соединительные провода, ключ.

Инструкция по применению мультиметра

Переключатель режима и диапазона измерений.

Переключатель режима и диапазона измерений используется для включения прибора, а также для выбора желаемого режима работы и предела измерения. Для увеличения срока службы батареи, переводите переключатель в положение «OFF», после выполнения измерений.

Измерение напряжения постоянного и переменного тока.

1.Подключите красный разъем в гнездо «VΩmA», черный разъем в гнездо «COM»

2.Установите переключатель режима измерений на желаемый диапазон измерения напряжения , в случае если неизвестно примерное значение напряжения , установите переключатель на максимальное значение и снижайте предел измерения до получения оптимального значения .

Режим	Шаг измерения	Погрешность
200 мВ	100 мВ	+0,5 % для 3го знака
2000 мВ	1 мВ	+0,8 % для 2го знака
20 В	10 мВ	
200 В	100 мВ	+1,0 % для 2го знака

3. Прикоснитесь пробниками к устройству или точкам электрической схемы . где требуется измерить напряжение.

4. В случае наличия напряжения прибор покажет напряжение и полярность.

Измерение постоянного тока

1.Подключите красный пробник к разъему «VΩmA». Черный к разъему «COM»(для измерения токов от 200мА до 10 А используйте разъем «10А»)

2 Установите переключатель выбора режима измерений на желаемый предел измерения постоянного тока .

3.Разъедините измеряемую электрическую цепь и подсоедините пробники последовательно с нагрузкой.

4. На дисплее появится значения тока.

6. Разъем «10А» предназначен для нечастого использования. Время измерения не должно превышать 15 секунд, а между измерениями необходимо выдерживать несколько секунд во избежание повреждения прибора.

Измерение сопротивления

1.Присоедините красный пробник к разъему «VΩmA». Черный к разъему «COM».

2.Установите переключатель выбора режима измерений на желаемый предел измерения сопротивления.

3. Приложите пробники к измеряемому образцу, дисплей отобразит при этом значение сопротивления .

Режим	Множитель	Погрешность
200Ω	0,1	±(1.0% для 10го знака)
2000Ω	1	±(1.0% для 4го знака)
20KΩ	10	
200KΩ	100	
2000KΩ	1000	

Проверка диодов

1.Подключите красный пробник к разъему «VΩmA»., черный к разъему «COM».

2. Установите переключатель выбора режима измерений на значок |диода

3. Соедините красный пробник с анодом (p) тестируемого диода, а черный пробник с катодом (n)

4. Дисплей покажет значение напряжения в мВ. если полярность диода перепутана , дисплей отобразит «1».

Измерение температуры

1.Присоедините термопару к разъему «VΩmA» и к разъему «COM».

2.Установите переключатель выбора режима измерений на измерение температуры «ТЕМП»

3.Дисплей отобразит значение температуры в градусах Цельсия.

Звуковая прозвонка

1.Подключите красный пробник к разъему «VΩmA». Черный к разъему «COM».

2.Установите переключатель выбора режима измерений на звонок

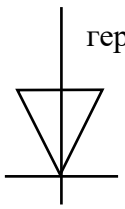
3.Присоедините пробники к прозваниваемой схеме, при сопротивлении менее 30 Ом подается звуковой сигнал.

Порядок выполнения работы:

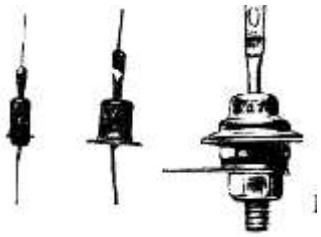
Прочитайте теоретический материал:

Теоретический материал:

Полупроводниковый диод

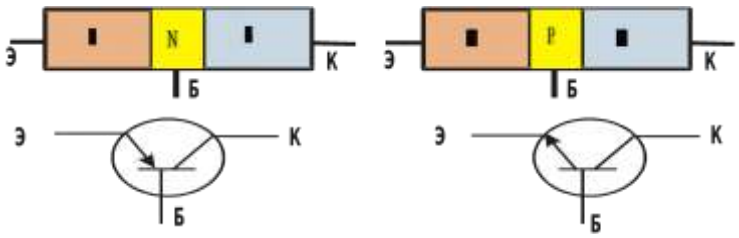


Диод содержит p-n-переход, заключенный в герметический корпус и соединенный с металлическими выводами. Вывод от p-области называют анодом, от n-области – катодом.



Диод- полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления преобразования генерирования электрических колебаний различной частоты.

Транзистор состоит из трех областей с различной проводимостью. Различают транзисторы типа p-n-p и n-p-n. Средняя зона называется *базой*. Толщина базы должна быть меньше длины свободного пробега электрона. В транзисторе имеются два p-n-перехода. Левый p-n переход является прямым и отделяет базу от области с проводимостью p-типа, называемую *эмиттером*. В этой области акцепторной примеси в сотни раз больше, чем донорной примеси в базе, т. е. дырок в эмиттере значительно больше, чем электронов в базе. Правый переход является обратным и отделяет базу от области с проводимостью p-типа, называемой *коллектором.*



1.Изучить инструкцию по эксплуатации прибора.

2. Измерить сопротивления резисторов, данные записать в таблицу

№ п/п	Сопротивление, Ом

3.Собрать цепь по схеме
4.Замкнуть цепь, при неисправности цепи прозвонить цепь, найти неисправность.
5.Измерить напряжение на батарейке и реостате.
6. Разомкнуть цепь. Измерить температуру резистора и реостата.
7.Измерить сопротивление резистора и реостата, данные записать в таблицу

Наименование	**Сопротивление, Ом**	**Напряжение, В**	**Температура, ^{0}C**
Резистор			
Реостат			
Источник тока	-----		

8. Повторить теоретический материал по полупроводниковым приборам: диоду и транзистору.
9. Проверить диоды (исправность, полярность).
10. Транзисторы. Определить выводы транзистора (коллектор, база, эмиттер) и тип транзистора (p-n-p) или (n-p-n)
11. Записать вывод по работе, ответив на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Как выяснить, что диод неисправен? 2. Как выяснить p- и n- контакты диода?
2. Как определить базу у транзистора.
3. Назовите главные свойства диода и транзистора.
4. Устройство диода и транзистора.

Часть 2. Изучение явления электромагнитной индукции

Цель работы: опытным путем убедиться в появлении индукционного тока и проверить закон Ленца.

Оборудование: миллиамперметр, источник питания, катушки с сердечниками, дугообразный магнит, выключатель кнопочный, соединительные провода, магнитная стрелка (компас), реостат.

Теоретическая часть:

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в проводящем контуре, который либо покоится в переменном во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется. В нашем случае разумнее было бы менять во времени магнитное поле, так как оно создается движущимися (свободно) магнитом. Согласно правилу Ленца, возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван. В данном случае это мы можем наблюдать по отклонению стрелки миллиамперметра.

Порядок выполнения работы:

1. Вставьте в одну из катушек железный сердечник, закрепив его гайкой. Подключите эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Замкните ключ и с помощью магнитной стрелки (компаса) определите расположение магнитных полюсов катушки с током. Зафиксируйте, в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. В дальнейшем при выполнении работы можно будет судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.
2. Отключите от цепи реостат и ключ, замкните миллиамперметр на катушку, сохранив порядок соединения их клемм.
3. Приставьте сердечник к одному из полюсов дугообразного магнита и вдвиньте внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра.
4. Повторите наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюса магнита.
5. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца в каждом случае.

6. Расположите вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали.
7. Вставьте в обе катушки железные сердечники и присоедините вторую катушку через выключатель к источнику питания.
8. Замыкая и размыкая ключ, наблюдайте отклонение стрелки миллиамперметра.
9. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца.

Контрольные вопросы:

1.В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2.Как должен двигаться замкнутый проводящий контур в однородном магнитном полем . не зависящем от времени, поступательно или вращательно, чтобы в нем возник индукционный ток?
3.Металлическое кольцо может свободно двигаться по сердечнику катушки, включенной в цепь постоянного тока. Что будет происходить в момент замыкания и размыкания цепи?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №14

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:
ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06
Материальное обеспечение: батарея аккумулятора, электрическая лампочка с патроном, реостат со скользящим контактом, амперметр, вольтметр постоянного тока, соединительные провода, ключ.

Задание

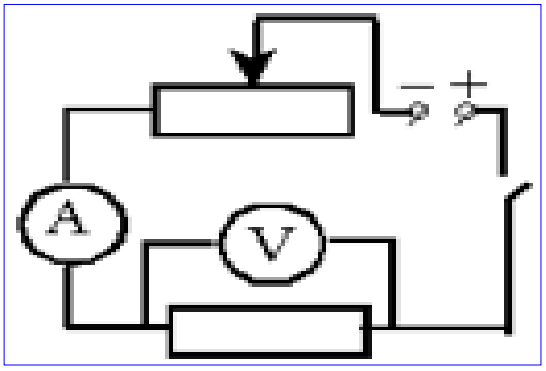
1. Выяснить, как зависит мощность электрического тока от напряжения и силы тока в цепи.
2. Экспериментальным путём подтвердить эту зависимость.

Порядок выполнения работы

1. Собрать цепь по схеме.

2. Замкнуть цепь и измерить наибольшее напряжение на зажимах лампы и величину тока в цепи, а затем вычислить мощность тока P=I·U.

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 127 В 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 представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов
выставляется за менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №15
Определение температурного коэффициента меди

Цель: раскрыть влияние температуры на электрическое сопротивление металлов; опытным путём определить коэффициент термического сопротивления меди; построить по экспериментальным данным график зависимости сопротивления от температуры.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: прибор для определения температурного коэффициента сопротивления меди, термометр технический от 0 до 100℃ с ценой деления 1℃, омметр, внешний сосуд калориметра с водой, электроплитка, ключ, соединительные провода, штатив с муфтой и лапкой.

Теоретический материал:

Электрическое сопротивление зависит от температуры. Объясняется это тем, что упорядоченному движению свободных электронов электрический ток это упорядоченное движение заряжённых частиц - электронов) оказывают противодействие (сопротивление) атомы кристаллической решётки, интенсивность теплового движения которых изменяется с изменением температуры.

У химически чистых металлов с повышением температуры на 1℃ сопротивление возрастает примерно на 0,004 (1/273) сопротивления при 0℃ и выражается линейной зависимостью

$R_t = R_0(1+\alpha\Delta t)$, где

R_0 –сопротивление металла при 0℃,

Δt- разность температур (конечной и начальной);

α - температурный коэффициент сопротивления, показывающий, на какую часть начального сопротивления проводника при 0℃ (273К) изменяется сопротивление при нагревании на 1℃ или 1К.

$$\alpha = \Delta R / R_0 \Delta t \quad \text{или} \quad \alpha = \Delta R / R_0 \Delta T$$

$$\Delta R = R_t - R_0.$$

Опытным путём можно определить α, не прибегая к измерению сопротивления R_0. Для этого необходимо дважды измерить сопротивление исследуемого материала R_1 и R_2 при разных температурах t_1 и t_2.

Порядок выполнения работы:

1. Сосуд с водой поставить на электроплитку и включить её в сеть.
2. Определить цену деления омметра.
3. Измерить сопротивление R_1 медной проволоки при комнатной температуре t_1.
4. Опустить прибор в воду, установить в нём термометр. При некоторой температуре t_2 измерить сопротивление R_2 исследуемой проволоки.
5. Опыт повторить несколько раз.
6. Вычислить 2 – 3 раза α, используя соотношение: $\alpha = R_2 - R_1 / (R_1 t_2 - R_2 t_1)$.
7. Определить среднее значение $\alpha_{ср}$ и сравнив полученный результат с табличным значением температурного коэффициента сопротивления меди, вычислить относительную погрешность.
8. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

№	Температура медной проволоки t, °C	Сопротивление медной проволоки R, Ом	Температурный коэффициент сопротивления α, $(°C)^{-1}$	Среднее значение температурного коэффициента сопротивления αср.	Тб. значение температурного коэффициента сопротивления	Относительная погрешность δ, %
1						
2						
3						
4						
5						
6						

9.Используя данные эксперимента, построить график зависимости R_t от t, откладывая по оси абсцисс – температуру в ℃ на оси ординат – сопротивление.

10.Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Какова физическая сущность электрического сопротивления?
2. Как объяснить увеличения сопротивления металлов при нагревании?
3. Объяснить формулу, по которой определяется температурный коэффициент сопротивления.
4. Почему температурный коэффициент сопротивления для электролитов отрицательный?
5. Каково сопротивление 0,5 кг медной проволоки диаметром 0,3 мм?
6. Указать практическое применение зависимости сопротивления проводника от температуры.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №16
Определение сопротивления резистора методом маркировки

Цель: определить номинальное сопротивление резисторов методом маркировки; определить допустимое значение силы тока для данных резисторов при известном номинале мощности.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: набор резисторов разных сопротивлений, таблица знаков маркировки.

Задание.

1. **Ознакомиться с теоретическим материалом.**

Теоретический материал:

При определении режима работы резистора следует учитывать **максимально допустимое для него значение силы тока,** которое определяется значением его сопротивления и мощностью. Маркировка номинала резистора осуществляется цветовым кодом в виде четырех цветных полос, нанесенных на его корпусе.

При этом значение сопротивления резистора указывается в Омах двумя первыми полосами и множителем (третья полоса) 10n, где n - любое целое число от - 2 до + 9.

Маркировочные знаки сдвигают к одному из торцов резистора, например, к левому, и затем располагают слева направо в следующем порядке: первая полоса - первая цифра номинала, вторая полоса - вторая цифра номинала, третья полоса - множитель, четвертая полоса - допуск на отклонение фактического сопротивления от номинала. Если размеры резистора не позволяют разместить цветные полосы несимметрично, т. е. ближе к одному из торцов резистора, то первая полоса выполняется более широкой.

Цвета знаков маркировки номинального сопротивления в Омах и допусков в % приведены в таблице:

Цвет знака	Первая цифра	Вторая цифра	Множитель	Допуск в %
Серебристый	--	--	10^{-2}	10
Золотистый	--	--	10^{-1}	5
Черный	--	0	1	--

Коричневый	1	1	10	1
Красный	2	2	10^2	2
Оранжевый	3	3	10^3	--
Желтый	4	4	10^4	--
Зеленый	5	5	10^5	0,5
Голубой	6	6	10^6	0,25
Фиолетовый	7	7	10^7	0,1
Серый	8	8	10^8	0,05
Белый	9	9	10^9	-

Порядок выполнения работы:

1. Разложить на рабочем столе комплект резисторов.
2. Внимательно прочитать указание к работе.
3. Оформить маркировку резистора в тетради по образцу
4. Заполнить таблицу:

Резистор	Номинальное сопротивление R	Мощность резистора (Вт)	Сила тока (А)
1.		0, 25	
2.		0, 25	
3.		0, 25	
4.		0, 25	
5.		0, 25	
6.		0, 25	
7.		0, 25	
8.		0, 25	

5. Рассчитать силу тока при известной мощности тока.
6. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается метод маркировки.
2. Для чего нужно знать сопротивление резистора при включении его в схему?
3. От чего зависит мощность тока, текущего по резистору?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №17
Определение КПД нагревателей

Цель: научиться практически определять тепловую отдачу электрического нагревателя любого типа.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: 2 электрических нагревателя, сосуд для кипячения воды, вода, термометр, секундомер (часы), справочник по физике.

Задание.

1. Ознакомиться с теоретическим материалом

Теоретический материал:

Коэффициент полезного действия нагревателя связан соотношением:

$$К.П.Д. = \frac{Q_П}{Q_З} \cdot 100\% \quad (1)$$

$Q_п$ - полезная теплота и определяется по формуле $\mathbf{Q_п = C*m(T_2 - T_1)}$ **(2)**

где c – удельная теплоемкость жидкости,
m – масса жидкости, которую кипятят,
T_1 – начальная температура жидкости,
T_2 – конечная температура жидкости,
$Q_З$ – количество теплоты, которую выделяет нагреватель

(затраченная теплота) и определяется по формуле: $\boldsymbol{Q_З = P \cdot t}$ **(3),**

где P – мощность электрического нагревателя,
t – интервал времени, за который закипела жидкость.

Мощность электрического нагревателя определяется по паспортным данным, указанным на приборе.

Время, за которое закипит жидкость, определяется часами. Удельная теплоемкость воды определяется по справочнику.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить таблицу для записи результатов, определяемых в ходе работы.

Определить						Вычислить
C_B	m	T_1	T_2	P	t	К.П.Д.
$Дж\backslash кг\ К$	кг	К	К	Вт	с	%

2. Занести в таблицу справочные данные удельной теплоемкости воды.
3. Записать в таблицу номинальную мощность электрического нагревателя, указанную на приборе.
4. В сосуд для кипячения воды налить 200 г воды.
5. Определить начальную температуру воды.
6. Включить нагреватель одновременно с секундомером (часами).
7. Остановить секундомер (часы) в момент бурного кипения воды. Время, за которое закипела вода, занести в таблицу.
8. Вычислить К.П.Д. электрического нагревателя.
9. Повторить опыт с другим нагревателем.
10. Учитывая потери энергии сформулировать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Увеличится или уменьшится К.П.Д. электрического чайника, если на его стенках

появилась накипь (отложение солей)?

2. Зависит ли КПД электрического чайника от того открыт он или закрыт?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.3 Электрический ток в различных средах

Лабораторное занятие №18

Определение электрохимического эквивалента меди в процессе электролиза сульфата меди

Цель: определить электрохимический эквивалент меди экспериментальным путем.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

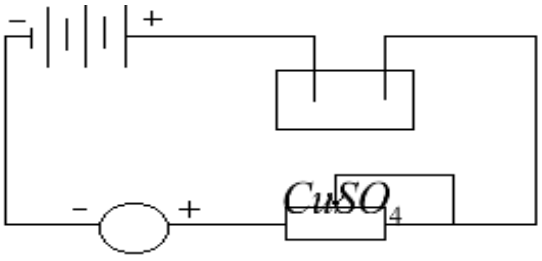
Материальное обеспечение: весы и разновесы; амперметр; часы; электроплитка; аккумуляторная батарея; реостат; ключ; медные электроды (2 шт).) со вставкой; соединительные провода; электролитическая ванна с раствором медного купороса.

Задание:

1.Пронаблюдать явление электролиза меди из раствора медного купороса.

2. Научиться определять электрохимический эквивалент по результатам эксперимента.

Порядок выполнения работы:



1. Очистить наждачной бумагой катодную пластинку, определить взвешиванием массу пластинки (m_1).
2. Составить электрическую цепь по схеме. При составлении цепи взвешенный электрод соединить с отрицательным полюсом источника электрической энергии.
3. Замкнуть цепь и заметить время включения тока.
4. Через 15-20 минут разомкнуть цепь.
5. Вынуть катодную пластинку, промыть и просушить.
6. Взвешиванием определить массу катода (m_2) после пропускания тока.
7. Найти массу (m) выделившейся на катоде при электролизе по формуле: $m = m_2 - m_1$

где m_1- начальная масса пластинки, кг; m_2- конечная масса пластинки, кг.

8. Вычислить электрохимический эквивалент меди из формулы:

где m- масса выделившегося вещества, кг;

I- сила тока, А; t- время электролиза, с. $K = \frac{m}{I \cdot t}$

9. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.
10. Сравнить полученный результат с табличным.
11. Вычислить абсолютную Δ и относительную ε погрешности измерений по формулам:

Сделать вывод по работе.

Таблица 1

№	Масса меди, отложившейся на катоде $m, кг$	Время пропускания тока t, c	Величина силы тока I, A	Электрохимический эквивалент меди $K, \frac{кг}{Кл \cdot с}$	Абсолютная погрешность $\Delta, \frac{кг}{Кл \cdot с}$	Относительная погрешность $\varepsilon, \%$

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлен электрохимический ток в электролитах?
2. Как рассчитать массу выделившегося вещества на электроде?
3. От чего зависит электрохимический эквивалент?
4. Какой физический смысл электрохимического эквивалента?
5. Какое оборудование и измерительные приборы нужно иметь, чтобы вычислить электрохимический эквивалент?
6. Назвать рабочую формулу для вычисления электрохимического эквивалента.
7. На каком из электродов выделяется медь в чистом виде и почему?
8. В электролитическую ванну поместим медную пластинку, служащую анодом. Пластинка покрыта воском, на котором нацарапан рисунок. Что получится после пропускания тока и удаления воска с пластины?
9. Что такое гальваностегия, гальванопластика.
10. Через раствор медного купороса прошло 20 кКл электричества. При этом на одном из электродов выделяется в чистом виде массой 6,6 грамм меди. Определить электрохимический эквивалент меди.
11. Сколько никеля выделится при электролизе за 1 час при силе тока 5 Ампер, если известно, что молярная масса никеля 58,71 г/моль, а валентность равна 2.
12. Определите массу серебра, выделившегося на катоде при электролизе азотнокислого серебра в течение 2 часов, если к ванне приложено напряжение 1,2 В, а сопротивление ванны 5 Ом.
13. Электролиз медного купороса проходил при токе 5 Ампер в течение 50 минут. Какое количество меди выделилось на катоде, если $k_{Cr} = 3{,}3 \cdot 10^{-7} \frac{кг}{Кл}$.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.3 Электрический ток в различных средах

Лабораторное занятие №19
Зависимость сопротивления от температуры образцов металла и полупроводника

Цель: измерять сопротивление проводника омметром; установить зависимость сопротивление металла и полупроводника от температуры.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: мультиметр, приборы для изучения зависимости сопротивления металла и полупроводника от температуры, термометр, электрическая плитка, штатив с принадлежностями, колба с водой.

Задание

1. **Ознакомиться с теоретическим материалом.**

Теоретический материал:

Если пропустить электрический ток через стальную спираль, а затем ее нагреть, то амперметр покажет уменьшение силы тока. Это означает, что с изменением температуры сопротивление металла меняется.

Все металлы – кристаллические тела, в узлах кристаллической решетки которых располагается положительно заряженные ионы. Между колеблющимися ионами двигаются свободные электроны. Величина электрического сопротивления металла зависит от числа столкновений колеблющихся ионов и свободных электронов. При увеличении температуры металла увеличивается амплитуда колебаний ионов. Это приводит к увеличению столкновений, а значит и к увеличению сопротивления металла.

В полупроводнике при увеличении температуры увеличивается число свободных носителей заряда, появившихся при разрыве ковалентных связей. Это приводит к увеличению силы тока в полупроводнике и к уменьшению сопротивления проводника.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовьте к работе омметр:

а) вставьте штырьки проводников в гнезда, обозначенные «Ω» и «общ COM.»;

б) поставьте переключатель на цифру «10»;

в) соедините свободные штырьки проводников и ручкой «уст. 0» поставить стрелки на «0».

2. На электрическую плитку поместите колбу с водой. Во избежание падения колбы поместите в кольцо, закрепленное в штативе. В колбу опустите пробирку, с помещенной в ней катушкой из медного провода. Осторожно опустите в пробирку термометр.

3. Свободные штырьки омметра соедините с клеммами медной катушки.

4. Включите шнур плитки в розетку и измерьте сопротивление катушки при различных значениях температуры.

5. Внесите измерения в таблицу.

Проводник (медь)

t^o, С					
R, Ом					

6. На основе измерений постройте график. Сделайте вывод, как сопротивление проводника зависит от температуры.

7. Поставьте переключатель омметра с цифры «10» на цифру «100» и поставьте стрелку омметра на «0» (См. пункт 1-в).

8. Замените в колбе пробирку с металлом на пробирку с полупроводником (термистором). Опустите в пробирку термометр. К клеммам термистора подсоедините омметр.

9. Измерьте сопротивление полупроводника при различных значениях температуры.

10. Внесите измерения в таблицу.

Полупроводник

t^o С					
R, Ом					

11. Постройте график *R(t)*.

12. Сделайте вывод, как сопротивление полупроводника зависит от температуры

Контрольные вопросы:

1. Электрический ток в металлах – это упорядоченное движение … .

2. С точки зрения электронной теории электрическое сопротивление обусловлено соударениями … .

3. С повышением температуры сопротивление металла …

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 4.3 Электрический ток в различных средах

Лабораторное занятие №20
Изучение электрических свойств полупроводников

Цель работы: углубить понимание физического смысла понятия полупроводник и механизма его проводимости.

Выполнение работы способствует формированию:
ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

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 p-n переходом. Практически p-n переход создается не механическим контактом двух полупроводников, а внесением донорных и акцепторных примесей в различные части чистого полупроводника. Эти переходы являются основной большинства современных полупроводниковых приборов.

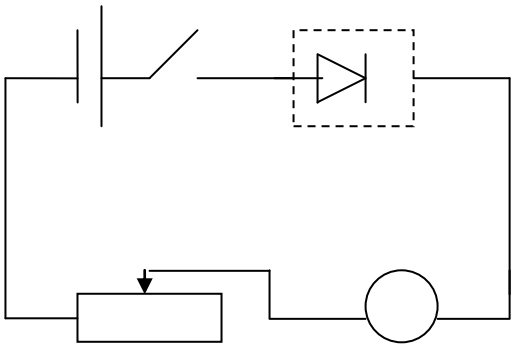


Рис.1

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 тока в цепи. Цепь разомкнуть.
4. Результаты наблюдений занести в таблицу 1.

Снятие вольтамперной характеристики диода.

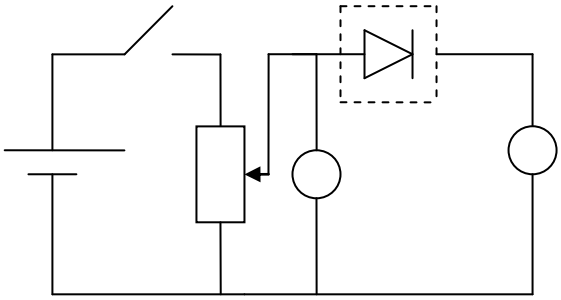


Рис.2

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 не 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 представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов
выставляется за менее **60%** правильных ответов

Раздел 5 Колебания и волны
Тема 5.1 Механические колебания и волны

Лабораторное занятие №21
Проверка законов колебаний математического маятника

Цель: установить математическую зависимость периода нитяного маятника от длины нити маятника.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение:

электронный секундомер, измерительная лента, шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом.

Теория.

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой и нерастяжимой нити. Моделью может служить тяжелый шарик, размеры которого весьма малы по сравнению с длинной нити, на которой он подвешен (не сравнимы с расстоянием от центра тяжести до точки подвеса).

Ученые Галилей, Ньютон, Бессель и др. установили следующие законы колебания математического маятника:

1.Период колебания математического маятника не зависит от массы маятника и от амплитуды, если угол размаха не превышает 10 градусов.

2.Период колебания математического маятника прямо пропорционален квадратному корню из длины маятника и обратно пропорционален квадратному корню из ускорения свободного падения.

На основании этих законов можно написать формулу для периода колебаний математического маятника: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Используя модель и законы колебаний математического маятника, можно пронаблюдать свободные колебания, а также с их помощью определить ускорение свободного падения для своей местности и сравнить со справочным значением g.

Ускорение свободного падения может быть вычислено по формуле $g = 4\pi^2 \frac{lN^2}{t^2}$

1. Закрепить нить маятника в держателе штатива.
2. Измерить длину маятника (длина маятника считается от точки подвеса до центра тяжести шарика).
3. Отклонить шарик на угол не более 10° и отпустить.
4. Определить время, за которое маятник совершил 20 колебаний.
5. Вычислить период колебания маятника, используя формулу N t T .
6. Повторить опыт еще три раза, уменьшая (или увеличивая) длину нити маятника.
7. Результаты занести в таблицу.

Таблица №1

№	Длина нити маятника l, м	Число полных колебаний N	Время колебаний t, с	Период колебаний T, с
1		20		
2		20		
3		20		
4		20		

8. Сделать вывод о зависимости периода нитяного маятника от длины его нити.

Контрольные вопросы.

1. Что называют периодом колебаний маятника?
2. Что называют частотой колебаний маятника? Какова единица частоты колебаний?
3. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?
4. От каких величин и как зависит период колебаний пружинного маятника?
5. Изобразите математический маятник в крайней правой точке и покажите на чертеже силы, действующие на шарик в данной точке траектории. Нарисуйте равнодействующую сил.
6. Как меняется величина и направление равнодействующей сил в течение периода?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 5.1 Механические колебания и волны

Лабораторное занятие №22
Изучение законов пружинного маятника

Цель: экспериментально установить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины и массы груза

Выполнение работы способствует формированию:
ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1

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,c	T,c	m, кг	$m^{1/2}$,$кг^{1/2}$	k ,н/м
1						
2						
3						
4						
5						

3. Повторите эксперимент ещё 4 раза, увеличивая массу но, не меняя пружины. По полученным данным заполните таблицу.
4. Постройте график зависимости периода колебаний (T) от квадратного корня из массы ($m^{1/2}$).
5. По форме графика определите вид зависимости между периодом и корнем квадратным из массы.

Определение зависимости периода колебаний от жёсткости пружины

1. Соберите пружинный маятник, используя выданное оборудование.
2. Выведите маятник из положения равновесия. включите секундомер и отсчитайте десять колебаний.
3. Используя показания секундомера, рассчитайте период колебаний и заполните первую строку таблицы.

№ опыта	N	t ,c	T,c	m , кг	k,н/м	$K^{1/2}$,$(н/м)^{1/2}$
1						
2						
3						
4						
5						

4. Повторите эксперимент ещё 4 раза,увеличивая коэффициент жёсткости но, не меняя массу груза. По полученным данным заполните таблицу.
5. Постройте график зависимости периода колебаний (T) от квадратного корня из коэффициента жёсткости. ($k^{1/2}$).
6. По форме графика определите вид зависимости между периодом и корнем квадратным из коэффициента жёсткости.

7. Сделайте вывод о зависимости периода колебаний от массы груза и коэффициента жёсткости.

Контрольные вопросы:

1. В каком положении маятника скорость будет максимальной?
2. В каком положении маятника скорость равна нулю.
3. Увеличили или уменьшили массу груза, подвешенного к пружинному маятнику, если: а) период его колебаний сначала был 0, 4 с, а после изменения массы стал 0, 2 с;

б) частота его колебаний вначале была равна 6 Гц, а потом уменьшилась до 5 Гц?

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 5.2 Электромагнитные

Лабораторное занятие №23
Устройство трансформатора и генератора

Цель: изучить устройство и принцип работы трансформатора и генератора.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение:

трансформатор лабораторный, лампа накаливания, ключ замыкания тока, комплект проводов соединительных.

Задание

1. Изучить строение, назначение и принцип действия трансформатора
2. Изучить строение, назначение и принцип действия генератора.

Порядок выполнения работы

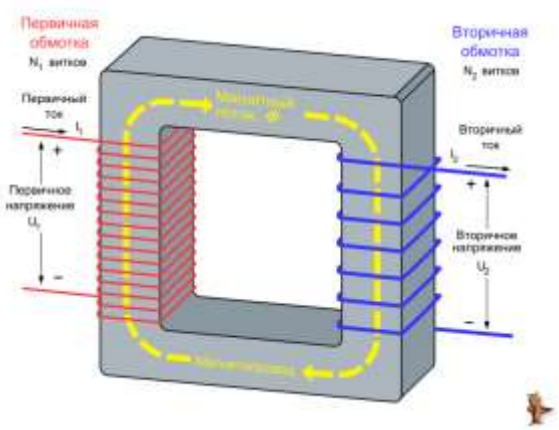
Изучение устройства трансформатора

Трансформатор преобразует переменный ток одного напряжения при неизменной частоте. Он состоит из замкнутого сердечника, изготовленного из специальной листовой трансформаторной стали, на котором располагаются две катушки (их называют обмотками) с разным числом витков из медной проволоки.

Одна из обмоток, называется первичной, подключается к источнику переменного напряжения. Устройства, потребляющие электроэнергию, подключаются к вторичной обмотке, их может быть несколько.

При выполнении работы следует изучить устройство трансформатора, включить его в сеть переменного тока (36 В). В режиме холостого хода измерить напряжение на обмотках и вычислить коэффициент трансформации, а при работе трансформатора «под нагрузкой» установить связь между токами и напряжением в обмотках.

Трансформатор состоит из двух катушек и сердечника. Сердечник состоит из двух половин, которые



вставляют в катушку и с помощью скобы закрепляют на основании.

1. Рассмотрите устройство трансформатора. Определите первичную обмотку (клеммы с надписью: 36 или 42 В) и две вторичных клеммы 2,2 В и 4,4 В)
2. Начертите электрическую схему трансформатора.
3. Разберите трансформатор. Для этого поверните его основанием вверх и открутите две гайки крепления скобы. Выньте сердечник и рассмотрите его устройство.
4. Соберите трансформатор. Для этого вставьте сердечник со скобой в катушки. Установите трансформатор на основание и закрепите его гайками.

Изучение устройства генератора.

Генератор постоянного тока (рис. 1) состоит из двух частей: неподвижной и вращающейся. Неподвижная часть (статор) является остовом машины и одновременно служит для создания магнитного потока. Во вращающейся части, называемой якорем (ротором), индуцируется электродвижущая сила - ЭДС.

Конструкция генератора постоянного тока (см. рис.2).

Неподвижная часть состоит из станины (1), главных полюсов (2) с обмоткой возбуждения (3) и дополнительных полюсов (4), уменьшаемых искрение под щетками.

Якорь имеет сердечник (5), набранный 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 Ф 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.

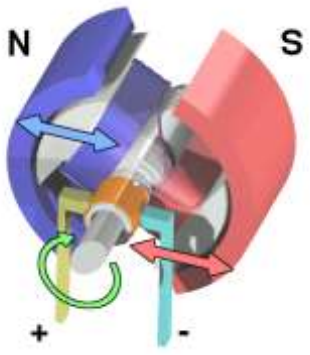


Рис.1.

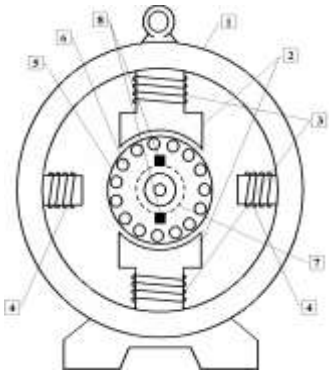


Рис.2.

1. Строение трансформатора - начертить, составные части указать, формулы записать, на контрольные вопросы ответить.

2. **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 К>1.
3. Изменяет ли трансформатор частоту преобразуемого переменного тока?
4. Почему сердечник трансформатора собирают из отдельных пластин?
5. Если на первичную обмотку трансформатора подается напряжение 220В, то на вторичной обмотке при холостом ходе получается напряжение 130в. Число витков первичной обмотки равно 400. Определить число витков во вторичной обмотке. Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

3 вариант

1. Какова роль индуктора и якоря в устройстве генератора переменного тока?
2. Что такое понижающий трансформатор?
3. Почему сердечник трансформатора делают не сплошным. А из множества пластин, изолированных друг от друга?
4. Почему мощность, потребляемая от вторичной обмотки, меньше мощности, подводимой к первичной обмотке?
5. Сколько витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора для понижения напряжения с 12000 до 120В, если первичная обмотка содержит 4000 витков? Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

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

*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов

*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов

*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов

*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов

Тема 5.3. Оптика

Лабораторное занятие № 24
Определение показателя преломления стекла

Цель работы: определить показатель преломления стекла экспериментальным путем.

Выполнение работы способствует формированию:

ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

Материальное обеспечение: пластинка с параллельными гранями; булавки; чистый лист бумаги; лист картона; транспортир; подъемный столик; таблица значения тригонометрических функций.

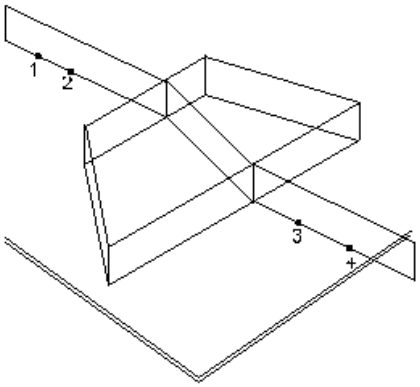
Задание

1. Построить ход светового луча через стеклянную пластину.
2. Проанализировать ход светового луча через стеклянную пластину.
3. Определить показатель преломления стекла и рассчитать погрешность эксперимента.

Порядок выполнения работы

1. На подъемный столик положить чистый лист бумаги с подложенным снизу картоном.
2. С одной стороны стекла наколоть две булавки 1 и 2 так, чтобы прямая, проходящая через них, составляла угол α_1 с перпендикуляром к плоскости пластинки (рис. 1).
3. Поднять рисунок на уровне глаз и, наблюдая через пластинку, наколоть две другие булавки так, чтобы все четыре булавки оказались на одной прямой.
4. Стекло и булавки снять, места наколов отметить точками 1,2,3,4 и через них провести прямые линии до пересечения с границами стекла (рис. 2). Провести через точки 2 и 3 перпендикуляры к границам сред AB и CD.
5. Транспортиром измерить углы падения α и углы преломления β.
6. По таблице значений синусов определить синусы измеренных углов.
7. Вычислить коэффициент преломления по формуле:
8. Опыт повторить три раза.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$$



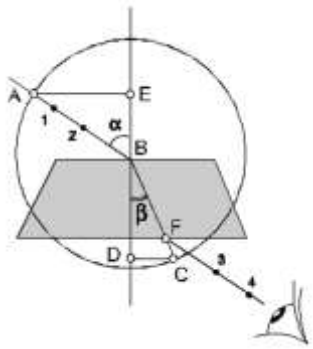


Рис. 1. Рис. 2

9. Результаты измерений, вычислений и табличные данные записать в таблицу 1.
10. Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ε) погрешности по формулам:
11. Сделать вывод по работе

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{n_{табл}} \cdot 100\%$$

$$\Delta = \left| n_{табл} - n_{ср.} \right|$$

Таблица 1

№ опыта	Угол падения светового луча $\alpha,^\circ$	Угол преломления светового луча $\beta,^\circ$	Коэффициент преломления n	Среднее значение коэффициента преломления $n_{ср}$	значение коэффициента преломления $n_{табл}$	Абсолютная погрешность Δ	Относительная погрешность ε%

1							
2							
3							

Контрольные вопросы

1. Что называют световым лучом?
2. Сформулируйте закон отражения света.
3. Каков физический смысл показателя преломления света?
4. Чем отличается абсолютный показатель преломления света от относительного?
5. Сформулируйте закон преломления света.
6. Что называют полным отражением света?
7. Какова скорость распространения света в вакууме?
8. Что называется оптической плотностью вещества?
9. Луч света переходит из среды оптически более плотной в среду оптически менее плотную. Как изменяется при этом частота колебаний и длина волны?
10. В чем состоит принцип Гюйгенса?
11. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения $\alpha = 30^0$. Найти угол преломления ($n_в = 1,3$; $n_{ст} = 1,6$).
12. Угол преломления света в глицерине 45^0. Найти угол падения в воздухе ($n_{гл} = 1.47$).
13. Луч падает на поверхность воды под углом 30^0. Под каким углом должен упасть луч на поверхность алмаза, чтобы угол преломления остался таким же? ($n_{возд.} = 1$, $n_{воды} = 1,33$, $n_{алм.} = 2,42$).
14. Найти разность скоростей света в воде и стекле, если $n_{воды} = 1,33$, $n_{стек.} = 1,5$.
15. Определить предельный угол полного отражения для воды, стекла, алмаза. ($n_{ст.} = 1,6$; $n_{воды} = 1,33$, $n_{алм.} = 2,42$) (Отв.: $\alpha_{01} = 49^0$, $\alpha_{02} = 40^0$, $\alpha_{03} = 24^0$).

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.

Тема 5.3 Оптика

Лабораторное занятие №25
Наблюдение интерференции и дифракции света

Цель работы: экспериментальным путём пронаблюдать интерференцию и дифракцию света

Выполнение работы способствует формированию:
ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06
Материальное обеспечение: пластины стеклянные – 2 шт., лампа с прямой нитью накала, штангенциркуль.

Задание

1. Пронаблюдать и изучить интерференционные картины.
2. Пронаблюдать и изучить дифракционные спектры.

Порядок выполнения работы

Наблюдение интерференции света.

1. Стеклянные пластины тщательно протереть, сложить вместе и сжать пальцами.
2. Рассмотреть пластины в отражённом свете на тёмном фоне (располагать их надо так, чтобы на поверхности стекла не образовывались слишком яркие блики от окон или от белых стен).
3. В отдельных местах соприкосновения пластин наблюдать яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы.
4. Заметить изменение формы и расположения полученных интерференционных полос с изменением нажима.
5. Попытаться увидеть интерференционную картину в проходящем свете.

Наблюдение дифракции света.

1. Установить между губками штангенциркуля щель шириной 0,5 мм.
2. Приставить щель вплотную к глазу, расположив её вертикально.
3. Смотря сквозь щель на вертикально расположенную светящуюся нить, наблюдать по обе стороны нити радужные полосы (дифракционные спектры).
4. Изменяя ширину щели от 0,5 до 0,8 мм, заметить, как это влияет на дифракционные спектры.
5. Заполнить таблицу 1, сделать вывод по наблюдаемым явлениям.

Форма предоставления результата

Таблица 1

№ п\п	интерференция		дифракция	
	Нажатие	Вид интерференционных полос	Размер щели, мм	Вид дифракционного спектра
1	сильное		0,5	
2	среднее		0,6	
3	слабое		0,8	

Контрольные вопросы

1. Как получают когерентные световые волны?
2. В чём состоит явление интерференции света?
3. С какой физической характеристикой световых волн связано различие в цвете?

4. После удара камнем по прозрачному льду возникают трещины, переливающиеся всеми цветами радуги. Почему?
5. Перечислите основные применения интерференции.
6. Что называют дифракцией света? Когда она наблюдается?
7. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.

Форма представления результата:
Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:
За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов
выставляется за менее **60%** правильных ответов

Тема 5.3 Оптика

Лабораторное занятие №26
Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Цель работы: изучение явления дифракции и определения длины волны света

Выполнение работы способствует формированию:
ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

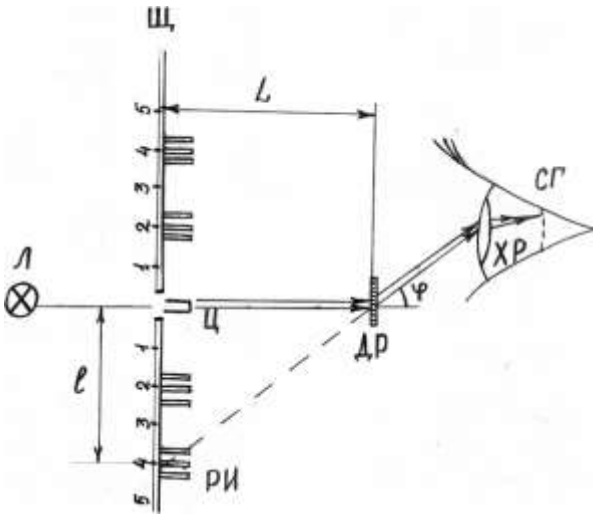
Материальное обеспечение: дифракционная решетка, источник света, установка для наблюдения дифракционной картины

Задание

1. В ходе эксперимента пронаблюдать дифракцию света.
2. Опытным путем вычислить длину световой волны.

Порядок выполнения работы

Схема установки



Установка для наблюдения дифракционной картины состоит из деревянной рейки, на которой укреплена дифракционная решётка ДР. По рейке перемещается щиток Щ с узкой щелью и линейкой с миллиметровой шкалой. Роль линзы выполняет хрусталик глаза ХР. Изображение щели образуется на сетчатке глаза СГ и наблюдается на фоне миллиметровой шкалы. Размерами глазного яблока и расстоянием от глаз до решётки можно пренебречь по сравнению с расстоянием от щели до решётки L. Щель освещается электрической лампочкой Л. Если смотреть на освещённую светом щель через дифракционную решётку, то кроме центрального Ц изображения щели в белом свете по обе стороны видны её симметричные радужные изображения РИ (спектры). Угол дифракции определяется по положению дифракционного максимума на миллиметровой шкале.

Из геометрических построений ясно, что $l/L = \mathrm{tg}\,\varphi$, где *l*-расстояние от центрального изображения щели (k = 0) до одного из боковых изображений; L– расстояние от решётки до щели. Учитывая, что $\mathrm{tg}\,\varphi \approx \sin\varphi$ для малых углов дифракции, получим $l/L \approx \sin\varphi$ (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) $k = 0,\ \pm 1,\ \pm 2...$ – номер или порядок максимума, получим выражение для вычисления длины волны λ, в котором все величины легко измеряются на установке: $\lambda = \dfrac{l \cdot c}{k \cdot L}$ (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 решётке .
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 $\Delta\lambda = \dfrac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$ и занесите в таблицу 1.

Таблица 1.

Цвет	k	*l см*	λ, нм	<λ>, нм	Δλ, 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.

Цвет	k	*l см*	λ, нм	<λ>, нм	Δλ, нм
синий	1				
	2				
зеленый	1				
	2				
желтый	1				
	2				
красный	1				
	2				

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 представления результата:
Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.
Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов
выставляется за менее **60%** правильных ответов

Тема 5.3 Оптика

Лабораторное занятие №27
Наблюдение сплошного и линейчатого спектров

Цель работы: экспериментальным путём пронаблюдать спектры испускания и поглощения предлагаемых веществ.

Выполнение работы способствует формированию:
ПРб2_ОУП.06, ПРб9_ОУП.06, ПРб6_ОУП.06, ПРб10_ОУП.06, ПРб5_ОУП.06, ПРб8_ОУП.06, ПРб1_ОУП.06, ПРб4_ОУП.06

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 полоску на экране – изображение раздвижной щели проекционного аппарата.
2. Выделить основные цвета полученного сплошного спектра и записать их в наблюдаемой последовательности.
3. Повторить опыт, рассматривая полоски 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.

Форма предоставления результата

Таблица 1

№	Расположение	Наблюдение	Линейчатый	Линейчатый	Линейчатый

п\п	граней пластин под углом	сплошного спектра	спектр водорода	спектр гелия	спектр неона
1	45^0				
2	60^0				

Контрольные вопросы

Какова причина разложения белого света призмой?

1. Как объяснить происхождение линейчатых спектров?
2. В чём различие дифракционного и дисперсионного спектров?
3. Почему по спектрам звёзд можно определить их химический состав?
4. Изменится ли цвет зелёного луча при переходе из воздуха в воду? Почему?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.
За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.
*Оценка «**отлично**» выставляется за* **90 – 100%** правильных ответов
*Оценка «**хорошо**» выставляется за* **80 – 89%** правильных ответов
*Оценка «**удовлетворительно**» выставляется за* **60 – 79%** правильных ответов
*Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за* менее **60%** правильных ответов
выставляется за менее **60%** правильных ответов