

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

Рассмотрено
на заседании ЦМК преподавателей
общеобразовательного цикла
Севеда Тютюнникова Г. В.
Протокол № 1 » 31.08 2020
года

Согласовано
заместитель директора по УР
Кошман А.В.
«31» 08 2020года

**Комплект контрольно-оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации
по ОУД.11 ФИЗИКА**

в рамках основной профессиональной образовательной программы
(ОПОП) по профессии: 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным
приборам и автоматике

Разработчик:
Синченко Е.В. преподаватель

Валуйки

Формы контроля и оценивания учебной дисциплины

УД	Форма контроля и оценивания	
	Промежуточная аттестация	Текущий контроль
Физика	Экзамен	Лабораторная работа
		Практическая работа
		Контрольная работа

1. Паспорт комплекта оценочных средств

Пояснительная записка

Контрольно-оценочные средства по дисциплине «Физика» предназначены для обучающихся по профессии: 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике

Контрольно-измерительные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «физика»

Контрольно-измерительные средства составлены в соответствии с требованиями рабочей программы по дисциплине «физика». Учебным планом на изучение дисциплины отводится 259ч, в том числе 66 часов самостоятельная работа

В результате освоения дисциплины обучающейся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике следующими общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать/понимать**:

- **смысл понятий:** физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная;
- **смысл физических величин:** скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;
- **смысл физических законов** классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;

- **вклад российских и зарубежных ученых**, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

уметь:

- **описывать и объяснять физические явления и свойства тел:** движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- **отличать гипотезы от научных теорий;**
- **делать выводы** на основе экспериментальных данных;
- **приводить примеры, показывающие, что:** наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- **приводить примеры практического использования физических знаний:** законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- **воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать** информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.
- **применять полученные знания для решения физических задач;**
- **определять** характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- **измерять ряд физических величин**, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;

использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

- для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;
- оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;
- рационального природопользования и защиты окружающей среды.

2. Комплект оценочных средств

2.1. Задания для проведения экзамена

Тематика теоретических заданий для экзамена

1. Относительность механического движения. Системы отсчёта.

2. Характеристики механического движения: перемещение скорость ускорение.
3. Равномерное движение. Равноускоренное движение.
4. Взаимодействие тел. Принцип суперпозиции сил.
5. Законы Ньютона.
6. Силы в природе: упругость, трение сила тяжести.
7. Закон всемирного тяготения. Невесомость.
8. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.
9. Закон сохранения механической энергии.
10. Механическая работа и мощность.
11. Механические колебания. Амплитуда период частота фаза колебаний.
12. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс.
13. Механические волны. Свойства механических волн. Длина волны. Звуковые волны.
14. Ультразвук и его использование в технике и медицине.
15. Наблюдение и опыты, подтверждающие атомно-молекулярное строение вещества.
16. Масса и размеры молекул.
17. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии частиц.
18. Модель идеального газа.
19. Связь между давлением и средней кинетической энергии частиц.
20. Модель строения жидкости.
21. Влажность воздуха.
22. Модель строения твёрдых тел.
23. Внутренняя энергия и работа в термодинамике.
24. Первый закон термодинамики.
25. Необратимость тепловых процессов.
26. Тепловые двигатели и охрана окружающей среды.
27. КПД тепловых двигателей.
28. Взаимодействие заряженных тел. Электрический заряд.
29. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
30. Электрическое поле. Напряжённость поля.
31. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов.
32. Проводники в электрическом поле. Диэлектрики в электрическом поле.
33. Электрическая ёмкость. Конденсатор.
34. Постоянный электрический ток.
35. Сила тока, напряжение, электрическое сопротивление.
36. Закон Ома для участка цепи.
37. Последовательное соединение проводников.
38. Параллельное соединение проводников.
39. ЭДС источника тока.
40. Закон Ома для полной цепи.
41. Закон джоуля – Ленца.
42. Работа и мощность электрического тока.

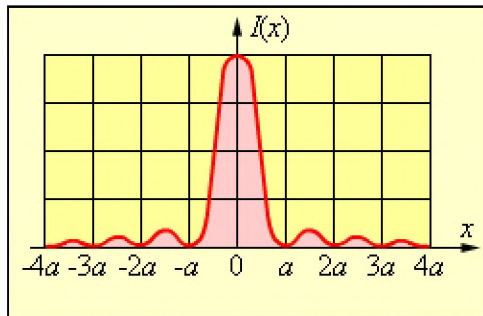
43. Полупроводники. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Полупроводниковый диод. Полупроводниковые приборы.
44. Магнитное поле. Постоянные магниты и магнитное поле тока.
45. Сила Ампера. Сила Лоренца. Принцип действия электродвигателя. Электроизмерительные приборы.
46. Движение частиц в магнитном поле. Явление электромагнитной индукции.
47. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Принцип действия электрогенератора.
48. Трансформатор. Производство, передача и потребление электроэнергии.
49. Техника безопасности в обращении с электрическим током.
50. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Скорость электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения.
51. Свет как электромагнитная волна. Законы отражения преломления света.
52. Дифракция света. Дифракция света.
53. Различные виды электромагнитных излучений, их свойства и практические применения. Оптические приборы.
54. Гипотеза планка о квантах. Фотоэффект. Фотон.
55. Волновые и корпускулярные свойства света. Технические устройства, основанные на использовании фотоэффекта.
56. Строение атома: планетарная модель и модель Бора.
57. Поглощение и спускание света атомов. Строение атомного ядра.
58. Эффект Доплера и обнаружение разбегания галактик.
59. Эволюция и энергии горения звезд. Термоядерный синтез.
60. Образование планетных систем. Солнечная система.

Практические задания для экзамена

- Практические задания, направлены на проверку **приобретенного практического опыта; приводить примеры, показывающие, что:** наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- **приводить примеры практического использования физических знаний:** законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
 - **применять полученные знания для решения физических задач;**
- **определять** характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- **измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;**
использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

1. Вычислите частоту собственных колебаний в контуре, если его индуктивность равна 12 мГн, емкость 0,88 мкФ? А активное сопротивление равно нулю.
2. В каких пределах должна изменяться емкость конденсатора в колебательном контуре, чтобы в нем могли происходить колебания с частотой от 400 Гц до 500 Гц? Индуктивность контурной катушки равна 16 мГн.
3. При нагревании газ в цилиндре расширяется. При этом он толкает поршень, совершая работу 1000 Дж. Определить количество теплоты сообщаемое газу, если внутренняя энергия изменяется на 2500 Дж.
4. Капелька массой 10^{-4} г находится в равновесии в электрическом поле с напряженностью 98 Н/Кл. Найти величину заряда капли
5. Работа выхода электронов из кадмия равна 4,08 эВ. Какова длина волны света, падающего на поверхность кадмия, если максимальная скорость фотоэлектронов равна $7,2 \times 10^5$ м/с?
6. За какой промежуток времени магнитный поток изменится на 0,04 Вб, если в контуре возбуждается ЭДС индукции 16 В?
7. Корабль движется по экватору на восток со скоростью $v_0 = 30$ км/ч. С юго-востока под углом $\varphi = 60^\circ$ к экватору дует ветер со скоростью $v = 15$ км/ч. Найти скорость v' ветра относительно корабля и угол φ' между экватором и направлением ветра в системе отсчета, связанной с кораблем.
8. Парашютист падает с постоянной по модулю скоростью. Чему равен модуль силы сопротивления воздуха при этом движении?
9. Как направлено ускорение самолета, если на него действует 4 силы: по вертикали - сила тяжести = 200кН и подъемная сила 210кН. По горизонтали: сила тяжести мотора 20 кН и сила лобового сопротивления воздуха 10 кН. Чему равна равнодействующая всех сил?
10. К телу массой 4 кг приложены две горизонтальные силы, 10 Н и 30 Н, направленные в противоположные стороны. Куда и с каким ускорением будет двигаться тело?
11. К телу, лежащему на гладкой горизонтальной поверхности, приложена некоторая сила, под действием которой тело, двигаясь из состояния покоя, на пути 1 м приобрело скорость 10 м/с. Какую силу приложили к телу, если его масса 1 кг?
12. Два тела с массами m_1 и m_2 привязаны к нити, перекинутой через невесомый неподвижный блок (рисунок слева). Найти ускорение грузов и силу натяжения нити.
13. На горизонтальной поверхности лежит брусок массой 0,9 кг. В него попадает пуля массой 12 г, летящая горизонтально со скоростью $V_{01} = 800$ м/с, и застревает в нём. Если до полной остановки брусок пройдет путь, равный 11 м, то чему равен коэффициент силы трения скольжения?

14. Движение материальной точки описывается уравнением $x=5+2t+t^2$ в квадрате. Приняв ее массу равной 2,5 кг, найдите импульс через 2 сек и 4 сек после начала движения и изменение импульса за указанное время.
15. Два шара массой 0,2 кг и 0,6 кг движутся навстречу друг другу со скоростью 2 м/сек. Определите скорость шаров после неупругого взаимодействия.
16. Ученик ковбоя похвастался, что остановит бегущего быка, накинув на него лассо. С какой скоростью полетел за быком горе-ученик, если после набрасывания лассо скорость быка уменьшилась от 9м/с до 8м/с? Масса быка 450 кг, ученика - 90 кг.
17. Идеальный газ в сосуде постоянного объема нагревается от $t_1=127^\circ\text{C}$. Чему равно отношение давлений p_2/p_1 идеального газа?
18. Идеальный газ в сосуде при $p=\text{const}$ нагревается от $t_1=27^\circ\text{C}$ до $t_2=227^\circ\text{C}$. Чему равно отношение объемов V_2/V_1 идеального газа?
19. В герметично закрытом сосуде находится смесь из одного моля водорода и двух молей кислорода при давлении p_0 . Между газами происходит реакция с образованием водяного пара. Какое давление установится в баллоне после охлаждения до первоначальной температуры? Пар не конденсируется.
20. Чему равен КПД идеального теплового двигателя, если температура нагревателя 4550 С, а температура холодильника 2730 С?
21. Двигатель получает от нагревателя каждую секунду 7200 Дж теплоты и отдает в холодильник 6400 Дж. Определите КПД.
22. В вертикальном однородном магнитном поле на двух тонких нитях подвешен горизонтально проводник длиной 10 см и массой 10 г. Индукция магнитного поля равна 0,2 Тл. На какой угол от вертикали отклонятся нити, если сила тока в проводнике равна 1 А? (Обязательно сделайте рисунок, на котором обязательно укажите направление тока в проводнике, направление магнитных линий, все силы, действующие на проводник).
23. Определить магнитный поток, проходящий через прямоугольную площадку со сторонами 20x40 см, если она помещена в однородное магнитное поле с индукцией в 5 Тл под углом 60° к линиям магнитной индукции поля.
24. Определить ЭДС индукции на концах крыльев самолета Ан-2, имеющих длину 12,4 м, если скорость самолёта при горизонтальном полёте 180 км/ч, а вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли $0,5 \cdot 10^{-4}$ Тл.
25. Чему равна длина волн, посылаемых радиостанцией, работающей на частоте 1400 кГц?
26. Дифракционная картина, полученная дифрагированием света на щели



$I(x)$ – распределение интенсивности дифрагированного на узкой щели излучения, где x – координата в плоскости экрана, перпендикулярная длинной стороне щели. Найдите ширину щели, если $\lambda = 0,51$ мкм, $a = 8,3$ мм, а расстояние от щели до экрана – 765 мм.

27. На поверхность металла падают фотоны, соответствующие ультрафиолетовому свету с длиной волны $1,8 \cdot 10^{-7}$ м. Какова энергия каждого из падающих фотонов?

28. Катод фотоэлемента облучается светом с длиной волны $\lambda = 3,5 \times 10^{-7}$ м. Какая энергия передана фотоэлектронам, если в цепи фотоэлемента протек заряд $Q = 2 \times 10^{-12}$ Кл? Постоянная Планка $h = 6,62 \times 10^{-34}$ Дж•с, величина заряда электрона $|e| = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл, скорость света $c = 3 \times 10^8$ м/с.

29. Лазер излучает световые импульсы с энергией $W = 0,1$ Дж. Частота повторения импульсов $\nu = 10$ Гц. Коэффициент полезного действия лазера, определяемый как отношение излучаемой энергии к потребляемой, составляет $\eta = 0,01$. Какой объем воды V нужно пропустить за время $\tau = 1$ час через охлаждающую систему лазера, чтобы вода нагрелась не более, чем на $\Delta t = 10$ °С? Удельная теплоемкость воды $c = 4,2$ Дж/(г•К), плотность воды $\rho = 1$ г/см³

30. На плоскую поверхность тонкой плосковыпуклой положительной линзы нанесено абсолютно отражающее покрытие. На выпуклую поверхность этой линзы падает узкий пучок импульсного лазерного излучения с энергией $W = 4$ Дж и длительностью импульса $\tau = 10^{-8}$ с. Падающий пучок распространяется параллельно главной оптической оси линзы на расстоянии $F/(2\sqrt{3})$ от оси (F – фокусное расстояние линзы). Найдите величину средней силы, действующей на линзу со стороны света, если половина энергии лазерного излучения поглощается в линзе. Отражением от поверхности линзы (без покрытия) можно пренебречь

2.2.Задания для проведения лабораторных работ по физике:

Лабораторная работа №1: «Исследование движения тела под действием постоянной силы»

Цель работы: определение центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении по окружности.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусочек пробки с отверстием, лист бумаги, линейка.

Краткие теоретические сведения

Эксперименты проводятся с коническим маятником. Небольшой шарик движется по окружности радиуса R . При этом нить AB , к которой прикреплен шарик, описывает поверхность прямого кругового конуса. На шарик действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и натяжение нити \vec{F} (рис. а). Они создают центростремительное ускорение \vec{a}_n , направленное по радиусу к центру окружности. Модуль ускорения можно определить кинематически. Он равен:

$$a_n = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Для определения ускорения надо измерить радиус окружности и период обращения шарика по окружности.

Центростремительное (нормальное) ускорение можно определить также, используя законы динамики.

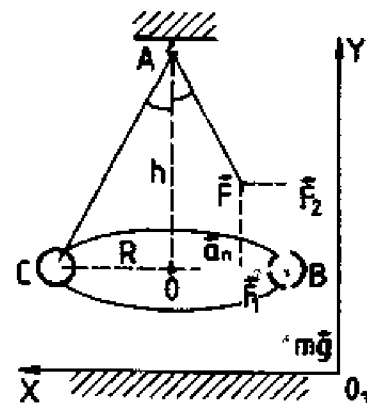
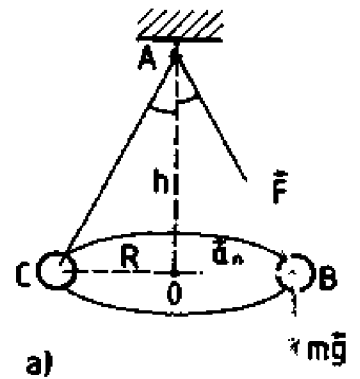
Согласно второму закону Ньютона $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$. Разложим силу \vec{F} на составляющие \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , направленные по радиусу к центру окружности и по вертикали вверх.

Тогда второй закон Ньютона запишется следующим образом:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Направление координатных осей выберем так, как показано на рисунке б. В проекциях на ось O_1y уравнение движения шарика примет вид: $0 = F_2 - mg$. Отсюда $F_2 = mg$: составляющая \vec{F}_2 уравновешивает силу тяжести $m\vec{g}$, действующую на шарик.

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось O_1x :



$$ma_n = F_1. \text{ Отсюда } a_n = \frac{F_1}{m}$$

Модуль составляющей F_1 можно определить различными способами. Во-первых, это можно сделать из подобия треугольников OAB и FBF_1 :

$$\frac{F_1}{R} = \frac{mg}{h}$$

$$\text{Отсюда } F_1 = \frac{mgR}{h} \text{ и } a_n = \frac{gR}{h}$$

Во-вторых, модуль составляющей F_1 можно непосредственно измерить динамометром. Для этого оттягиваем горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу R окружности (рис. в), и определяем показание динамометра. При этом сила упругости пружины уравнивает составляющую \vec{F}_1 .

Сопоставим все три выражения для a_n :

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, a_n = \frac{gR}{h}, a_n = \frac{F_1}{m}$$

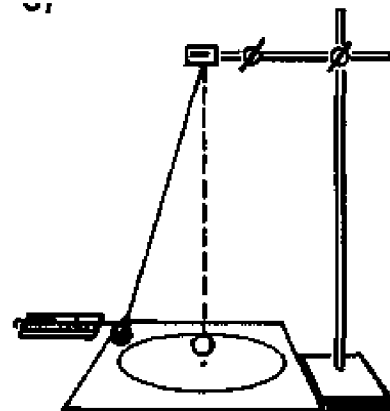
и убедимся, что они близки между собой.

В этой работе с наибольшей тщательностью следует измерять время. Для этого полезно отсчитывать возможно большее число оборотов маятника, уменьшая тем самым относительную погрешность.

Взвешивать шарик с точностью, которую могут дать лабораторные весы, нет необходимости. Вполне достаточно взвешивать с точностью до 1 г. Высоту конуса и радиус окружности достаточно измерить с точностью до 1 см. При такой точности измерений относительные погрешности величин будут одного порядка.

Порядок выполнения работы

1. Определить массу шарика на весах с точностью до 1 г.
2. Нить продеть сквозь отверстие и зажать пробку в лапке штатива (рис. в).
3. Вычертить на листе бумаги окружность, радиус которой около 20 см. Измеряем радиус с точностью до 1 см.
4. Штатив с маятником расположить так, чтобы продолжение шнура проходило через центр окружности.
5. Взяв нить пальцами у точки подвеса, вращать маятник так, чтобы шарик описывал окружность, равную начерченной на бумаге.



в)

6. Отсчитать время, за которое маятник совершает к примеру, $N = 50$ оборотов.

7. Определить высоту конического маятника. Для этого измерить расстояние по вертикали от центра шарик; до точки подвеса.

8. Найти модуль центростремительного ускорение по формулам:

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \text{ и } a_n = \frac{gR}{h}$$

9. Оттянуть горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности, и измерить модуль составляющей \vec{F}_1 .

Затем вычислить ускорение по формуле $a_n = \frac{F_1}{m}$.

10. Результаты измерений занести в отчетную таблицу.

Отчетная таблица

Номер опыта	R, м	N	Δt , с	$T = \Delta t/N$, с	h, м	m, кг	$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$	$a_n = \frac{gR}{h}$	$a_n = \frac{F_1}{m}$

11. Сравнивая полученные три значения модуля центростремительного ускорения, убедиться, что они примерно одинаковы. Сделать вывод.

Лабораторная работа №2: «Изучение особенностей силы трения»

Цель работы

Используя второй закон Ньютона, измерить силу трения скольжения и затем определить коэффициент трения.

Оборудование

Линейка, измерительная лента, динамометр, брусок, набор грузов.

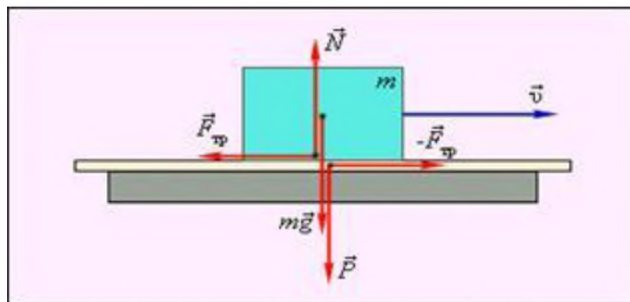
Теория

1-й способ заключается в измерении с помощью динамометра силы, с которой нужно тянуть брусок с грузами по горизонтальной поверхности, для того чтобы он двигался равномерно. Эта сила равна по абсолютной величине силе трения $F_{\text{тр}}$, действующей на брусок. С помощью того же динамометра можно найти вес бруска с грузами P . Этот вес равен силе нормального давления бруска на поверхность, по которой он скользит. Определив, таким образом $|\vec{F}_{\text{тр}}|$ и $|\vec{P}|$, можно найти коэффициент трения. Он равен:

$$\mu = \frac{|\vec{F}_{\text{тр}}|}{|\vec{P}|} \quad (1)$$

Ход работы

1 Положить брусок на горизонтальную деревянную линейку. На брусок поставить груз.



1-деревянная линейка, 2-брусок

Рисунок 1

2 Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тянуть его вдоль линейки. Заметить при этом показания динамометра.

3 Взвесить брусок и груз.

4 По формуле (1) найти коэффициент трения.

$$\mu = \frac{|\vec{F}_{\text{тр}}|}{|\vec{P}|} \quad (1)$$

где μ - коэффициент трения;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения, Н;

P – все тела, Н.

5 Повторить опыт, положив на брусок несколько грузов.

6 Найти среднее арифметическое значение коэффициентов трения,

найденных в разных опытах.

7 Найти ошибку каждого из опытов – разность между $\mu_{\text{ср}}$ и значениями, полученными в разных опытах.

8 Определить среднее арифметическое ошибок опытов $\Delta\mu_{\text{ср}}$.

9 Составить таблицу результатов опытов:

Таблица 1

Номер опыта	Показание динамометра $ \vec{F}_{\text{тр}} $	$ \vec{P} $	$\mu = \frac{ \vec{F}_{\text{тр}} }{ \vec{P} }$	$\mu_{\text{ср}}$	$\Delta\mu = \mu_{\text{ср}} - \mu$	$\Delta\mu_{\text{ср}}$
1						
2						
3						

Вычисления

$$\mu_1 = \frac{F_{\text{тр}1}}{P_1} =$$

$$\mu_2 = \frac{F_{\text{тр}2}}{P_2} =$$

$$\mu_3 = \frac{F_{\text{тр}3}}{P_3} =$$

$$\mu_{\text{ср}} = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{3} =$$

$$\Delta\mu_1 = \mu_{\text{ср}} - \mu_1 =$$

$$\Delta\mu_2 = \mu_{\text{ср}} - \mu_2 =$$

$$\Delta\mu_3 = \mu_{\text{ср}} - \mu_3 =$$

$$\Delta\mu_{\text{ср}} = \frac{\Delta\mu_1 + \Delta\mu_2 + \Delta\mu_3}{3} =$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta\mu_{\text{ср}}}{\mu_{\text{ср}}} \cdot 100\% =$$

Вывод

Контрольные вопросы

- 1 Что такое силы трения и какова их природа, а также возможные виды?
- 2 Чему равна максимальная сила трения покоя?
- 3 Как направлена сила трения скольжения и чему она равна?
- 4 Проанализируйте, каким последствиям привело бы отсутствие силы трения.

Лабораторная работа №3: «Изучение закона сохранения импульса и реактивного движения»

Цель: Экспериментально подтвердить справедливость закона сохранения импульса для двух шаров при их центральном столкновении.

Оборудование: весы, стальной шарик, прибор для изучения движения тела, брошенного горизонтально, лист бумаги

Оборудование: весы, стальной шарик, прибор для изучения движения тела, брошенного горизонтально, лист бумаги.

Ход работы:

1. Измеряем на весах массу стального шара m_1 и m_2 . На краю рабочего стола закрепляем прибор для изучения движения тела, брошенного горизонтально.
2. На место падения шарика кладем чистый лист белой бумаги, приклеивают его скотчем и накрывают копиркой.
3. Отвесом определяют на полу точку, над которой располагаются края горизонтального участка желоба.
4. Пускают шарик и измеряют дальность его полета в горизонтальном направлении l_1 .

5. По формуле $v_1 = l_1 \sqrt{\frac{g}{2h}}$ вычисляем скорость полета шара и его импульс P_1 .

6. Далее устанавливаем напротив нижнего конца желоба, используя узел с опорой, другой шарик. Вновь пускают стальной шарик, измеряют дальность полета l_1' и второго шара l_2' . Затем вычисляют скорости шаров после столкновения V_1' и V_2' , а также их импульсы p_1' и p_2' .
7. Данные занесем в таблицу.

№ опыта	m_1 , кг	m_2 , кг	l_1 , м	V_1 , м/с	P_1 , кг м/с	l_1' , м	l_2' , м	V_1' , м/с	V_2' , м/с	h , м	P_1' , кг м/с	P_2' , кг м/с
1.												

8. Произвести все необходимые вычисления.
9. Сделать вывод.

Лабораторная работа № 5 Сравнение работы силы с изменением кинетической энергией тела.

Цель работы: экспериментальная проверка теоремы о кинетической энергии.

Оборудование:

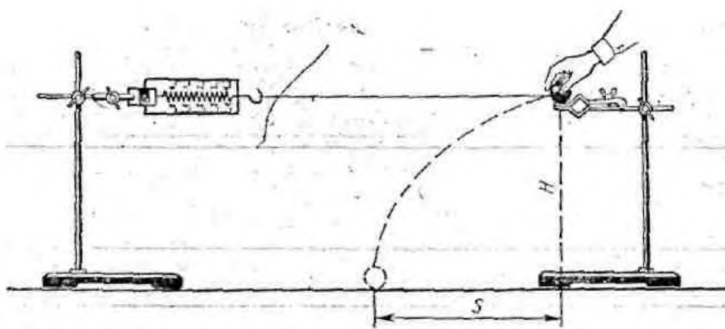
- 1) штативы для фронтальных работ — 2 шт.;
- 2) динамометр учебный;
- 3) шар;
- 4) нитки;
- 5) линейка измерительная 30 см с миллиметровыми делениями;
- 6) весы учебные со штативом;
- 7) гири Г4-210

Содержание и метод выполнения работы

Теорема о кинетической энергии утверждает, что работа силы, приложенной к телу, равна изменению кинетической энергии тела:

$$A = E_{k1} - E_{k2} = \Delta E_k$$

Для экспериментальной проверки этого утверждения можно воспользоваться установкой, изображенной на рисунке 1.



В лапке штатива закрепляют горизонтально динамометр. К его крючку привязывают шар на нити длиной 60—80 см. На другом штативе на такой же высоте, как и динамометр, закрепляют лапку. Установив шар на краю лапки, штатив вместе с шаром

отодвигают от первого штатива на такое расстояние, чтобы на шар действовала сила упругости $F_{упр}$ со стороны пружины динамометра. Затем шар отпускают. Под действием силы упругости шар приобретает скорость v , его кинетическая энергия изменяется от 0 до $\frac{mv^2}{2}$.

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

Для определения модуля скорости v шара, приобретенной под действием силы упругости $F_{упр}$, можно измерить дальность полета s шара при свободном падении с высоты H :

$$v = \frac{s}{t}, \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

Отсюда модуль скорости v равен: $v = \frac{S\sqrt{g}}{\sqrt{2H}}$, а изменение кинетической энергии равно $\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mS^2g}{4H}$.

Сила упругости во время действия на шар по закону Гука изменяется линейно от $F_{\text{упр1}} = 2H$ до $F_{\text{упр2}} = 0$, среднее значение силы упругости равно

$$F_{\text{упр ср}} = \frac{F_{\text{упр1}} + F_{\text{упр2}}}{2} = \frac{F_{\text{упр1}}}{2}.$$

Измерив деформацию пружины динамометра x , можно вычислить работу силы упругости: $A = F_{\text{упр ср}}x = \frac{1}{2}F_{\text{упр1}}x$.

Задача настоящей работы состоит в проверке равенства

$$A = \Delta E_k, \text{ т.е. } \frac{1}{2}F_{\text{упр1}}x = \frac{mS^2g}{4H}.$$

Порядок выполнения работы

1. Укрепите на штативах динамометр и лапку для шара на одинаковой высоте $H = 40$ см от поверхности стола. Зацепите за крючок динамометра нить с привязанным шаром.

2. Удерживая шар на лапке, отодвигайте штатив до тех пор, пока показание динамометра станет равным 2 Н. Отпустите шар с лапки и заметьте место его падения на столе. Опыт повторите 2—3 раза и определите среднее значение дальности полета S шара.

3. Измерьте массу шара с помощью весов и вычислите изменение кинетической энергии шара под действием силы упругости:

$$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mS^2g}{4H}$$

4. Измерьте деформацию пружины динамометра x при силе упругости 2 Н. Вычислите работу A силы упругости:

$$A = F_{\text{упр ср}}x = \frac{1}{2}F_{\text{упр1}}x$$

5. Оцените границы погрешности определения значения изменения кинетической энергии ΔE_k и работы A силы упругости.

Динамометр имеет погрешность $\Delta_D = 0,05$ Н, погрешность $\Delta m = 0,02$ кг, $\Delta g = 0,02 \frac{M}{c^2}$. Относительная погрешность изменения кинетической энергии

$$\varepsilon_{\Delta E_k} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{2\Delta S}{S} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta H}{H}$$

Абсолютная погрешность изменения кинетической энергии

$$\Delta(\Delta E_k) = \varepsilon_{\Delta E_k} \cdot E_k$$

6. Сравните полученные значения работы A силы упругости и изменения кинетической энергии ΔE_k шара. Сделайте вывод.

Лабораторная работа №6: «Измерение влажности воздуха»

Цель работы: научиться определять влажность воздуха с помощью специальных приборов, изучить их устройство и принцип действия.

Оборудование: психрометр, волосной гигрометр, психрометра Ламбрехта для определения точки росы, эфир, стакан с водой.

Краткие теоретические сведения

В воздухе всегда имеются водяные пары. От их количества зависят погода, самочувствие человека, сохранность произведений искусства и пищевых продуктов. В производственных помещениях необходимо поддерживать комфортную для человека влажность воздуха. Поэтому важно научиться определять количество водяных паров в атмосфере.

Влажность воздуха можно определить количественно с помощью двух характеристик: абсолютной и относительной влажности.

Абсолютной влажностью называется плотность водяного пара в 1 м^3 воздуха. Абсолютную влажность воздуха определяют с помощью гигрометра Ламбрехта. На опыте фиксируют момент «запотевания» блестящей поверхности цилиндра гигрометра (в результате воздействия испаряющегося эфира) и по термометру определяют температуру, при которой пары воды, находящейся в атмосфере, становятся насыщенными. Иначе говоря, гигрометр Ламбрехта показывает точку росы, зная которую по таблице 5 можно определить абсолютную влажность воздуха.

Степень насыщения воздуха водяными парами зависит от температуры. При низких температурах водяной пар в воздухе может оказаться очень близким к насыщению (будет сырым), а при высоких (при той же абсолютной влажности) будет далек от насыщения.

Относительной влажностью воздуха называется отношение массы фактически содержащегося в единице объема воздуха водяного пара к той же массе пара, которая содержалась бы в единице объема воздуха при той же температуре, если бы пар был насыщенным. Следовательно, относительная влажность воздуха показывает, насколько пары воздуха близки к насыщению.

Согласно стандарту относительная влажность воздуха измеряется отношением давлений насыщенного и ненасыщенного пара; однако при рассмотрении вопроса о количестве испарившейся воды или сконденсировавшейся жидкости необходимо знание плотности пара. Плотность пара ρ и давление пара p пропорциональны и, таким образом определены друг через друга:

$$p = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{M}$$

Поэтому, отношение давлений может быть заменено равным ему отношением плотностей:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Относительную влажность выражают в процентах:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$$

Испарение воды из водоемов, из предметов, содержащих влагу, с открытых слизистых оболочек организма человека происходит тем быстрее, чем меньше относительная влажность атмосферного воздуха.

Для хорошего самочувствия и здоровья необходимо, чтобы относительная влажность воздуха была в пределах от 40% до 60%. В зимнее время, когда в домах относительная влажность воздуха уменьшается до 10 - 20% (что ведет к высушиванию кожи, высыхание слизистой оболочки носа, горла и легких) и делает организм подверженным заболеваниям, необходимо увлажнять воздух.

Измерив с помощью гигрометра точку росы и зная температуру воздуха, можно с помощью таблицы 6 определить относительную влажность воздуха. Например, если точка росы равно 8°C (находим в таблице 6 абсолютную влажность воздуха – $\rho = 8.3 \cdot 10^{-3}$ кг/м³), а температура воздуха 19°C (соответствующая ей плотность насыщающих паров – $\rho_0 = 16.3 \cdot 10^{-3}$ кг/м³), то относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{8.3 \cdot 10^{-3}}{16.3 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = 50\%$$

Относительная влажность воздуха определяется и с помощью психрометра. Он состоит из двух термометров: один термометр (сухой) регистрирует температуру воздуха, а другой (конец которого обмотан увлажненной тканью) – температуру испаряющейся воды. Чем суше воздух (меньше относительная влажность), тем интенсивнее испаряется вода из влажной ткани и тем ниже ее температура. Зная разность показаний сухого и влажного термометров, можно определить относительную влажность воздуха по специальным психрометрическим таблицам.

Существуют приборы, по шкалам которых можно непосредственно отсчитывать относительную влажность воздуха в процентах. Это волосные, пленочные, полупроводниковые гигрометры.

Порядок выполнения работы

Работа с психрометром:

1. Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений:

Отчетная таблица

$t_c, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t = t_c - t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$\rho_0, \text{г/м}^3$	$\rho, \text{г/м}^3$

2. Определите цену деления термометров психрометра.

3. Измерьте комнатную температуру по сухому термометру психрометра t_c и температуру влажного термометра $t_{\text{вл}}$.

4. Определите относительную влажность воздуха, пользуясь психрометрической таблицей №2 (см. приложение №1). Записать результаты измерений и вычислений в таблицу.

5. По таблице №3 (см. приложение №1) «Плотность насыщающих водяных паров при различных температурах» определите ρ_0 (следует помнить, что температура воздуха определена по «сухому термометру»).

6. Определите абсолютную влажность воздуха ρ , зная относительную влажность φ и плотность насыщающих водяных паров ρ_0 при данной температуре воздуха в помещении:

$$\rho = \frac{\varphi \cdot \rho_0}{100\%}$$

Результаты вычислений занесите в таблицу.

Работа с волосным гигрометром:

По шкале волосного гигрометра определите относительную влажность воздуха.

Работа с гигрометром Ламбрехта:

1. Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений:

Отчетная таблица

Гигрометр школьный	$t_p, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$\rho_0, \text{г/м}^3$	$\varphi, \%$

2. Измерьте температуру воздуха в комнате

3. Налейте осторожно эфир в сосуд гигрометра.

4. Поместите термометр в сосуд гигрометра и прокачивайте грушей воздух через эфир до появления на зеркале сосуда росы.

5. Измерьте температуру, при которой появилась роса, т.е. точку росы t_p и записать ее в таблицу

6. Определите по таблице плотность насыщенных водяных паров, при найденной температуре $t = t_p$ (это есть ρ – абсолютная влажность воздуха при данной температуре).

7. Определите по таблице плотность насыщающих водяных паров ρ_0 при комнатной температуре.

8. Вычислите по формуле относительную влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100 \%$$

9. Сравните полученные значения абсолютной и относительной влажности воздуха, определенные с помощью различных измерительных приборов, сделайте выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что показывает относительная влажность воздуха? абсолютная влажность воздуха?

1. Почему понижается температура при увлажнении и где учитывается это явление?

2. В каком случае разность показаний термометров меньше – при более сухом или влажном воздухе в комнате?

3. Какие способы увлажнения и его осушения используются на практике

4. Почему при влажности воздуха меньше 100% у поверхности земли может пойти дождь, выпасть роса или иней.

Лабораторная работа №7: «Измерение поверхностного натяжения жидкости».

Теория. Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избытком потенциальной энергии по сравнению с энергией молекул, находящихся внутри жидкости. Как и любая механическая система, поверхностный слой жидкости самопроизвольно переходит в такое состояние, при котором потенциальная энергия его минимальна, при этом площадь свободной поверхности жидкости сокращается.

Сила, обусловленная взаимодействием молекул жидкости, вызывающая сокращение ее свободной поверхности и направленная по касательной к этой поверхности, называется силой поверхностного натяжения F_{nn} .

Величина, равная силе поверхностного натяжения, действующей на единицу длины границы свободной поверхности жидкости, называется коэффициентом поверхностного натяжения σ или просто поверхностным натяжением.

Поверхностное натяжение находится по формуле:

$$\sigma = \frac{F_{nn}}{L}$$

L-длина границы свободной поверхности жидкости.

Коэффициент поверхностного натяжения можно определить различными методами: методом отрыва капель, отрыва рамки, методом подъема воды в капилляре.

Цель работы: научиться определять коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва рамки.

Оборудование: весы с разновесом, стакан с водой, штатив лабораторный, пробирка с песком, масштабная линейка, лист бумаги, проволочная рамка на нитях.

Ход работы.

1. Зажать весы в лапке лабораторного штатива.
2. Привязать к одной из чашек весов нить с подвешенной рамкой и уравновесить весы песком (песок сыпать на лист бумаги, положенный на чашку).
3. Добиться горизонтального положения рамки.
4. Под чашкой установить стакан с дистиллированной водой так, чтобы поверхность воды находилась от рамки на расстоянии 1-2 см.
5. Осторожно опустить рамку рукой так, чтобы она, коснувшись воды, «прилипла» к ней.
6. Очень осторожно добавлять песок до отрыва рамки от поверхности воды.
7. Осушить рамку и вновь уравновесить весы, но уже при помощи гирь.
Определить массу гирь: $m = \dots \text{г} = \dots \text{кг}$
8. Измерить линейкой периметр рамки: $L = \dots \text{см} = \dots \text{м}$

9. Вычислить коэффициент поверхности натяжения воды по формуле:

$$\sigma = \frac{F_{\text{пн}}}{2L}$$

Учесть, что $F_{\text{пн}} = mg$, где m - масса гирь, g - ускорение свободного падения.

$F_{\text{пн}} =$ $\sigma =$

10. Рассчитать абсолютную ошибку:

$$\Delta\sigma = |\sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{выч}}|$$

11. Рассчитать относительную ошибку:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

12. Заполнить таблицу.

№п/п	m, кг	g, м/с ²	L, м	F _{пн} , Н	σ _{выч} , Н/м	σ _{табл} , Н/м	Δσ, Н/м	ε, %
		9,81				72*10 ⁻³		

Записать вывод, указав физический смысл измеренной величины и объяснить, почему результат, полученный в работе, отличается от табличной величины.

Ответить на контрольные вопросы

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?
2. Почему и как поверхностное натяжение зависит от температуры?
3. В двух одинаковых пробирках находится одинаковое количество капель воды. В одной пробирке вода чистая, в другой-с добавкой мыла. Одинаковы ли объемы отмеренных капель? Ответ обоснуйте.

Лабораторная работа № 8 Наблюдение роста кристаллов.

Цель работы: научиться создавать кристаллы, пронаблюдать рост кристалла. Определить модуль упругости резины при растяжении.

Краткая теория. Существуют два простых способа выращивания кристаллов из раствора: охлаждение насыщенного раствора соли и его выпаривание. Первым этапом при любом из двух способов является приготовление насыщенного раствора. С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики. Чтобы вырастить крупный кристалл, в тщательно отфильтрованный насыщенный раствор нужно внести кристаллик - затравку, заранее прикрепленный на волосе или тонкой леске, предварительно обработанной спиртом.

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

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

При установившейся упругой деформации равнодействующая всех внутренних сил упругости, возникающих в теле в любом его сечении, уравнивает внешние силы, действующие на тело.

Согласно закону Гука, напряжение σ и вызванное им относительное удлинение ε пропорциональны: $\sigma = E \varepsilon$, где E — модуль упругости.

После преобразования этого выражения получим:

$$E = \frac{F}{S} \cdot \frac{l_0}{\Delta l} \quad \text{или} \quad E = \frac{4mgl_0}{\pi d^2(l-l_0)}.$$

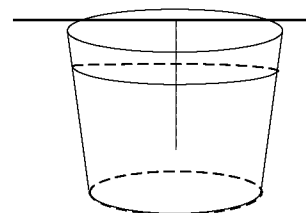
Для экспериментального определения модуля упругости нужно измерить все величины: деформирующую силу F ($F=mg$), сечение образца S ($S = \frac{\pi d^2}{4}$), его первоначальную длину l_0 и удлинение Δl .

Оборудование: поваренная соль, дистиллированная вода, воронка, деревянная шпатель, марля, стаканы, нитка (леска), резиновый шнур длиной 25—30 см и сечением 4—10 мм², набор грузов по 0,1 кг, штатив, линейка, штангенциркуль или микрометр.

Ход работы:

I. Наблюдение роста кристаллов из раствора.

1. Вымыть два стакана, простерилизовать их.
2. Взять 200 г дистиллированной воды, растворить в ней 50 г поваренной соли (10 чайных ложек). Профильтровав, перелить раствор в другой стакан.
3. На шпажку прикрепить нить, обработанную спиртом, так, чтобы нить не доставала до дна стакана (см. рисунок).
4. Опустить нить в стакан с фильтрованным раствором.
5. Пронаблюдать рост кристаллов в стакане.
6. Сделать вывод.



II. Изучение деформации растяжения.

1. Измерить с помощью штангенциркуля или микрометра толщину шнура и вычислить площадь его поперечного сечения S .
3. Подвешивая к шнуру грузы массой 0,1 кг, 0,2 кг, 0,3 кг, измерить соответствующие абсолютные удлинения шнура: и вычислить относительные удлинения шнура.
4. По результатам измерений вычислить модуль упругости резины E и оценить погрешности эксперимента:

$$\varepsilon = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta l}{l - l_0} - \text{относительная погрешность,}$$

$\Delta E = E \cdot \varepsilon$ - 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. При каких условиях возникают кристаллы в жидких растворах?
2. Как влияют скорости роста граней на форму кристалла?
3. Каков простейший метод выращивания кристаллов?
4. Какие виды деформаций вы знаете?
5. Изменяется ли внутренняя энергия деформированных тел?

Лабораторная работа № 9 Изучение теплового расширения твёрдых тел.

Цель работы: научиться определять коэффициент линейного расширения твёрдого тела по экспериментальным данным.

Краткая теория. Тепловое расширение представляет собой изменение размеров тел при их нагревании. Количественно тепловое расширение характеризуется коэффициентами линейного и объемного расширения.

Пусть тело при температуре T_1 имеет длину l_1 , а при температуре $T_2 = T_1 + \Delta T$ (где ΔT - сравнительно небольшой интервал температур) имеет длину l_2 , тогда коэффициент линейного расширения определяется из соотношения:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta T}, \quad (1)$$

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

Аналогично коэффициент объемного расширения β определяется из соотношения:

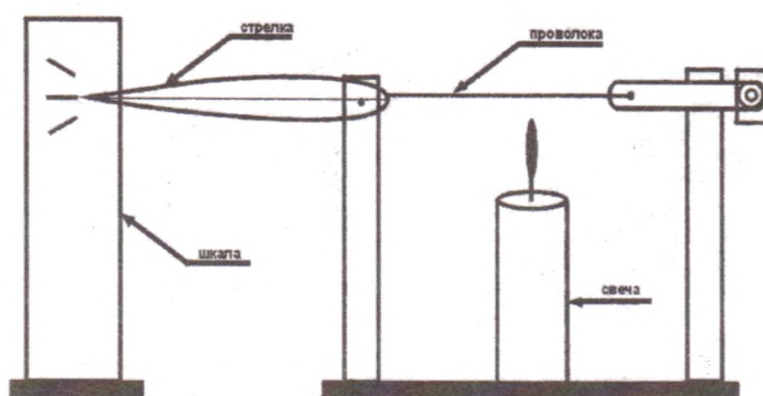
$$\beta = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}, \quad (2)$$

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

Оборудование: набор лабораторный «Тепловые явления».

Ход работы

1. Для наблюдения за расширением твердых тел (проволоки) собрать установку



2. Под проволоку поместить свечу и наблюдать за изменением положения стрелки, убрать свечу и описать наблюдаемое явление:

3. Выполнить работу для других видов проволоки.

4. Определить коэффициент линейного расширения твёрдого тела по экспериментальным данным:

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

вещество	l_0 , м	T_0 , К	T , К	Δl , м	α , $^{-1}\text{К}$	α_T , $^{-1}\text{К}$	ε , %
медь							
алюминий							
сталь							

6. По результатам измерений оценить погрешности эксперимента

$$\varepsilon = \frac{|\alpha - \alpha_T|}{\alpha_T} :$$

7. Сделать вывод:

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение коэффициента линейного теплового расширения твёрдого тела. В каких единицах он измеряется?
2. Запишите, как зависит длина тела от его температуры?
3. Как коэффициент линейного расширения связан с коэффициентом объёмного расширения для изотропных твёрдых тел?
4. Как с физической точки зрения объяснить увеличение размеров твёрдого тела при возрастании его температуры?

Лабораторная работа № 10 Изучение особенностей теплового расширения

ВОДЫ.

Цель работы: изучить свойства воды связанные с тепловым расширением, теплопроводностью.

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

Коэффициент объемного расширения слабо зависит от температуры. Вода является исключением и коэффициент расширения воды сильно зависит от температуры, а в интервале от 0 до 4 °С принимает отрицательное значение. Другими словами объём воды уменьшается от 0 до 4 °С, а затем возрастает.

Оборудование: набор лабораторный «Тепловые явления».

Ход работы:

1. Наполнить пробирку водой и плотно закрыть пробкой с трубочкой. Начальный уровень отметить маркером. Пробирку нагреть при помощи свечи.



рис.1

2. Когда уровень воды поднимется на 20-30 мм, нагревание прекратить и поместить пробирку в стакан с водой.

3. Описать наблюдаемое явление. Сделать вывод:

4. Налить в пробирку воды, заткнуть ее пробкой с отверстием. Взять за дно. Нагреть, как показано на рисунке 2, до кипения воды.



рис.2

5. Сделать вывод:

6. Наполнить большую пробирку холодной водой, измерить температуру и вылить воду в стакан. $t_1 = \underline{\hspace{2cm}}$.

7. Наполнить ту же пробирку горячей водой, измерить температуру, вылить и эту воду в стакан. $t_2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

8. Измерить температуру получившейся смеси, $t_3 = \underline{\hspace{2cm}}$.

9. Составить уравнение теплового баланса и рассчитать температуру смеси $t = \underline{\hspace{2cm}}$.

10. Сравнить t и t_3 и сделать вывод:

Контрольные вопросы:

1. Объясните особенности теплового расширения воды.
2. Какое значение имеет тепловое расширение тел в природе и технике.
3. Дайте определение удельной теплоемкости тела.

4. В чем смысл теплового баланса?

Лабораторная работа №11: «Изучение закона Ома для участка цепи»»

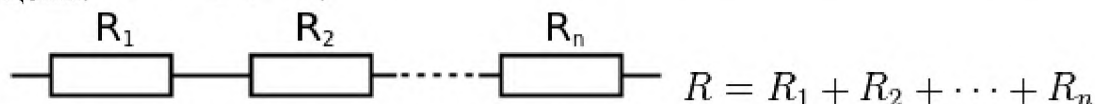
Цель работы: изучить последовательное и параллельное соединения проводников.

Краткая 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 ни одного узла. При параллельном соединении 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: $I = I_1 = I_2$.

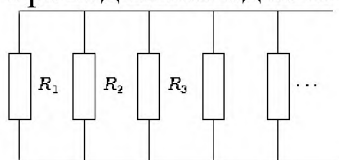
Полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи: $U = U_1 + U_2$.



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 соединённых проводниках: $I = I_1 + I_2$

Напряжение на участках цепи АВ и на концах всех параллельно соединённых проводников одно и то же: $U = U_1 = U_2$.



Для двух параллельно соединённых резисторов их общее сопротивление равно:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Если $R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n$, то общее сопротивление равно:

$$R = \frac{R_1}{n}$$

При параллельном соединении резисторов их общее сопротивление будет меньше наименьшего из сопротивлений.

Оборудование: набор L – микро (резисторы, ключ, металлический планшет, соединительные провода), амперметр, вольтметр, источник электропитания.

Ход работы:

I. *Последовательное соединение проводников.*

1. Собрать цепь по схеме (рис. 1):

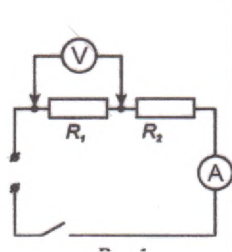


рис. 1

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 U_1+U_2 .
5. Изменить схему установки и измерить общее напряжение на двух сопротивлениях U_{12} .
6. Проверить, выполняется ли равенство: $U_{12}=U_1+U_2$.
7. Проверить справедливость равенств $R_{12}=R_1+R_2$ и $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$.

II. Параллельное соединение проводников.

1. Собрать цепь по схеме (рис. 2):

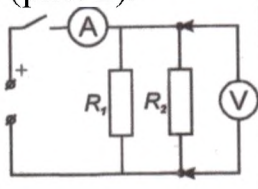


рис. 2

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 I_1+I_2 .
5. Изменить схему установки и измерить общую силу тока в цепи I_{12} .
6. Проверить, выполняется ли равенство: $I_{12}=I_1+I_2$.
7. Проверить справедливость равенств $1/R_{12}=1/R_1+1/R_2$ 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.

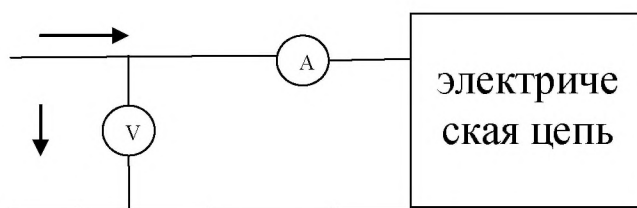
Лабораторная работа №12: «Изучение закона Ома для полной цепи»

Цель работы: изучить зависимость силы тока от напряжения, построить вольт - амперную характеристику.

Краткая теория. 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 (см. рисунок).

Ток цепи измеряется амперметром, включенным последовательно с цепью (см. рисунок)

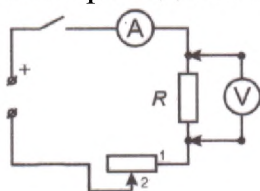


Ток и напряжение на участке электрической цепи с резисторным элементом R , связаны законом Ома $I = \frac{U}{R}$.

Оборудование: набор L – микро (резисторы R_1 , R_2 , переменный резистор, ключ, металлический планшет, соединительные провода), амперметр, вольтметр, источник электропитания, миллиметровая бумага.

Ход работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме (переменный резистор включить в схему, вставляя соединительные провода в гнезда 1 и 2 на его подставке):



2. Замкнуть ключ и, вращая ручку переменного резистора, установить на сопротивлении R_1 величину напряжения 2В, 2,5 В, 3 В, 3,5 В, 4В. Измерить силу тока при данных значениях напряжения.
3. Заменить в собранной цепи сопротивление R_1 на сопротивление R_2 , повторить измерения из пункта 2.
4. Результаты измерений записать в таблицу:

Напряжение, U, В	2	2,5	3	3,5	4
Сила тока I_1 , А					
Сила тока I_2 , А					

5. Построить график зависимости $I(U)$ на сопротивлении R_1 , на том же графике построить зависимость на сопротивлении R_2 .

6. Установить, изменился ли характер зависимости силы тока от напряжения на участке цепи при изменении сопротивления этого участка.
7. Установить, как наклон графика зависимости силы тока от напряжения на участке цепи зависит от сопротивления этого участка.
8. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Как присоединяется в электрической цепи амперметр? Почему?
2. Как присоединяется к электрической цепи вольтметр? Почему?
3. Зависит ли сопротивление проводника от приложенного к нему напряжения и силы тока? Перечислить от чего зависит сопротивление проводника.
4. Как можно найти напряжение на концах проводника, если известны силы тока в цепи и сопротивление проводника?

Лабораторная работа №13: «Изучение явления электромагнитной индукции»

Цель работы: изучить явление электромагнитной индукции.

Краткая теория. Явление возникновения ЭДС в проводящем контуре, находящемся в переменном поле или движущемся постоянном магнитном поле, называется электромагнитной индукцией. ЭДС индукции, согласно закону электромагнитной индукции, равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром: $\varepsilon_{\text{инд}} = -\frac{d\Phi}{dt}$. Знак минус отражает правило Ленца, которое гласит: индукционный ток всегда направлен таким образом, что его действие противоположно действию причины, вызывающей его.

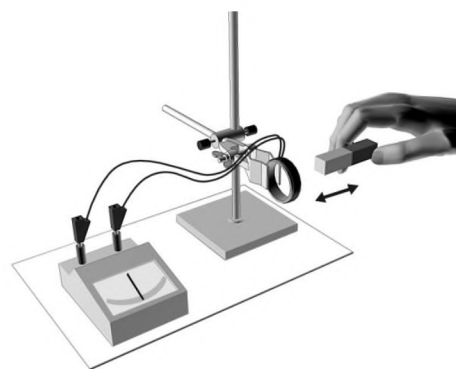
Вихревое электрическое поле порождается переменным магнитным. Его силовые линии всегда замкнуты, подобно силовым линиям магнитного поля. Сущность явления электромагнитной индукции заключается не столько в появлении индукционного тока, сколько в возникновении вихревого электрического поля. В отличие от электростатического поля вихревое электрическое поле является непотенциальным.

Частным случаем явления электромагнитной индукции является самоиндукция. Самоиндукция – это возникновение ЭДС в проводящем контуре при изменении в нем силы тока: $\varepsilon_{\text{си}} = -L\frac{dI}{dt}$.

Оборудование: катушка – моток, постоянный магнит, миллиамперметр, штатив с муфтой и лапкой.

Ход работы.

1. Закрепить в лапке штатива катушку и подключить ее к миллиамперметру.
2. Приближая и удаляя с разной скоростью магнит к катушке, установить по показаниям миллиамперметра, как зависит величина индукционного тока от скорости изменения магнитного поля в месте расположения катушки.
3. Установить, зависит ли направление индукционного тока от положения полюсов движущегося магнита.
4. Повторить опыты, закрепив в лапке штатива магнит, приближая и удаляя катушку.
5. Зарисовать один из случаев взаимного движения катушки и магнита с указанием направления индукционного тока в катушке.
6. Сопоставить полученный результат с правилом Ленца. Сделать вывод.



Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон Фарадея.
2. Сформулируйте правило Ленца.

3. В чем отличие силы Ампера от силы Лоренца?
4. Сформулируйте правило буравчика для витка с током.
5. В чем заключается явление взаимной индукции?
6. Рассказать об устройстве и принципе действия электрического генератора.

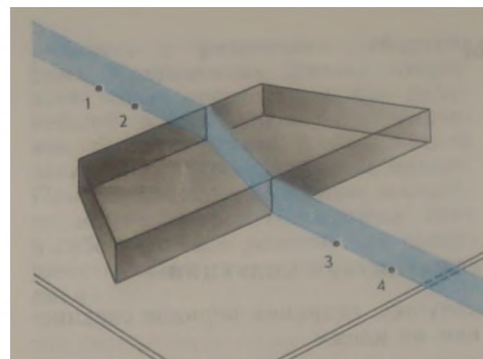
Лабораторная работа №14: «Определение показателя преломления стекла».

Цель работы: Определить показатель преломления стекла; сделать вывод о зависимости показателя преломления стекла от угла падения.

Оборудование: стеклянная пластина в форме трапеции, металлический экран с щелью, лампочка, линейка, карандаш.

Краткие теоретические сведения

В работе измеряется показатель преломления стеклянной пластины, имеющей форму трапеции. На одну из параллельных граней пластины наклонно к ней направляют узкий световой пучок. Проходя через пластину, этот пучок света испытывает двукратное преломление.



1. Для проведения эксперимента выберите одну из стеклянных пластин.

2. Выберите угол падения светового пучка α равный примерно 45° .

3. Поместите пластину так, что бы она преломляла световой пучок.

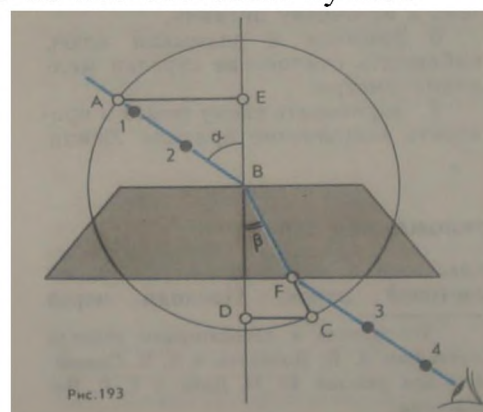
4. Проведите границы раздела сред воздух-стекло и стекло-воздух.

5. Вдоль падающего на пластину и вышедшего из нее световых пучков поставьте по паре точек.

6. Включите свет и верните пластину на место.

7. Прочертите входящий, выходящий и преломленный лучи.

8. Через точку В, в которой падающий луч преломляется, на границе раздела сред воздух-стекло проведите перпендикуляр к границе.



9. Проведите окружность с центром в точке В.

10. Постройте прямоугольные треугольники ABE и CBD.

11. Измерьте с помощью линейки длину отрезка AE. Занесите результаты измерения в таблицу.

12. Измерьте с помощью линейки длину отрезка DC. Занесите результаты измерения в таблицу.

13. В обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм. Погрешность отсчета надо взять также равной 1 мм. Внесите в таблицу значения:

- ΔAE - максимальная абсолютная погрешность измерения отрезка AE,

- ΔDC - максимальная абсолютная погрешность измерения отрезка DC,

15. Показатель преломления стекла относительно воздуха определяется по формуле:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}.$$

Так как $\sin \alpha = AE/AB$, $\sin \beta = DC/BC$ и $AB=BC$, то формула для определения показателя преломления стекла примет вид

$$n_{пр} = AE/DC.$$

16. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения показателя преломления.

$$\varepsilon = \frac{\Delta AE}{AE} + \frac{\Delta DC}{DC}.$$

$$n = n_{пр} \pm \Delta n$$

17. Если вы будете проводить эксперимент еще раз, то предварительно добавьте строку в отчетную таблицу результатов.

Отчетная таблица

Измерено		Вычислено				
<i>AE, мм</i>	<i>DC, мм</i>	<i>n_{пр}</i>	<i>ΔAE, мм</i>	<i>ΔDC, мм</i>	<i>ε, %</i>	<i>Δn, мм</i>

Контрольный вопрос

1. Чтобы определить показатель преломления стекла, достаточно измерить транспортиром углы и вычислить их отношение. Какой из методов определения показателя преломления предпочтительней этот или использованный в работе?

Лабораторная работа №15: «Изучение интерференции и дифракции света».

Цель работы: экспериментально изучить явления интерференции и дифракции света.

Краткая теория. Свет представляет собой электромагнитные волны, и для него при определенных условиях наблюдается явление дифракции – огибание волнами краёв препятствий. Но наблюдать дифракцию света нелегко. Волны отклоняются от прямолинейного распространения на заметные углы только на препятствиях, размеры которых сравнимы с длиной волны, а длина световой волны очень мала. На явлении дифракции основано устройство оптического прибора – дифракционная решетка. Она представляет собой совокупность большого числа узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками. Решетка разлагает свет в спектр и позволяет очень точно измерять длины световых волн. Угол, определяющий направление на главный дифракционный максимум спектра, полученного с помощью решетки, находят из соотношения $d \sin \varphi = k\lambda$.

Один из простейших и распространённых в быту примеров отражательных дифракционных решёток — компакт-диск или DVD. Примерно треть ширины этой дорожки занята углублением (это записанные данные), рассеивающим падающий на него свет. Таким образом, компакт диск — отражательная дифракционная решётка с периодом 1,6 мкм.

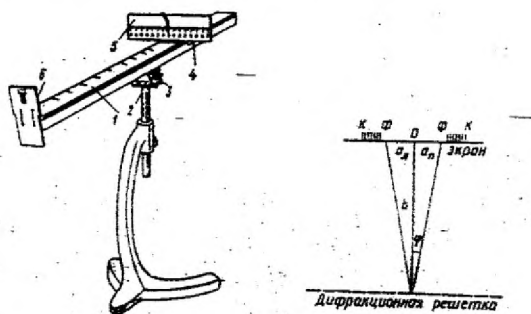
Интерференция в тонких пленках – это сложение световых волн, отраженных от нижней и поверхности пленки, в результате чего на ее поверхности появляются радужные полосы.

Оборудование: прибор для определения длины световой волны, дифракционная решетка, лампа накаливания или свеча.

Ход работы.

Изучение дифракции света

1. Вставить дифракционную решетку в рамку 6 на продольной линейке 1 прибора.



2. Экран со шкалой 5 установить на конце продольной линейки.
3. Смотря на лампу через дифракционную решетку, расположить прибор так, чтобы через прорезь в экране была видна нить лампы.
4. Перемещением экрана со шкалой по продольной линейке добиться наиболее четкого изображения на экране спектров первого и второго порядков.
5. Измерить расстояние b от экрана до дифракционной решетки.

6. Определить расстояние от щели до середин красной полосы как слева $a_{л}$, так и справа $a_{п}$ для спектров 1-го порядка и вычислить среднее значение $a_{ср}$.
7. Опыт повторить со спектром 2 – го порядка.
8. Измерения повторить и для фиолетовых полос.
9. Вычислить длину волны λ по формуле: $n\lambda = \frac{d \cdot a}{b}$.

10. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№	Период решетки d, мм	Порядок спектра n	Расстояние от экрана до решетки b, мм	Видимые границы спектра фиолетового света			Видимые границы спектра красного света			Длина световой волны	
				слева $a_{л}$, мм	справа $a_{п}$, мм	среднее $a_{ср}$, мм	слева $a_{л}$, мм	справа $a_{п}$, мм	среднее $a_{ср}$, мм	$\lambda_{кр}$	$\lambda_{ф}$
1.		1									
2.		2									

11. Сделать вывод.

Изучение интерференции света

1. Окунуть проволочную рамку в мыльный раствор и внимательно рассмотреть образовавшуюся мыльную пленку. Зарисовать в тетради увиденную интерференционную картину.

Сделать вывод: _____

2. Рассмотреть под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производилась запись). Описать интерференционную картину. Объяснить наблюдаемые явления.

Контрольные вопросы:

1. Что такое дифракция, дифракционная решетка и период дифракционной решетки?
2. Почему при дифракции максимумы располагаются как слева, так и справа от нулевого максиму?
3. Какое явление называют явлением интерференции?
4. Для каких волн характерно явление интерференции?
5. Дайте определение когерентных волн.
6. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?

2.3. Задания для проведения практических работ.

Практическое занятие №1. Решение задач по теме: «Кинематика. Динамика».

Цель:

- проверка знаний, умений и навыков по теме «Кинематика»
- развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;
- формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Механика - часть физики, в которой изучаются закономерности механического движения и причины, вызывающие или изменяющие это движение.

Основу классической механики составляют *кинематика, динамика и законы сохранения*.

Основная задача механики – определение положения тела в любой момент времени.

Кинематика рассматривает виды движения тел без учета причин, его вызывающих.

Механическое движение – изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

Материальная точка – это тело, размерами и формой которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

Система отсчета – совокупностью тела отсчета, системы координат и связанных с ними часов.

Тело отсчета – произвольно выбранное тело (его считают неподвижным), относительно которого определяют положение других тел.

С телом отсчета связывают **систему координат**, простейшей из которых является **декартова система координат**.

Положение тела определяется в пространстве - тремя координатами (x,y,z), на плоскости – двумя координатами (x,y), на прямой – одной координатой (x).

Часы в системе отсчета должны быть неподвижны относительно тела отсчета.

Поступательным движением тела *называется движение*, при котором *все точки тела движутся одинаково*

Относительность движения — это зависимость кинематических характеристик (перемещение, скорость, ускорение) от выбора системы отсчета.

Траектория движения материальной точки — непрерывная линия, описываемая материальной точкой (телом) относительно выбранной системы отсчета.

Виды движений: прямолинейное равномерное, прямолинейное равноускоренное, криволинейное.

Прямолинейное движение

Определения: Движение по прямой траектории называется *прямолинейным*.

Характеристики прямолинейного движения

Прямолинейное равномерное движение – это движение, при котором тело за равные промежутки времени совершает *одинаковые перемещения*.

1. **Путь** – длина траектории; $l (м)$

2. **Перемещение** – направленный отрезок, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением; $s (м)$: $\vec{s} = \vec{v}t$

3. **Скорость** равна отношению перемещения s за время t к этому промежутку времени.

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

4. **Координата точки** x (м): $x = x_0 + s_x$

Прямолинейное равноускоренное движение – это движение, при котором тело за равные промежутки времени *изменяет свою скорость* на одну и ту же величину.

1. **Ускорение** – величина, равная отношению изменения скорости за время t к этому времени:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

2. **Мгновенная скорость** – скорость в данный момент времени : $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

3. **Средняя скорость** - : $\vec{v}_{\text{ср}} = \frac{\vec{s}}{t}$

4. **Перемещение**: $\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$

5. **Координата точки**: $x = x_0 + s_x$

Свободное падение

Свободным падением называется движение тела под действием силы притяжения Земли или любой другой планеты.

Вблизи планеты все тела падают с одним и тем же ускорением, которое называется ускорением свободного падения.

Обозначается буквой g (м/с²); $g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$.

$\vec{h} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$, где h – высота падения (подъема).

Графики прямолинейного равномерного движения

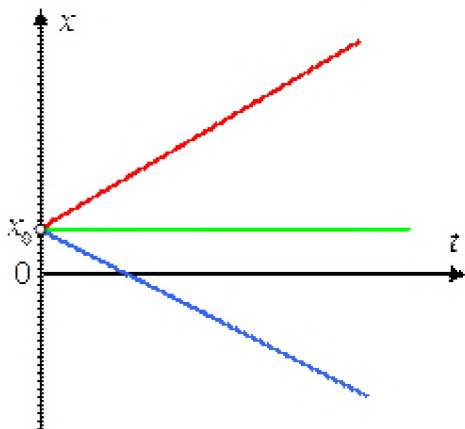


График зависимости координаты тела от времени: $x = x(t)$

от времени: $x = x(t)$

На левом графике изображена зависимость координаты трех разных движущихся тел от времени. Красный график соответствует случаю, когда скорость тела направлена в ту же сторону, что и ось координат. Зеленый график соответствует случаю покоящегося тела.

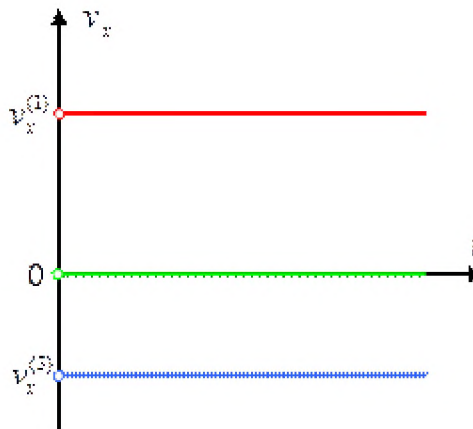


График зависимости проекции скорости от времени: $v_x = v(t)$

от времени: $v_x = v(t)$

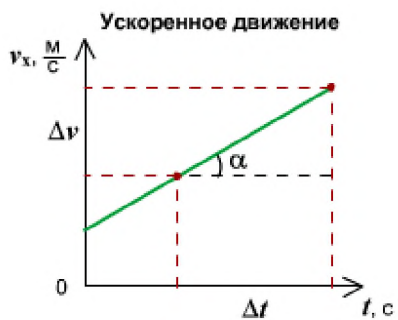
Синий – случаю, когда скорость противоположно направлена к оси координат. Точка x_0 , в которой каждый из трех графиков пересекает ось Ox , – это начальная координата тела.

На правом графике изображены зависимости скоростей тела от времени. Поскольку при равномерном прямолинейном движении скорости тел не меняются, графики являются прямыми, параллельными оси времени. Красный график соответствует положительной скорости (скорость направлена в ту же сторону, что и ось координат), зеленый график соответствует покоящемуся телу (скорость постоянна и равна нулю), а синий – отрицательной скорости (скорость противоположно направлена оси координат).

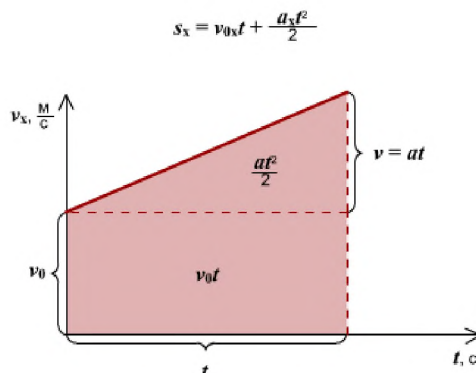
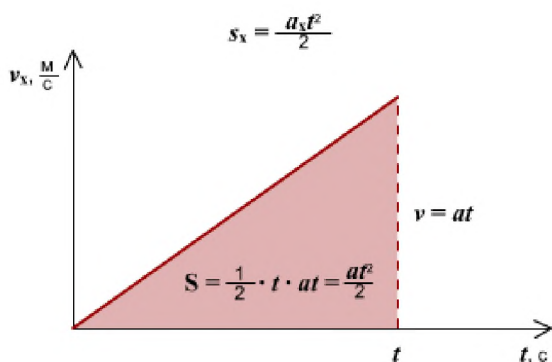
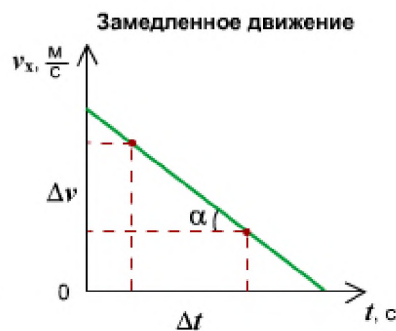
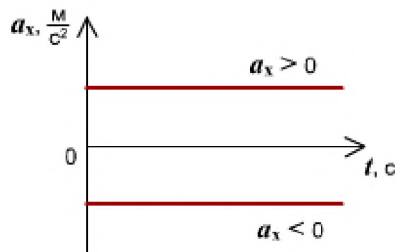


Правило определения пути по графику $v(t)$: Численное значение перемещения (пути) – это площадь прямоугольника под графиком скорости.

Графики прямолинейного равноускоренного движения



$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \operatorname{tg} \alpha$$



Правило определения пути по графику $v(t)$: Путь тела – это площадь треугольника (или трапеции) под графиком скорости.

Практическая часть Алгоритм решения задач

1. Прочитайте внимательно задачу.
2. Запишите условие задачи с помощью буквенных обозначений.
3. Переведите все значения величин в систему СИ (если это необходимо).
4. Выполните поясняющий рисунок или схему (при необходимости).
5. Решите задачу в общем виде.
6. Проверьте правильность выведенной вами формулы по наименованию величин.
7. Выполните вычисления.
8. Запишите ответ.

Примеры решения задач.

I. Прямолинейное движение.

1. Два велосипедиста выехали из одного населенного пункта в противоположном направлении. Через сколько часов расстояние между ними окажется 108 км, если один двигался со скоростью 12 км/ч, а другой - 15 км/ч?

Решение.

Найдем скорость удаления $\vartheta = \vartheta_1 + \vartheta_2 = 12 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + 15 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 27 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. $t = \frac{s}{v} = \frac{108 \text{ км}}{27 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 4 \text{ ч}$

2. При равноускоренном движении автомобиля в течение 6 с его скорость изменилась от 11 м/с до 17 м/с. Чему равен модуль ускорения автомобиля?

Дано:

$$v_0 = 11 \text{ м/с}$$

$$v = 17 \text{ м/с}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

Найти: a -?

Решение.

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{17 - 11}{6} = 1 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

Ответ: 1 м/с²

3. Поезд отходит от станции. Какое перемещение совершит он за 10 с, двигаясь с ускорением 0,2 м/с²?

Дано:

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$a = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$t = 10 \text{ с}$$

Найти: s -?

Решение.

$$s = \frac{at^2}{2}$$

$$s = \frac{0,2 \cdot 10^2}{2} = 10 \text{ (м)}$$

Ответ: 10 м

4. Автомобиль проехал 270 км со скоростью 90 км/ч, а потом еще 140 км со скоростью 70 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?

Дано:

$$s_1 = 270 \text{ км}$$

$$v_1 = 90 \text{ км/ч}$$

$$s_2 = 140 \text{ км}$$

$$v_2 = 70 \text{ км/ч}$$

Найти: $v_{\text{ср}} - ?$

Решение.

$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}; \quad s = s_1 + s_2 = 270 + 140 = 410 \text{ (км)}$$

$$t = t_1 + t_2; \quad t_1 = s_1 / v_1 = 270 / 90 = 3 \text{ (ч)}$$

$$t_2 = s_2 / v_2 = 140 / 70 = 2 \text{ (ч)} \quad t = 3 + 2 = 5 \text{ (ч)}$$

$$v_{\text{ср}} = 410 / 5 = 82 \text{ (км/ч)}$$

Ответ: 82 (км/ч)

5. На рисунке представлен график зависимости проекции скорости от времени для движущегося тела. По данному рисунку запишите эту зависимость аналитически.

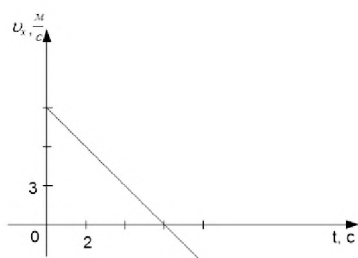


Рис. Иллюстрация к задаче

Решение

Зависимость является прямой, так как тело двигалось равноускоренно. Зависимость скорости от времени при равноускоренном движении выглядит следующим образом:

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x \cdot t$$

Для того чтобы записать эту зависимость для данного тела, необходимо найти проекцию начальной скорости v_{0x} и проекцию ускорения a_x .

Начальная скорость – это скорость, в начальный момент времени, то есть при $t = 0$. На данном графике видно, что начальная скорость равна $v_{0x} = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (цена одного деления на оси проекции скорости – $3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$).

Формула для нахождения проекции ускорения:
$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

Начальная скорость v_{0x} нам известна, а v_x определим в произвольный момент времени. В данном случае удобно определить скорость v_x в точке пересечения прямой с осью времени.

Скорость в этой точке равна нулю $v_x = 0$. Время, за которое скорость изменилась с $9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ до $0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, определим по графику. Это время равно $t = 6 \text{ с}$ (цена одного деления на оси времени – 2 с).

Подставляем полученные данные в формулу проекции ускорения:

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{0 - 9}{6} = -1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Подставляем значение проекции начальной скорости и ускорения в закон изменения проекции скорости со временем:

$$v_x = 9 - 1,5t$$

Omøem: $v_x = 9 - 1,5t$

Практическое занятие №2. Решение задач по теме: «Силы в природе»

Цель: Научиться применять основные формулы равномерного прямолинейного и равноускоренного прямолинейного движения при расчете основных кинематических величин для различных случаев равноускоренного движения.

Время выполнения практической работы – 2 часа.

Цель: Научиться определять равнодействующую сил действующих на тело, силу натяжения нити между телами, ускорение, скорость, импульс грузов, а также кинетическую энергию тел и работу силы тяжести.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Получить и выполнить индивидуальные задания.

Теоретическая часть

Основная задача динамики — определение положения тела в пространстве в любой момент времени, когда известны действующие на тело силы и заданы начальные координаты и скорость тела.

Сила — векторная физическая величина, являющаяся мерой взаимодействия тел. Сила характеризуется числовым значением (модулем), направлением действия и точкой приложения к телу.

При действии на тело нескольких сил их можно заменить

равнодействующей силой этих сил: \vec{F}_p , представляющей собой векторную сумму

$$\vec{F}_p = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n, \quad \text{или} \quad \vec{F}_p = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

Масса (инертная) — скалярная физическая величина, характеризующая способность тела сохранять постоянную скорость, если тело не взаимодействует с другими телами или действие других тел скомпенсировано. Масса обладает следующими свойствами:

1) Масса тела равна сумме масс всех частиц, из которых оно состоит. При соединении двух тел в одно массы этих тел складываются (свойство аддитивности);

2) Для данной системы тел справедлив закон сохранения массы: при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается неизменной (при $v \ll c$).

Масса (гравитационная) — скалярная физическая величина, определяющая силу взаимного притяжения тел и обладающая теми же свойствами, что и инертная масса.

Инертная и гравитационная массы характеризуют различные свойства тел, но, как показывает опыт, они всегда эквивалентны (инертная и гравитационная массы одного и того же тела равны).

Основными законами классической динамики являются законы Ньютона. Законы Ньютона следуют из опыта, взаимосвязаны друг с другом, не подчинены друг другу и справедливы только в инерциальных системах отсчета.

Инерциальные системы отсчета (ИСО) — это системы, в которых тело (группы тел), не подверженное действию сил (или действия сил скомпенсированы), находится в покое или движется равномерно и прямолинейно. Система отсчета, движущаяся относительно данной ИСО равномерно и

прямолинейно, также является инерциальной. Систему отсчета, связанную с Землей, с большой степенью точности можно считать инерциальной.

Первый закон Ньютона: в инерциальных системах отсчета тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют другие тела, либо действуют, но это действие скомпенсировано:

$$\vec{F}_p = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0},$$

значит, $\vec{v} = \text{const}$, $\vec{a} = 0$.

Второй закон Ньютона: ускорение, полученное телом в ИСО, прямо пропорционально равнодействующей приложенных к нему сил, обратно пропорционально массе тела:

$$\vec{a} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{m}.$$

Если же рассматривать действие каждой силы в отдельности, имеет место принцип независимости действия сил (принцип суперпозиции действия). В этом случае результирующее ускорение тела представляет собой векторную сумму ускорений, вызываемых каждой силой в отдельности:

$$\vec{a}_p = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \dots + \vec{a}_n, \quad \text{или} \quad \vec{a}_p = \sum_{i=1}^n \vec{a}_i$$

В случае равномерного движения по окружности тело имеет центростремительное ускорение, направленное согласно второму закону Ньютона к центру окружности:

$$\vec{a}_ц = \frac{\vec{F}}{m},$$

где $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$.

Третий закон Ньютона: в ИСО силы взаимодействия между двумя телами имеют одинаковую физическую природу, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Эти силы приложены к разным телам и поэтому не уравновешивают друг друга.

В задачах механики встречаются следующие виды сил: тяготения (гравитационные силы), упругости и сопротивления.

1. Сила тяготения. Согласно закону всемирного тяготения сила притяжения между двумя точечными массами m_1 и m_2 прямо пропорционально произведению масс и обратно пропорциональна

$$F_{12} = F_{21} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

квадрату расстояния r между ними:

где $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ — гравитационная постоянная.

Силой тяжести называется сила, обусловленная взаимным притяжением между телом и Землей с учетом ее вращения. В первом приближении сила тяжести равна силе всемирного тяготения между телом массой m и Землей массой M . Она приложена к центру тяжести тела, направлена вертикально вниз и сообщает телу ускорение свободного падения g :

$$F_{\text{тяж}} \approx F = mg,$$

где $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$, M — масса Земли, m — масса тела, R — радиус Земли.

Ускорение свободного падения у поверхности Земли

$$g = G \frac{M}{R^2}.$$

На высоте h над поверхностью Земли эти формулы имеют вид:

$$F = G \frac{M \cdot m}{(R+h)^2}; \quad g = G \frac{M}{(R+h)^2}.$$

Весом тела (P) называется сила, с которой тело вследствие его притяжения к Земле действует на опору или подвес. Вес приложен не к самому телу, а к опоре или подвесу.

Для покоящегося тела (или тела, движущегося равномерно и прямо- линейно) на основе первого и третьего законов Ньютона имеем $P \sim mg$.

Вес тела, движущегося с ускорением a , в зависимости от его направления по отношению к направлению ускорения свободного падения, может быть больше веса покоящегося тела, когда направления обоих ускорений противоположны, и меньше, когда направления обоих ускорений совпадают ($P = m(g \pm a)$).

2. Сила упругости. Эта сила обусловлена деформацией соприкасающихся тел и направлена перпендикулярно к поверхности соприкосновения. Сила упругой деформации тела ($F^{\rightarrow}_{\text{упр}}$), возникающая в самом теле, направлена в сторону, противоположную изменению длины Δx тела во время его сжатия или растяжения, и описывается законом Гука:

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k\Delta\vec{x}.$$

3. Сила трения. Эта сила, как и сила упругости, обусловлена электромагнитным взаимодействием контактирующих тел. Направлена по касательной к поверхности контакта тел противоположно направлению относительной скорости.

Следует различать силу трения скольжения и силу трения покоя, возникающие между поверхностями твердых тел в процессе их скольжения или покоя при наличии силы, побуждающей тело к скольжению (соответственно).

Сила трения скольжения $F^{\rightarrow}_{\text{тр}}$ связана с силой нормальной реакции опоры \vec{N} коэффициентом трения μ :

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \cdot \vec{N}.$$

Примеры решения задач

Пример 1.

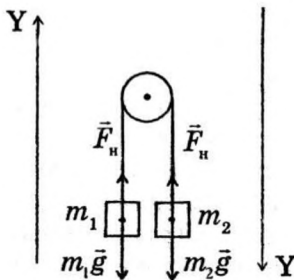
К концам шнура, переброшенного через неподвижный блок, подвешены две гири массами 7 кг и 11 кг. Первоначально гири находятся на одной высоте. Через какое время после начала движения более легкая гиря поднимается на 10 см?

Дано:
 $m_1 = 7 \text{ кг}$ $m_2 = 10 \text{ кг}$
 $h = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

$t - ?$

Решение:

Изобразим схему действующих на гири сил. На каждую гирю действует сила натяжения нити (\vec{F}_H) и соответствующая сила тяжести ($F_{T_1} = m_1 g$ и $\vec{F}_{T_2} = m_2 g$)



Учитывая, что легкая гиря будет двигаться вверх, а тяжелая - вниз, запишем для каждой из них уравнение второго закона Ньютона (1.2.2) в проекциях на соответствующую ось Y:

$$F_H - m_1 g = m_1 a,$$

$$m_2 g - F_H = m_2 a.$$

Из полученной системы уравнений выразим модуль ускорения грузов:

$$a = \frac{g(m_2 - m_1)}{m_2 + m_1}.$$

$$h = \frac{at^2}{2}, \text{ откуда } t = \sqrt{\frac{2h}{a}}.$$

Подставляя выражение для ускорения, получаем:

$$t = \sqrt{\frac{2h(m_2 - m_1)}{g(m_2 - m_1)}},$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,1(11+7)}{9,8(11-7)}} = 0,3 \text{ с}.$$

Ответ: $t = 0,3 \text{ с}$.

Пример 2.

Нужно найти массу тела по его плотности и объёму, а затем по второму закону Ньютона найти силу тяжести.

Дано:

$a = 6 \text{ см}$

$b = 24 \text{ см}$

$c = 12 \text{ см}$

$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$

СИ

$0,06 \text{ м}$

$0,24 \text{ м}$

$0,12 \text{ м}$

Решение

$V = a \cdot b \cdot c$

$m = \rho \cdot V$

$F = m \cdot g$

Ответ: $F = 27,6 \text{ Н}$

$V = 0,06 \text{ м} \cdot 0,24 \text{ м} \cdot 0,12 \text{ м} = 1728 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$m = 1600 \text{ кг/м}^3 \cdot 1728 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \approx 2,76 \text{ кг}$

$F = 2,76 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 27,6 \text{ Н}$

F-?

Пример 3. Как найти силу, с которой Земля притягивает кирпич, другим способом?

Ответ: по закону Всемирного тяготения.

Дано:	СИ	Решение
$m = 2,76\text{кг}$		$F = G \frac{m \cdot M}{R^2}$
$M = 6 \cdot 10^{24}\text{кг}$		
$G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$		
$R = 6400\text{ км}$	$64 \cdot 10^5\text{ м}$	$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{2,76\text{кг} \cdot 6 \cdot 10^{24}\text{кг}}{(64 \cdot 10^5\text{ м})^2} \approx 27\text{Н}$
$F - ?$		Ответ: $F \approx 27\text{Н}$

Пример 4.

Какой будет сила тяготения, если кирпич поднять на высоту 600км?

Ответ: надо учесть зависимость силы тяготения от высоты тела над Землёй.

Дано:	СИ	Решение
$m = 2,76\text{кг}$		$F = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}$
$M = 6 \cdot 10^{24}\text{кг}$		
$G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$		
$R = 6400\text{ км}$	$64 \cdot 10^5\text{ м}$	$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{1,52\text{кг} \cdot 6 \cdot 10^{24}\text{кг}}{(64 \cdot 10^5\text{ м} + 6 \cdot 10^5\text{ м})^2} = 12,4\text{Н}$
$h = 600\text{ км}$	$6 \cdot 10^5\text{ м}$	
$F - ?$		Ответ: $F = 12,4\text{ Н}$

Пример 5.

На какой высоте сила притяжения кирпича к Земле будет в 4 раза меньше?

Дано:	Решение
$F_1 = 4F_2$	
$R = 6400\text{ км}$	$F_1 = G \frac{m \cdot M}{R^2} \implies \frac{F_1}{F_2} = \frac{(R + h)^2}{R^2} \implies 4 = \frac{(R + h)^2}{R^2}$
$h - ?$	$F_2 = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}$

Из обеих частей уравнения извлечём квадратный корень. Получим

$$2 = \frac{(R + h)}{R} \text{ или } 2R = R + h \text{ Тогда } h = R = 6400\text{ км}$$

Ответ: $h = 6400\text{ км}$.

Пример 6.

Сколько бы времени кирпич летел бы до Земли в свободном падении с высоты 600км?

Дано:	Решение
$h = 600\text{ км}$	$h = \frac{g \cdot t^2}{2} \implies t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
$g \approx 10\text{ м/с}^2$	$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 6 \cdot 10^5\text{ м}}{10\text{ м/с}^2}} \approx 346\text{ с} \approx 5,8\text{ мин.}$
$t - ?$	Ответ: $t \approx 5,8\text{ мин.}$

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое материальная точка?
2. Что такое тело отсчета?
3. Какие системы называют консервативными?
4. Что такое импульсом силы?
5. Что изучает динамика?
6. Определение мощности. Формулы мощности.
7. Какие силы называют внутренними? внешними?
8. Что такое абсолютное твердое тело?
9. Что такое линия действия силы?
10. Что называют энергией?
11. Сформулируйте теорему о кинетической энергии.
12. Что такое угловая скорость? В каких единицах она измеряется?
13. Что такое силы упругости?
14. Что называют работой?
15. Что такое период вращения? В каких единицах он измеряется?
16. Что такое сила реакции опоры? Каково ее направление?
17. Что называют потенциальной энергией?
18. Сформулируйте закон сохранения импульса. Почему он является фундаментальным законом?
19. Что такое частота вращения? В каких единицах она измеряется?
20. Что такое вес тела?

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите силу, под действием которой тело массой 500 г движется с ускорением 2 м/с^2 .
2. Снаряд массой 15 кг при выстреле приобретает скорость 600 м/с. Найдите среднюю силу, с которой пороховые газы давят на снаряд, если длина ствола орудия 1,8 м. Движение снаряда в стволе считайте равноускоренным.
3. Какую скорость приобрело покоящееся тело массой 500 г, если под действием силы 5 Н оно прошло путь в 80 см?
4. Определите массу футбольного мяча, если после удара он приобрел ускорение 500 м/с^2 , а сила удара была равна 420 Н.
5. Найдите проекцию силы F_x , действующей на тело массой 500 кг, если тело движется прямолинейно и его координата изменяется по закону $x=20-10t+t^2$.
6. На тело массой 100 г в течение 2 с действовала сила 5 Н. Определить модуль перемещения, если движение прямолинейное.

Практическая работа №3 Решение задач на закон сохранения импульса.

Цель:

- закрепление умений учащихся применять при решении задач уравнения и графики движений;
- развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;
- формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Определение: импульсом тела называется величина равная произведению массы тела m на его скорость: $\vec{p} = m\vec{v}$.

Единица измерения импульса в системе СИ: $[p] = 1\text{Н}\cdot\text{с}$

Импульс - величина векторная; по направлению совпадает с направлением вектора скорости.

Определение. Импульсом силы называется величина равная произведению силы на время действия силы: $\vec{F}\Delta t$.

Единица измерения импульса силы: $1\text{Н}\cdot\text{с}$

Второй закон Ньютона: изменение импульса тела равно импульсу силы: $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$.

Система тел, взаимодействующих только друг с другом и не взаимодействующих ни с какими другими телами называется **замкнутой**.

Закон сохранения импульса: сумма импульсов двух тел замкнутой системы до взаимодействия равна сумме импульсов тел после взаимодействия:

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

здесь \vec{v}_1, \vec{v}_2 - скорости тел до взаимодействия; \vec{v}'_1, \vec{v}'_2 - скорости тел после взаимодействия

Физические величины, их буквенные обозначения и единицы измерения

Название величины	Буквенное обозначение величины	Единица измерения величины в системе СИ	Формулы
Импульс тела	p	$\text{Н}\cdot\text{с}$	$\vec{p} = m\vec{v}$
Сила	F	Н	$\vec{F}t = \Delta\vec{p}$
Время	t	с	
Масса	m	кг	
Скорость	v, u	$\text{м}/\text{с}$	
Ускорение	a		

Примеры решения задач

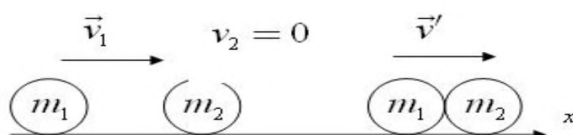
Указания: при решении задач на закон сохранения импульса надо выполнить рисунок с указанием направлений векторных величин, записываете уравнение в векторной форме и переходите к уравнению в проекциях.

1. Шарик массой $m_1=1\text{ кг}$ скользит по идеально гладкой поверхности со скоростью $v_1=4\text{ м}/\text{с}$ и абсолютно неупруго сталкивается с таким же по размеру шариком массой $m_2=3\text{ кг}$. Определите скорость шариков после удара?

Дано:
 $m_1=1\text{ кг}$
 $v_1=4\text{ м}/\text{с}$
 $m_2=3\text{ кг}$

Найти: v' -?

Решение:



По закону сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}'$.

$$\text{Ох: } m_1 v_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}'$$

$$v' = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1 м/с

2. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает со скоростью 4 м/с в сторону, противоположную движению лодки?

Дано:

$$M = 200 \text{ кг}$$

$$v_1 = 1 \text{ м/с}$$

$$m = 50 \text{ кг}$$

$$v'_2 = 4 \text{ м/с}$$

Найти: v'_1 -?

Решение:



$$\text{Закон сохранения импульса: } (M + m) \vec{v}_1 = M \vec{v}'_1 + m \vec{v}'_2$$

Запишем уравнение в проекциях на ось Ох и решим его относительно v'_1 :

$$\text{Ох: } (M + m) v_1 = M v'_1 - m v'_2; \quad v'_1 = \frac{(M+m)v_1 + m v'_2}{M} = \frac{(200+50) \cdot 1 + 50 \cdot 4}{200} = 2,25 \text{ м/с}$$

Ответ: 2,25 м/с

Задачи для самостоятельного решения

1. Два неупругих тела, массы которых 2 и 6 кг, движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/с каждое. С какой скоростью и в каком направлении будут двигаться эти тела после удара
2. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий
3. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает в сторону движения лодки со скоростью 6 м/с:
4. На покоящейся тележке массой 20 кг находится человек массой 60 кг. Какова будет скорость тележки относительно земли, если человек спрыгнет с тележки со скоростью 2 м/с относительно земли.

Практическая работа №4 Решение задач на закон сохранения энергии, работы и мощности тела.

Цель работы: научиться применять законы сохранения импульса и энергии при решении задач.

Основные понятия и законы

Импульс тела (количество движения) - это векторная физическая величина, равная произведению массы тела на скорость движения.

$$\vec{p} = m\vec{v} \text{ [кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}\text{]}.$$

Физическая величина, равная произведению силы на время ее действия, называется **импульсом силы**. Импульс силы также является векторной величиной.

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$$
$$\vec{F}\Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0$$

Закон сохранения импульса: В замкнутой системе векторная сумма импульсов всех тел, входящих в систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

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

Для абсолютно упругого взаимодействия: $m_1v_1 \pm m_2v_2 = m_1v'_1 \pm m_2v'_2$

Для абсолютно неупругого взаимодействия: $m_1v_1 \pm m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$

Работа - это скалярная физическая величина, характеризующая действие силы на определенном перемещении.

$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$. Единица измерения работы – Джоуль (1 Дж).

Мощность – это отношение работы ко времени, в течение которого она была выполнена. Единица измерения мощности - Ватт (1 Вт).

$$N = \frac{A}{t}, \text{ или } N = \frac{F \cdot S}{t}, \text{ учитывая, что } v = \frac{S}{t} \text{ - скорость, то } N = F \cdot v.$$

Энергия – это физическая величина, являющаяся количественной мерой движения и взаимодействия всех видов материи. В механике различают два вида энергии: кинетическую и потенциальную. Единица измерения энергии - Джоуль (1 Дж).

Кинетическая энергия – это энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

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

Потенциальная энергия – энергия, которой обладают тела благодаря взаимному расположению вследствие взаимодействия друг с другом.

1) Потенциальная энергия тела, поднятого над Землей.

$$E_p = mgh$$

2) Потенциальная энергия деформированной пружины.

$$E_p = \frac{kx^2}{2}.$$

Закон сохранения энергии: Энергия не создается и не исчезает, а лишь передается от одного тела к другому или превращается из одного вида в другой в равных количествах.

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$
$$E_k + E_p = const$$

Для случая, когда полностью вся энергия переходит из одного вида в другой (например, кинетическая в потенциальную или наоборот), то закон сохранения энергии запишется в виде:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \quad \frac{kx^2}{2} = mgh \quad \frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}.$$

Примеры решения задач на закон сохранения импульса

Задача 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, полученного автомобилем; величину действующей силы.

Дано:	СИ:	Решение:
$m=2 \text{ т}$	2000 кг	Определим величину импульса, полученного автомобилем:
$v_0=0$		$m\dot{v}=2000 \cdot 12=2,4 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
$t=10 \text{ с}$		Величину действующей силы можно определить, учитывая, что
$v=43,2 \text{ км/ч}$	12 м/с	Импульс равен изменению импульса тела (второй закон Ньютона)
Найти:		$Ft = m\dot{v} - m\dot{v}_0$, т.к. $v_0=0$, то $Ft = m\dot{v} \rightarrow F = \frac{m\dot{v}}{t}$
$m\dot{v}=?$		$F = \frac{2,4 \cdot 10^4}{10} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ Н} = 2,4 \text{ кН}$
F-?		
Ответ:		$m\dot{v}=2,4 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, $F=2,4 \text{ кН}$

Задача 2. Электровоз массой 180 т, движущийся по инерции с выключенным двигателем со скоростью 0,5 м/с, подъезжает к неподвижному вагону и продолжает движение с ним вместе. Какова масса вагона, если скорость локомотива уменьшилась до 0,4 м/с? Трением локомотива и вагона о рельсы пренебрегаем.

Дано:	СИ:	Решение:
$m_1=180 \text{ т}$	$1,8 \cdot 10^5 \text{ кг}$	Систему тел можно считать замкнутой.
$v_1=0,5 \text{ м/с}$		По закону сохранения импульса:
$v_2=0$		$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$
$v'_1=0,4 \text{ м/с}$		Выберем направление оси x вдоль движения состава, тогда
Найти:		проекции векторов скорости на эту ось будут положительны.
$m_2=?$		Учитывая, что $v_2=0$, получим:
		$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) \cdot v' \rightarrow m_2 = \frac{m_1 v_1 - m_1 v'}{v'} = \frac{m_1 (v_1 - v')}{v'}$
		$m_2 = \frac{1,8 \cdot 10^5 \cdot (0,5 - 0,4)}{0,4} = 0,45 \cdot 10^5 = 45 \cdot 10^3 \text{ кг} = 45 \text{ т}$
Ответ:		$m_2 = 45 \text{ т}$

Задача 3. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, прыгает мальчик массой 50 кг в горизонтальном направлении со скоростью 7 м/с (относительно берега). Какова скорость лодки после прыжка мальчика, если мальчик прыгает: а) с кормы в сторону, противоположную движению лодки? б) с носа по ходу движения?

Дано:	Решение:
$m_1=200 \text{ кг}$	Мальчика и лодку можно принять за замкнутую систему.
$v=1 \text{ м/с}$	Воспользуемся законом сохранения импульса:
$m_2=50 \text{ кг}$	$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$
$v'_2=7 \text{ м/с}$	До прыжка мальчик двигался вместе с лодкой со скоростью 1 м/с, и тогда
Найти:	Начальный импульс системы будет $(m_1 + m_2)v$. Выберем направление оси координат по направлению лодки.
$v'_1=?$	
а) $(m_1 + m_2)v = m_1 v'_1 - m_2 v'_2$ Отсюда: $v'_1 = \frac{(m_1 + m_2)v + m_2 v'_2}{m_1}$	
$v'_1 = \frac{(200 + 50) \cdot 1 + 50 \cdot 7}{200} = 3 \text{ м/с}$	
б) если мальчик прыгает с носа лодки по ходу движения, то	
$(m_1 + m_2)v = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$	
$v'_1 = \frac{(m_1 + m_2)v - m_2 v'_2}{m_1}$	
$v'_1 = \frac{(200 + 50) \cdot 1 - 50 \cdot 7}{200} = -0,5 \text{ м/с}$	

Знак "-" означает, что лодка изменила направление своего движения на противоположное.

Ответ: а) $v'_1 = 3 \text{ м/с}$; б) $v'_1 = -0,5 \text{ м/с}$

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

Дано:	СИ:	Решение:
$m_1=600 \text{ г}$	0,6 кг	Начальный импульс ракеты с газами равен нулю, т.к.
$m_2=15 \text{ г}$	0,015 кг	ракета неподвижна, следовательно, согласно закону
$v_1=v_2=0$		сохранения импульса: $\vec{m}_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$
$v'_2=800 \text{ м/с}$		Получим: $0=m_1v'_1+m_2v'_2$, откуда
Найти:		$v'_1 = -\frac{m_2v'_2}{m_1}$
$v'_1=?$		$v'_1 = -\frac{0,015 \cdot 800}{0,6} = -20 \text{ м/с}$
		Знак "-" показывает, что газы движутся в сторону, противоположную направлению движения ракетницы.

Ответ: $v'_1 = -20 \text{ м/с}$

Примеры решения задач на закон сохранения энергии

Задача 1. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 16 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна его потенциальной энергии? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:	Решение:
$v_0=16 \text{ м/с}$	Применяя закон сохранения энергии:
$h_0=0$	$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2}$
$E_{к2} = E_{п2}$	Т.к. камень брошен с земли, то $h_0=0$ и $E_{п1}=0$
Найти:	$E_{к1} = E_{к2} + E_{п2}$
$h_2=?$	$\frac{mv_0^2}{2} = 2E_{п2}, E_{п2} = mgh_2$
	$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgh_2$
	Следовательно, $h_2 = \frac{v_0^2}{4g}$

$$h_2 = \frac{16^2}{4 \cdot 10} = 6,4 \text{ м}$$

Ответ: $h_2 = 6,4 \text{ м}$

Задача 2. Из пружинного пистолета стреляют шариком вертикально вверх. Шарик поднялся на высоту 1 м. Определить деформацию пружины перед нажатием курка, если коэффициент жёсткости пружины 400 Н/м, а масса шарика 0,01 кг. Принять $g=10 \text{ м/с}^2$.

Дано:	Решение:
$m=0,01 \text{ кг}$	Работа силы тяжести при перемещении шарика внутри ствола пистолета
$k=400 \text{ Н/м}$	незначительна, поэтому ею в данном случае можно пренебречь.
$h=1 \text{ м}$	Воспользуемся законом сохранения энергии.
$g=10 \text{ м/с}^2$	Шарик приходит в движение за счёт энергии сжатой пружины, т.е.:

Найти: $E_{п \text{ пружины}} = E_{к1 \text{ шара}}$

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

Но при полёте вверх кинетическая энергия шарика переходит в потенциальную энергию. Принимая, что в начальной точке свободного полёта шарика потенциальная энергия была равна нулю $E_{п1}=0$, получим:

$$E_{к1} = E_{р2}$$

$$\frac{m\vartheta^2}{2} = mgh, \text{ откуда } \frac{kx^2}{2} = mgh$$

$$x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

$$x = \sqrt{\frac{0,02 \cdot 10 \cdot 1}{400}} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 2,2 \text{ см}$$

Ответ: $x = 2,2 \text{ см}$

Задача 3. Мяч массой 100 г брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Чему равна его потенциальная энергия в высшей точке подъёма? Сопротивлением воздуха не учитывать.

Дано:	СИ:	Решение:
$m = 100 \text{ г}$	$0,1 \text{ кг}$	Согласно закону сохранения энергии:
$\vartheta_0 = 20 \text{ м/с}$		$E_{к1} + E_{р1} = E_{к2} + E_{р2}$
$h_0 = 0$		Но на поверхности Земли $h_0 = 0 \rightarrow E_{р1} = 0$
$\vartheta = 0$		В верхней точке подъёма
Найти:		$\vartheta = 0 \rightarrow E_{к2} = 0$
$E_{р2} - ?$		Получим: $E_{к1} = E_{р2}$
		$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = E_{р2}$
		$E_{р2} = \frac{0,1 \cdot 20^2}{2} = 20 \text{ Дж}$

Ответ: $E_{р2} = 20 \text{ Дж}$

Практическая работа №5. Решение задач на расчёт массы и размеров молекул (атомов).

Цель: углубить и конкретизировать представления учащихся о молекулярно-кинетической теории строения вещества.

В основе молекулярно-кинетической теории строения вещества лежат три утверждения: вещество состоит из частиц; эти частицы беспорядочно движутся; частицы взаимодействуют друг с другом.

Относительно молекулярной (или атомной) массой вещества M_r называют отношение массы молекулы(или атома) m_0 данного вещества к $\frac{1}{12}$ массы атома углерода m_{0c} :

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0c}}$$

В Международной системе единиц количество вещества выражают в молях. Один моль- это количество вещества, в котором содержится столько же молекул или атомов, сколько атомов содержится в углероде массой 0,012 кг.

Значит, в 1 моле любого вещества содержится одно и то же число атомов или молекул. Это число атомов обозначают N_A и называют постоянной Авогадро в честь итальянского учёного (XIX в.)

Броуновское движение-это тепловое движение взвешенных в жидкости (или газе) частиц.

Идеальный газ – это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало.

Зная постоянную Авогадро, найти массу молекулы и атома водорода.

Дано:

$$N_A = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1},$$

$$\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль},$$

$$\mu_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}.$$

Решение.

$$m_1 = \frac{\mu_1}{N_A} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}; \quad m_2 = \frac{\mu_2}{N_A} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Найти: m_1, m_2 .

Ответ:

$$m_1 = 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, \quad m_2 = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Сколько молекул содержится в углекислом газе (CO₂) массой 1 г?

Дано:

$$\mu = 44 \text{ г/моль},$$

$$m = 1 \text{ г}.$$

Найти: N

Решение.

$$N = N_A \frac{m}{\mu} = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль} \cdot \frac{1 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} \approx 1,37 \cdot 10^{22}.$$

Ответ:

$$N \approx 1,37 \cdot 10^{22}.$$

Найти число атомов в алюминиевом предмете массой 135 г.

Дано: $m = 135 \text{ г}$, $\mu = 27 \text{ г/моль}$.

Найти: N

Решение.

$$N = N_A \frac{m}{\mu} = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль} \cdot \frac{135 \text{ г}}{27 \text{ г/моль}} \approx 3 \cdot 10^{24}.$$

Ответ:

$$N \approx 3 \cdot 10^{24}.$$

На изделие, поверхность которого 20 см², нанесен слой серебра толщиной 1 мкм. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?

Дано:

$$S = 20 \text{ см}^2 = 0,002 \text{ м}^2,$$

$$h = 1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м},$$

$$\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$$

$$\mu = 108 \text{ г/моль}.$$

Найти: N

Решение.

$$m = \rho Sh; N = \rho \frac{N_A}{\mu} Sh =$$

$$N = N_A \frac{m}{\mu} = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot \frac{6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}}{108 \text{ г/моль}} \cdot 0,002 \cdot 10^{-6} \approx 1,2 \cdot 10^{17}.$$

Ответ:

$$N \approx 1,2 \cdot 10^{17}.$$

Определить количество вещества ν и число N молекул азота массой $m=0,2 \text{ кг}$.

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

Решение:

$$\nu - ?$$

$$N - ?$$

$$\nu = \frac{m}{M} = 7,14 \text{ моль}$$

$$\nu = \frac{N}{N_a}, N = \nu \cdot N_a = 4,3 \cdot 10^{24}$$

Ответ: 7,14 моль ; $4,3 \times 10^{24}$ молекул

В баллоне вместимостью $V=3 \text{ л}$ находится кислород массой $m=4 \text{ г}$. Определить количество вещества ν и число N молекул газа.

Дано: $V = 3 \text{ л}$ $m = 0.004 \text{ кг}$	Решение: $\nu = \frac{m}{M} = \mathbf{0,125 \text{ моль}}$ $N = \nu \cdot N_a = \mathbf{7,52 \cdot 10^{21}}$ Ответ: 0,125 моль ; $7,52 \times 10^{21}$
$\nu - ?$ $N - ?$	

Кислород при нормальных условиях заполняет сосуд вместимостью $V=11,2 \text{ л}$.
 Определить количество вещества ν газа и его массу m .

Решение задачи:

Дано: $V = 11,2 \text{ л}$	Решение: При нормальных условиях
$\nu - ?$ $m - ?$	$V_m = 22,4 \text{ л / моль}$, $\nu = \frac{V}{V_m} = \mathbf{0,5 \text{ моль}}$ $m = \nu \cdot M = \mathbf{16 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}$

Колба вместимостью $V=0,5 \text{ л}$ содержит газ при нормальных условиях. Определить число N молекул газа, находящихся в колбе.

Решение задачи:

Дано: $V = 0,5 \text{ л}$	Решение: $N = \frac{N_a V}{V_m} = \mathbf{1,34 \cdot 10^{22}}$ здесь $V_m = 22,4 \text{ л / моль}$
$N - ?$	

Практическая работа №6 Решение задач на определение параметров идеального газа.

Цель:

- закрепить знания учащихся об уравнении состояния идеального газа; познакомить учащихся с методом поэлементного решения задач
- развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;
- формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Определение: идеальный газ — математическая модель газа, в которой в рамках молекулярно-кинетической теории предполагается, что: 1) потенциальной энергией взаимодействия частиц, составляющих газ, можно пренебречь по сравнению с их кинетической энергией; 2) суммарный объём частиц газа пренебрежимо мал; 3) между частицами нет дальнедействующих сил притяжения или отталкивания.

Уравнение **Менделеева-Клапейрона** даёт возможность решить большинство задач на расчёт макропараметров состояния идеального газа

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Для решения задач нужно знать:

1. Уравнение Менделеева – Клапейрона и уравнение Клапейрона.
2. Уметь выразить одну величину через другую.
3. Обозначение физических величин (см. таблицу)

Название физических величин	Буквенное обозначение величин	Единицы измерения в системе СИ
Масса газа	m	кг
Масса одной частицы	m ₀	кг
Количества вещества	v	моль
Молярная масса	M	кг/моль
Постоянная Авогадро	N _A = 6·10 ²³	моль ⁻¹
Число всех частиц	N	
Давление	p	Па
Объем	V	м ³
Температура	T (t °C) (T = t + 273)	К
Универсальная газовая постоянная	R = 8,31	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
Постоянная Авогадра	N _A = 6·10 ²³	моль ⁻¹

4. Уравнения, связывающие физические величины (формулы)

$$v = \frac{N}{N_A}; \quad v = \frac{m}{M} \quad - \text{ по этим формулам определяют количество вещества}$$

$$pV = \frac{m}{M} RT \quad - \text{ уравнение Менделеева – Клапейрона}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad - \text{ уравнение Клапейрона (} p_1, V_1, T_1 \text{ – параметры газа в первом состоянии, } p_2, V_2, T_2 \text{ – параметры газа во втором состоянии)}$$

Молярная масса вещества определяется по таблице Менделеева: например, молярная масса одного атома азота $M = 14 \text{ г/моль} = 14 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Молярная масса двухатомного азота N_2 : $M = 2 \cdot 14 \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Молярная масса сложного вещества находится как сумма молярных масс простых веществ, входящих в состав сложного вещества

Справочный материал
 $1 \text{ м}^3 = 10^6 \text{ см}^3$

$$1 \text{ кг} = 10^3 \text{ г}$$

$$1 \text{ м}^3 = 10^3 \text{ л}$$

Примеры решения задач

1. В сосуде вместимостью 500 см^3 содержится $0,89 \text{ г}$ водорода H_2 при температуре 17°C . Найдите давление газа.

Дано:

Водород (H_2)
 $V = 500 \text{ см}^3$
 $m = 0,89 \text{ г}$
 $t = 17^\circ\text{C}$
 Найдите; p -?

СИ

$500 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
 $0,89 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
 $T = 290 \text{ К}$

Решение.

$$pV = \frac{m}{M} RT \implies p = \frac{m RT}{M V}; M(\text{H}_2) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$p = \frac{0,89 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 290}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = \frac{0,89 \cdot 8,31 \cdot 290}{2 \cdot 500} \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-3} \cdot 10^{-6}} = 2,14 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$$

2. Водород при температуре 15°C и давлении $1,33 \cdot 10^5 \text{ Па}$ занимает объем 2 л . Газ сжали до объема $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ и температуру повысили до 30°C . Каким стало давление газа?

Дано:

$V_1 = 2 \text{ л}$
 $p_1 = 1,33 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $t_1 = 15^\circ\text{C}$
 $V_2 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $t_2 = 30^\circ\text{C}$

СИ

$2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $T_1 = 288 \text{ К}$
 $T_2 = 303 \text{ К}$

Решение.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \implies p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{V_2 T_1}; \text{ кг/моль}$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{V_2 T_1}$$

$$p_2 = \frac{1,33 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 303}{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 288} = 1,8710^5 \text{ (Па)}$$

Найдите; p_2 -?

Ответ: $1,87 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$

3. Два баллона, имеющих объемы 6 л и 14 л , содержащих газы с давлением, соответственно 8 МПа и 5 МПа при одинаковой температуре. Баллоны соединены трубкой с краном. Какое давление образуется в баллонах, если открыть кран? Температура не меняется, газы в химическую реакцию не вступают.

$V_1 = 6 \text{ л}$
 $p_1 = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$
 $p_2 = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}$
 $t_1 = t_2$
 $V_2 = 14 \text{ л}$

$6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$14 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона $p_1 V_1 = \nu_1 RT$

$p_2 V_2 = \nu_2 RT$, $p(V_1 + V_2) = \nu RT$

Здесь ν_1, ν_2 - количество вещества соответственно в первом и втором баллонах, ν - общее количество вещества. Поскольку

$\nu = \nu_1 + \nu_2$, получаем $p_1 V_1 + p_2 V_2 = p(V_1 + V_2)$, откуда

$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{8 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^6 \cdot 14 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3} + 14 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 5,9 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$$

Найдите; p -?

Ответ: $5,9 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$

Задачи для самостоятельного решения

- Объем 2 кг водорода (H_2) при давлении 10^5 Па равен $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$. Какова температура водорода?
- 4 моля водорода (H_2) при температуре 20°C имеет давление $1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Какой объем занимает водород?
- Определите давление 4 кг кислорода, находящегося в сосуде емкостью 2 м^3 , температура кислорода 29°C .
- Объем водорода при температуре 50°C и давлении $0,98 \cdot 10^5 \text{ Па}$ равен $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Каков объем той же массы водорода при 0°C и давлении 10^5 Па ?
- При давлении 10^5 Па и температуре 15°C воздух имеет объем $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. При каком давлении данная масса воздуха займет объем $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, если температура его станет 20°C ?

6. Воздух при температуре 0°C и давлении 10^5 Па воздух займет объем 10^{-3} м³. При какой температуре объем воздуха будет равен $4 \cdot 10^{-3}$ м³, а давление $2,5 \cdot 10^5$ Па?
7. Какой объем занимает газ в количестве 10^3 моль при давлении 10^6 Па и температуре 100°C ?
8. В сосуде вместимостью 500 см³ содержится $0,89$ г водорода при температуре 17°C . Определите давление газа.

Практическая работа №7 Решение задач на расчёт абсолютной температуры.

Цель: формирование умений выполнения заданий с использованием формул термодинамики.

Уметь:

- применять законы термодинамики при решении задач;
- применять законы термодинамики для анализа технических устройств, способов повышения КПД двигателей.

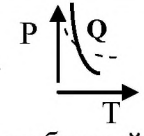
Знать:

- законы термодинамики;
- способы изменения внутренней энергии, работы и теплоты;
- формулы расчета КПД тепловых двигателей.

Общие сведения

Законы термодинамики:

- I. Количество теплоты Q , переданное системе, идет на изменение ее внутренней энергии ΔU и совершение системой работы A .
- II. Не возможен процесс, при котором тепло самопроизвольно переходит от тел менее нагретых к телам более нагретым.
- III. Абсолютный нуль не достижим, но можно к нему приблизиться.

A – работа, Дж	ΔU - изменение внутренней энергии, Дж	Q - количество теплоты, Дж
$A = P \cdot \Delta V = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T = \nu \cdot R \cdot T$ + A - тело совершает работу – $A = A'$ - над телом совершают работу	$\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T =$ $= \frac{i}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T = \frac{i}{2} \cdot A$	$Q = \Delta U$ -теплообмен + Q – система получает тепло; – Q - система отдает тепло. $C = \frac{Q}{\Delta T}$; Дж/К - теплоемкость
$A = N \cdot t$ $N = F \cdot \nu$ $t = \frac{s}{\nu}$ $A = S_{\phi}$ - Работа равна площади фигуры под графиком функции.	Число степеней свободы молекулы $i_1 = 3$ $i_2 = 5$ $i_n = 6$	1) $T = \text{const}$, $Q = A$ 2) $P = \text{const}$, $Q = \Delta U + A$ 3) $V = \text{const}$, $Q = \Delta U$ 4) $Q = \text{const}$, $A = \Delta U$ – адиабатный 
	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$; $E_p = m \cdot g \cdot h$	$Q_{\text{н, охл}} = \pm c \cdot m \cdot \Delta T$ $Q_{\text{п, конд}} = \pm r \cdot m$ $Q_{\text{пл, кр}} = \pm \lambda \cdot m$ $Q_{\text{сгор}} = q \cdot m$
	$U = E_k + E_p$	Уравнение теплового баланса: $\sum_{i=1}^n Q_{i \text{ отд}} = \sum_{i=1}^n Q_{i \text{ пол}}$ Количество теплоты, отданное всеми остывающими телами, равно количеству теплоты, полученному всеми нагревающимися телами
Θ – температура смеси		
$\eta = \frac{A_n}{Q_2} \cdot 100\% = \frac{A}{A+Q_2} \cdot 100\% = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot 100\%$		

вопросы входного контроля:

1. Дополните предложение: Внутреннюю энергию системы можно изменить...

- А) Только путем совершения работы.
- Б) Только путем теплопередачи.
- В) Путем совершения работы и теплопередачи.
- Г) Среди ответов нет правильного.

2. Выберите ответ: Какой тепловой процесс изменения состояния газа происходит без теплообмена?

- А) Изобарный.
- Б) Изохорный.
- В) Изотермический.
- Г) Адиабатный.

3. Выберите единицу измерения внутренней энергии:

- А) В
- Б) Вт
- В) %
- Г) кДж

4. Выберите формулу по которой вычисляется работа в термодинамике?

- А) $A = I \cdot U \cdot t$
- Б) $A = F \cdot S$
- В) $A = P \cdot (V_2 - V_1)$

5. Выберите в соответствии с каким законом Невозможно перевести теплоту от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах. Это...

- А) закон термодинамики
- Б) закон термодинамики

Порядок выполнения работы:

- 1) Повторить *формулировки*: изотермических процессов, газовых законов, термодинамического процесса, внутренней энергии, способов изменения внутренней энергии, законов термодинамики;
- 2) Повторить *основные формулы* первого начала термодинамики, вычисления работы, изменения внутренней энергии, количества теплоты, КПД;
- 3) Разобрать на доске типовые задачи ;
- 4) Выполнить задание соответствующего варианта.
Номер варианта совпадает с порядковым номером учащегося в списке группы в журнале.
- 5) Представить отчет на проверку преподавателю в виде:

Дано:	СИ	Формулы	Вычисления
- ?			

Ответ:

Ответьте на вопросы самоконтроля:

1. Выберите ответ:

Процесс, для которого первый закон термодинамики имеет вид: $0=A-Q$ называется:

- А) адиабатный;
- Б) изотермический;
- В) изобарный;

Г) изохорный

2. Выберите, чем определяется внутренняя энергия тела?

- А) объемом тела;
- Б) скоростью движения и массой тела;
- В) энергией беспорядочного движения частиц;
- Г) энергией беспорядочного движения и взаимодействия частиц;
- Д) энергией взаимодействия.

3. Какая физическая величина вычисляется по формуле: $= \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T$

- А) потенциальная энергия одноатомного идеального газа;
- Б) внутренняя энергия одноатомного идеального газа;
- В) количество теплоты в идеальном газе;
- Г) внутренняя энергия двухатомного идеального газа

4. Какие из приведенных ниже записей выражают энергию одноатомного идеального газа:

А) $\frac{2mRT}{3M}$; Б) $\frac{mRT}{M}$; В) $\frac{5mRT}{3M}$

5. Составьте последовательность процессов происходящих в двигателе внутреннего сгорания при его работе:

- А) впрыскивание горючего
- Б) открытие выпускного клапана
- В) открытие впускного клапана
- Г) сгорание горючей смеси
- Д) рабочий ход

Задание для самостоятельной работы

- 1) Определить расход дизельного горючего трактора Т – 4 за 1 час, если при КПД равного 25% он развивает мощность 81 кВт.
 - 2) Внутренняя энергия идеального одноатомно газа с температурой 27°C , равна 15 кДж. Определить количество молей в 6 кг данного газа.
 - 3) В процессе изобарического расширения газа была совершена работа 400 Дж. При каком давлении совершался процесс, если объем газа изменился с $0,3 \text{ м}^3$ до 600 л?
 - 4) Какую работу совершил газ в процессе изобарического расширения при давлении $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, если его температура повысилась с 17°C до 300 К, а объем достиг 4 л?
 - 5) Найдите изменение внутренней энергии азота при изохорическом нагревании на 80°C , если его масса 1 кг, а удельная теплоемкость при постоянном объеме равна 745 Дж/ кг·К
 - 6) Температура нагревателя идеального теплового двигателя 425 К, а холодильника 300 К. Двигатель получил от нагревателя $4 \cdot 10^4$ Дж теплоты. Рассчитайте работу, совершенную рабочим телом двигателя.
 - 7) Газ находится под давлением $2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. При сообщении газу $6 \cdot 10^4$ Дж теплоты, он изобарно расширился на 2 м^3 . На сколько изменилась внутренняя энергия газа? Как изменилась температура газа?
 - 8) Тепловой двигатель получает от нагревателя 0,6 МДж теплоты и отдает холодильнику 0,2 МДж теплоты. Каков КПД такого двигателя?
 - 9) При изобарном нагревании идеальный газ совершил работу 0,2 кДж. Под каким давлением находился газ, если при расширении его объем увеличился на $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$?
- 10) Тепловая машина за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 10 Дж и отдает холодильнику 6 Дж. Каков КПД машины?
- 11) Рассчитайте изменение внутренней энергии 2 кг аргона, находящегося в закрытом сосуде, при его охлаждении на 22°C .
- 12) При изохорном охлаждении газ отдал $4 \cdot 10^7$ Дж теплоты. Рассчитайте изменение внутренней энергии газа. Поясните физический смысл полученного результата.

- 13) Газ находится под давлением 50 МПа. При сообщении газу 60 МДж теплоты он изобарно расширился на $0,5 \text{ м}^3$. На сколько изменилась внутренняя энергия газа? Как изменилась температура газа?
- 14) Вычислите давление, под которым находится газ, если при его изобарическом расширении на $0,004 \text{ м}^3$ была совершена работа 400 Дж.
- 15) Горячий пар поступает в турбину при температуре 500°C , а выходит при температуре 30°C . Считая паровую машину идеальной, вычислите КПД.
- 16) Тепловой двигатель получает от нагревателя 0,4 МДж и отдает холодильнику 0,1 МДж теплоты. Чему равен КПД такого двигателя?
- 17) КПД идеального теплового двигателя 30%. Газ получил от нагревателя 10 кДж теплоты. Рассчитайте температуру нагревателя, если температура холодильника 20°C . Какое количество теплоты отдано холодильнику?
- 18) Температура нагревателя идеальной тепловой машины 207°C , а холодильника 17°C . Ежесекундно машина получает от нагревателя $5 \cdot 10^4$ Дж теплоты. Найдите КПД тепловой машины, количество теплоты, отдаваемое каждую секунду холодильнику.
- 19) Тепловая машина совершает работу 200 Дж за счет каждого килоджоуля, получаемого от нагревателя. Найдите КПД тепловой машины.
- 20) Температура нагревателя идеальной тепловой машины 127°C , а холодильника 27°C . Каков КПД этой машины?
- 21) При постоянном давлении 10^5 Па объем воздуха, находившегося в квартире, увеличился на 20 дм^3 . Какую работу совершил газ?
- 22) Каково максимально возможное значение КПД тепловой машины, использующей нагреватель с температурой 427°C и холодильник с температурой 27°C ?
- 23) Температура нагревателя идеальной тепловой машины 207°C , а холодильника 17°C . Машина отдает холодильнику 5 кДж теплоты. Определите КПД машины и количество теплоты, получаемой от нагревателя.
- 24) КПД идеального двигателя 35%. Газ получил от нагревателя 70 кДж теплоты. Какое количество теплоты отдано холодильнику?
- 25) Определите КПД идеальной тепловой машины, если температура его нагревателя 727°C , а холодильника 327°

Практическая работа №8. Решение задач по теме: «Основы термодинамики».

Цель учебного занятия. Выработать алгоритм решения задач по теме «Основы термодинамики» через активное включение учеников в самостоятельную работу.

Задачи.

Образовательные:

1. Работая с упражнениями определить алгоритм решения задач по теме «Основы термодинамики».
2. В ходе решения задач закрепить полученные теоретические знания о расчете количества теплоты различных тепловых процессов.

Воспитания:

1. Продолжить привитие навыков коллективной работы, товарищеской взаимопомощи;
2. В ходе решения задач воспитывать самостоятельность, настойчивость и терпение.

Развития:

1. продолжить развитие интереса к предмету;
2. развивать вычислительные навыки при решении задач;
3. развивать самостоятельность школьников при объяснении решения примеров.

Форма учебного занятия: практическое занятие.

Форма организации работы: индивидуальная, групповая, индивидуально-групповая.

Образовательные технологии: проблемное обучение.

Ход урока.

Для успешного решения задач по данной теме необходимо знать закон сохранения энергии для термодинамики. Его же называют первым началом. Суть его состоит в том, что, когда термодинамическая система получает извне какое-то количество теплоты, то часть энергии добавляется к внутренней энергии системы, а другая возвращается в процессе совершения системой работы наружу, то есть:

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q – все величины алгебраические.

Для идеального газа изменение внутренней энергии $\Delta U = \frac{i}{2} R \Delta T$, где $i = 3$ – степень свободы молекул, для реального газа i зависит от строения молекулы. Так для двухатомной молекулы $i = 5$, для трехатомной $i = 6$ и т.д.

Работу A газ совершает только при изменении объема, т.е. $A = p \Delta V$. Надо сказать, что мы получаем три случая, когда один из членов первого начала термодинамики равен 0.

1. $Q = 0$ – это **адиабатический** процесс, изменение состояния происходит без обмена энергией с внешней средой. $A = -\Delta U$.

- $\Delta U = 0$ – это **изотермический** процесс, так как внутренняя энергия не изменяется, а, значит не изменяется и температура. $Q = A = p\Delta V, T = const.$
- $A = 0$ – это **изохорический** процесс, так как газ не совершает работу, а значит и не меняет объема. $Q = \Delta U = \frac{i\mu}{2\mu} R\Delta T, V = const.$

Наконец, **изобарический** процесс, в котором энергия расходуется на изменение внутренней энергии и на работу. $Q = \Delta U = \frac{i\mu}{2\mu} R\Delta T + p\Delta V, p = const.$

Также необходимо знать еще 4 формулы, которые помогут нам в решении задач:

- Количество теплоты, которое поглощается при нагревании или выделяется при охлаждении $Q = cm(T_2 - T_1)$, где c – удельная теплоемкость, т.е. сколько теплоты понадобится передать или отнять у единицы массы вещества для изменения его температуры на 1° . Также различают C_v – теплоемкость при постоянном объеме и C_p — теплоемкость при постоянном давлении. Причем $C_v = \frac{i}{2}R$ и $C_p = C_v + R = R\frac{i+2}{2}$. Соответственно, удельные теплоемкости будут $c_v = \frac{C_v}{\mu}$ и $c_p = \frac{C_p}{\mu}$, где μ – количество вещества в молях.
- Количество теплоты, которое поглощается при плавлении или выделяется при кристаллизации $Q = \lambda m$, где λ – удельная теплота плавления.
- Количество теплоты, которое поглощается при парообразовании или выделяется при конденсации $Q = rm$, где r — удельная теплота парообразования.
- Количество теплоты, которое выделяется при сгорании вещества $Q = qm$, где q — удельная теплота сгорания.

Все эти удельные величины берутся из справочных таблиц.

В системе, которая не взаимодействует с внешней средой, т.е. в замкнутой, между элементами системы происходит исключительно теплообмен:

$$\sum Q_{\text{п}} + \sum Q_{\text{о}} = 0,$$

где $\sum Q_{\text{п}}$ — вся полученная тепловая энергия, $\sum Q_{\text{о}}$ — вся отданная тепловая энергия
– это закон теплового равновесия.

В итоге все задачи по термодинамике решаются следующим образом:

- Перевести все заданные величины в единицы СИ.
- Определить вид происходящего процесса, т.е., какие параметры остаются неизменными – T, V или P , определить, какие тела входят в замкнутую систему в теплообменных процессах и что с ними происходит.
- Выбрать из справочника необходимые табличные удельные величины или рассчитать, зная степени свободы молекул и молярные массы веществ.
- Применяя формулы, описанные выше, а так же формулы из других разделов физики, решить задачу.

Ниже рассмотрим пару примеров решения задач.

Задача 1. Закрытый сосуд содержит 14 г азота, давление $p_1 = 0.1$ МПа, а температура t

27°C.

Когда сосуд нагрели, давление увеличилось в пять раз. Какая была конечная температура азота? Найти емкость сосуда V и количество теплоты Q , затраченное на нагревание.

Решение.

Состояние азота до нагревания $p_1 V = \frac{m}{\mu} R T_1$ (1), после нагревания $p_2 V = \frac{m}{\mu} R T_2$ (2). Так как сосуд закрыт, процесс изохорический, т.е. $V = const$ и все тепло уходит на изменение внутренней энергии азота.

Найдем конечную температуру азота:
 $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 5 \Rightarrow T_2 = 5T_1 = 1500\text{K}.$

Решая совместно (1) и (2), получаем:

$$V = \frac{m R T_1}{\mu p_1} = 12.4 \text{ л.}$$

Количество теплоты, полученное азотом:

$$Q = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T = 12.4 \text{ Дж,}$$

где $C_v = \frac{i}{2} R = \frac{5}{2} R = 20.8 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. $i = 5$, т.к. молекула азота состоит из 2 атомов.

Задача 2. Сколько нужно сжечь керосина, чтобы полностью испарить 100 г воды, температура которой 20°C? К.П.Д. керосинового нагревателя $\eta = 0,2$.

Решение.

Тепловая энергия сгорания керосина $Q_k = q m_k$, с учетом К.П.Д. $Q_k = \eta q m_k$, $q = 40.8 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ – для керосина. Керосин горит и отдает энергию. Вода поглощает энергию, нагреваясь от 20 до 100°C. $Q_n = c m (T_2 - T_1)$, $c = 4.187 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ – удельная теплоемкость воды. Далее энергия расходуется на парообразование. $Q_n = r m$, $r = 2256 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$ – удельная теплота парообразования воды.

Составляем уравнение теплового баланса $Q_k - Q_n - Q_{\text{п}} = 0$:
 $\eta q m_k - c m (T_2 - T_1) - r m = 0.$

Откуда $m_k = \frac{m c (T_2 - T_1) + r m}{\eta q} = 0.03 \text{ кг.}$

Задача №1

Тело нагрелось на 5 К, поглотив 10 кДж теплоты. Чему равна его теплоемкость?

Дано:

$\Delta T = 5 \text{ К, } Q = 10 \text{ кДж, } C = ?$

Решение задачи:

Теплоемкость C — это физическая величина, показывающая какое количество теплоты нужно затратить, чтобы изменить температуру тела на 1 К (или 1°С). Не путайте теплоемкость C с удельной теплоемкостью c — первая относится ко всему телу, а вторая — к единице массы.

Значит её можно определить по формуле:

$$C=Q\Delta T$$

Посчитаем ответ:

$$C=10\cdot 1035=2000\text{Дж/К}=2\text{кДж/К}$$

Ответ: 2 кДж/К.

Задача2

Какая установится температура воды после смешивания 39 л воды при 20°С и 21 л при 60°С ?

Дано:

$$V_1=39\text{ л}, t_1=20^\circ\text{С}, V_2=21\text{ л}, t_2=60^\circ\text{С}, t=?$$

Решение задачи:

Понятно, что объем воды V_2 , имеющий более высокую температуру t_2 , после смешения передаст часть теплоты объему воды V_1 с более низкой температурой t_1 , которая за счёт этой теплоты нагреется. В конце вся вода будет иметь некоторую температуру t .

Запишем уравнение теплового баланса:

$$Q_1=Q_2$$

Здесь Q_1 — количество теплоты, полученное водой объемом V_1 при нагревании до температуры t , а Q_2 — количество теплоты, отданное водой объемом V_2 при охлаждении до температуры t .

$$cm_1(t-t_1)=cm_2(t_2-t)$$

Выразим массы как произведение плотности воды на объем:

$$c\rho V_1(t-t_1)=c\rho V_2(t_2-t)$$

$$V_1(t-t_1)=V_2(t_2-t)$$

Теперь раскроем скобки, в одной части равенства соберем все члены с множителем t , вынесем его за скобки и выразим его.

$$V_1t-V_1t_1=V_2t_2-V_2t$$

$$V_1t+V_2t=V_2t_2+V_1t_1$$

$$t(V_1+V_2)=V_2t_2+V_1t_1$$

$$t=V_1t_1+V_2t_2/V_1+V_2$$

Переводить объемы и температуры в систему СИ нет смысла — ответ мы получим в градусах Цельсия.

$$t=39\cdot 20+21\cdot 60/39+21=34^\circ\text{С}=307\text{К}$$

Ответ: 307 К.

Задача №3

Чтобы нагреть 1,8 кг воды от 18° С до кипения на горелке с КПД 25%, потребовалось 92 г горючего. Найти удельную теплоту сгорания горючего.

Дано:

$$m_1=1,8 \text{ кг}, t_1=18^\circ \text{ С}, \eta=25\%, m_2=92 \text{ г}, q=?$$

Решение задачи:

Запишем формулу определения КПД (коэффициента полезного действия), он равен отношению полезной работы к затраченной работе.

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}}(1)$$

Полезная работа горелки $A_{\text{п}}$ равна количеству теплоты, которое требуется для нагревания воды от температуры t_1 до температуры кипения $t_{\text{к}}$ (при нормальном атмосферном давлении $t_{\text{к}}=100^\circ \text{ С}$).

$$A_{\text{п}} = cm_1(t_{\text{к}} - t_1)(2)$$

Удельная теплоёмкость воды c равна 4200 Дж/(кг·°С).

Затраченная работы $A_{\text{з}}$ равна количеству теплоты, которое выделяется при сгорании горючего массой m_2 , поэтому:

$$A_{\text{з}} = qm_2(3)$$

Подставим выражения (2) и (3) в формулу (1), тогда имеем:

$$\eta = \frac{cm_1(t_{\text{к}} - t_1)}{qm_2}$$

Выразим искомую удельную теплоту сгорания q :

$$q = \frac{cm_1(t_{\text{к}} - t_1)\eta}{m_2}$$

Переведём КПД η в доли единиц, а массу горючего m_2 в килограммы, далее произведем расчет численного ответа.

$$25\% = 0,25$$

$$92 \text{ г} = 0,092 \text{ кг}$$

$$q = 4200 \cdot 1,8 \cdot (100 - 18) \cdot 0,25 / 0,092 = 26953043,5 \text{ Дж/кг} \approx 27 \text{ МДж/кг}$$

Вероятнее всего, что горючим в горелке является спирт.

Ответ: 27 МДж/кг.

Задача4

Автомобиль, движущийся со средней скоростью 72 км/ч, развивает силу тяги 2500 Н. Коэффициент полезного действия двигателя автомобиля равен 25%. Сколько он тратит бензина в час?

Дано:

$$v=72 \text{ км/ч}, F=2500 \text{ Н}, \eta=25\%, t=1 \text{ ч}, m=?$$

Решение задачи:

Если в задаче говорится о коэффициенте полезного действия (КПД), то при решении задачи первым делом записывают формулу определения КПД. КПД двигателя η — это отношение полезной работы $A_{\text{п}}$ к затраченной работе $A_{\text{з}}$, то есть:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} (1)$$

Так как каждый малый промежуток времени вектор силы тяги сонаправлен с вектором перемещения, то полезную работу $A_{\text{п}}$ можно найти по формуле:

$$A_{\text{п}} = FS$$

В этой формуле S — пройденный путь, который легко найти из выражения:

$$S = vt$$

$$A_{\text{п}} = Fvt (2)$$

Затраченная работа $A_{\text{з}}$ равна количеству теплоты, которое выделяется при сгорании бензина, поэтому верна формула:

$$A_{\text{з}} = qm (3)$$

Подставим выражения (2) и (3) в формулу (1), тогда мы получим:

$$\eta = \frac{Fvt}{qm}$$

Выразим искомую массу бензина m :

$$m = \frac{Fvt}{\eta q}$$

Удельная теплота сгорания бензина q равна 46 МДж/кг. Переведем скорость автомобиля в м/с, КПД — в доли единицы, а время работы — в секунды:

$$72 \text{ км/ч} = 72 \cdot 1000 / 3600 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

$$25\% = 0,25$$

$$1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$$

Численный ответ к задаче равен:

$$m = 2500 \cdot 20 \cdot 3600 / (0,25 \cdot 46 \cdot 10^6) = 15,65 \text{ кг}$$

Ответ: 15,65 кг.

Практическое занятие №9 Решение задач на закон сохранения электрического заряда и закона Кулона.

Цель:- выявить знания по изученной теме, умения пользоваться основными формулами, алгоритмом решения задач на закон Кулона;

- совершенствовать навыки выполнения математических операций, выработать творческую самостоятельность, аналитическое мышление при решении задач;
- научиться устанавливать причинно-следственные связи в изучаемых явлениях.

Краткая теория

Электрический заряд и его свойства

Электрический заряд – это физическая величина, характеризующая способность частиц или тел вступать в электромагнитные взаимодействия. Электрический заряд обычно обозначается буквами q или Q .

В системе СИ электрический заряд измеряется в Кулонах (Кл).

Свободный заряд в 1 Кл – это гигантская величина заряда, практически не встречающаяся в природе. Как правило, Вам придется иметь дело с микрокулонами ($1 \text{ мкКл} = 10^{-6} \text{ Кл}$), нанокулонами ($1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$) и пикокулонами ($1 \text{ пКл} = 10^{-12} \text{ Кл}$).

Электрический заряд обладает следующими свойствами:

1. Электрический заряд является видом материи.
2. Электрический заряд не зависит от движения частицы и от ее скорости.
3. Заряды могут передаваться (например, при непосредственном контакте) от одного тела к другому. В отличие от массы тела электрический заряд не является неотъемлемой характеристикой данного тела. Одно и то же тело в разных условиях может иметь разный заряд.
4. Существует два рода электрических зарядов, условно названных **положительными** и **отрицательными**.
5. Все заряды взаимодействуют друг с другом. При этом **одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются**. Силы взаимодействия зарядов являются центральными, то есть лежат на прямой, соединяющей центры зарядов.
6. Существует минимально возможный (по модулю) электрический заряд, называемый **элементарным зарядом**. Его значение:

$$e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$$

Электрический заряд любого тела всегда кратен элементарному заряду: $q = Ne$

где: N – целое число.

7. **Закон сохранения электрического заряда.** В изолированной системе алгебраическая сумма зарядов всех тел остается постоянной: $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_N = \text{const}$

Закон Кулона

Точечным зарядом называют заряженное тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь. На основании многочисленных опытов Кулон установил следующий закон: **силы взаимодействия неподвижных точечных зарядов прямо пропорциональны произведению модулей зарядов и обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними:**

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$$

где ϵ – диэлектрическая проницаемость среды – безразмерная физическая величина, показывающая, во сколько раз сила электростатического взаимодействия в данной среде будет меньше, чем в вакууме ($\epsilon = 1$) (то есть во сколько раз среда ослабляет взаимодействие). Здесь k – коэффициент в законе Кулона, величина, определяющая численное значение силы взаимодействия зарядов. В системе СИ его значение принимается равным:

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

Силы взаимодействия точечных неподвижных зарядов подчиняются третьему закону Ньютона, и являются силами отталкивания друг от друга при одинаковых знаках зарядов и силами притяжения друг к другу при разных знаках. Взаимодействие неподвижных электрических зарядов называют **электростатическим** или кулоновским взаимодействием. Раздел электродинамики, изучающий кулоновское взаимодействие, называют **электростатикой**.

Примеря решения задач

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

Дано: $q_1=q_2=q=10$ нКл $r=3$ см	Си: 10^{-8} Кл $3 \cdot 10^{-2}$ м	Решение: $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{Кл} \cdot 10^{-8} \text{Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{м})^2} =$ $= 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН.}$ Ответ: $F = 1$ мН.
Найти: F		

2. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?

Дано: $q_1=1$ мкКл $q_2=10$ нКл $F=9$ мН	Си: 10^{-6} Кл 10^{-8} Кл $9 \cdot 10^{-3}$ Н	Решение: $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}; r = \sqrt{k \frac{ q_1 q_2 }{F}} =$ $= \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \frac{10^{-6} \text{Кл} \cdot 10^{-8} \text{Кл}}{9 \cdot 10^{-3} \text{Н}}} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см.}$ Ответ: $r = 10$ см.
Найти: r		

Задачи для самостоятельной работы

I вариант

- С какой силой взаимодействуют два маленьких шарика, заряды которых 0,5 Кл и 2 Кл, если расстояние между их центрами 10 см?
- Известно, что на текстильных фабриках нити чесальных машин прилипают к гребням. Как объяснить это явление и как избежать этого?
- С какой силой взаимодействуют точечные заряды - 0,3 мкКл и 7 нКл на расстоянии 20 см, если между зарядами помещены слюда, парафинированная бумага?
- Наблюдается ли явление электризации металлов при их обработке резцами на токарном и других станках?

II вариант

- С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?
- В кабине бензовоза имеется надпись "При наливке и сливе горючего в цистерну включите заземление". Почему необходимо выполнить это требование?
- Два заряда $q_1 = 140e$ и $q_2 = 20e$ находятся на расстоянии 4 см. Определите силу взаимодействия зарядов, если они помещены в парафин?
- Объяснить почему на производстве приводные ремни покрывают проводящей пастой, а станки заземляют?

Практическое занятие №10 Решение задач на расчёт напряженности полей.

Цель: - выявить знания по изученной теме, умения пользоваться основными формулами, алгоритмом решения задач;

- совершенствовать навыки выполнения математических операций, выработать творческую самостоятельность, аналитическое мышление при решении задач;

- научиться устанавливать причинно-следственные связи в изучаемых явлениях

По современным представлениям, электрические заряды не действуют друг на друга непосредственно. Каждое заряженное тело создает в окружающем пространстве **электрическое поле**. Это поле оказывает силовое действие на другие заряженные тела.

Главное свойство электрического поля – действие на электрические заряды с некоторой силой.

Таким образом, взаимодействие заряженных тел осуществляется не непосредственным их воздействием друг на друга, а через электрические поля, окружающие заряженные тела.

Электрическое поле, окружающее заряженное тело, можно исследовать с помощью так называемого пробного заряда – небольшого по величине точечного заряда, который не вносит заметного перераспределения исследуемых зарядов.

Для количественного определения электрического поля вводится силовая характеристика - **напряженность электрического поля E** .

Определение: *напряженностью электрического поля называют физическую величину, равную отношению силы, с которой поле действует на пробный заряд, помещенный в данную точку поля, к величине этого заряда:*

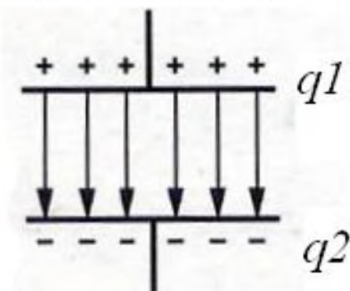
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Напряженность электрического поля – **векторная** физическая величина. Направление вектора напряженности совпадает в каждой точке пространства с направлением силы, действующей на положительный пробный заряд.

Электрическое поле неподвижных и не меняющихся со временем зарядов называется **электростатическим**.

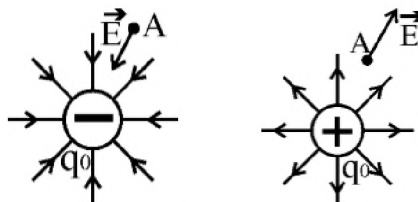
Электрическое поле называют однородным, если вектор напряжённости одинаков во всех точках поля.

Например, однородное поле создаёт плоский конденсатор – две пластины, заряженные равным по величине и противоположным по знаку зарядом, разделённые слоем диэлектрика, причём расстояние между пластинами много меньше размеров пластин.



Во всех точках однородного поля на заряд q , внесённый в однородное поле с напряжённостью E , действует одинаковая по величине и направлению сила, равная $F = Eq$. Причём, если заряд q положительный, то направление силы совпадает с направлением вектора напряжённости, а если заряд отрицательный, то вектора силы и напряжённости противоположно направлены.

Силовые линии кулоновских полей положительных и отрицательных точечных зарядов изображены на рисунке:



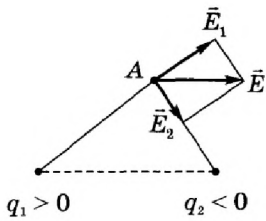
Принцип суперпозиции

Если с помощью пробного заряда исследуется электрическое поле, создаваемое несколькими заряженными телами, то результирующая сила оказывается равной геометрической сумме сил, действующих на пробный заряд со стороны каждого заряженного тела в отдельности. Следовательно, напряженность электрического поля, создаваемого системой зарядов в данной точке пространства, равна векторной сумме напряженностей электрических полей, создаваемых в той же точке зарядами в отдельности:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

Это свойство электрического поля означает, что поле подчиняется **принципу суперпозиции**.

Итак, если в задаче требуется определить напряженность поля системы зарядов, то надо действовать по следующему **алгоритму**:



1. Нарисовать рисунок (см.рис.)
2. Изобразить напряженность поля каждого заряда по отдельности в нужной точке. Помните, что напряженность направлена к отрицательному заряду и от положительного заряда.
3. Вычислить каждую из напряженностей по соответствующей формуле.
4. Сложить вектора напряженностей геометрически (т.е. векторно)

. В некоторой точке поля на заряд 2нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряженность поля в этой точке.

Дано:
 $q=2$ нКл
 $F=0,4$ мкН
 Найти: E

Си:
 $2 \cdot 10^{-9}$ Кл
 $4 \cdot 10^{-7}$ Н

Решение:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 200 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Ответ: $E = 200 \text{ В/м}$

Найти напряженность поля заряда 36 нКл в точках, удаленных от заряда на 9 и 18 см.

Дано: СИ
 $q=36$ $3,6 \cdot 10^{-8}$ Кл
 $r_1=9$ $0,09$ м
 см $0,18$ м
 $r_2=18$ см

Решение:

$$E_1 = k \frac{|q|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,09 \text{ м})^2} = 4 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 40 \text{ кВ/м}$$

$$E_2 = k \frac{|q|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,18 \text{ м})^2} = 10^4 \text{ В/м} = 10 \text{ кВ/м}$$

Найти
 E_1, E_2 .

Ответ: $E_1 = 40 \text{ кВ/м}$, $E_2 = 10 \text{ кВ/м}$.

Задачи для самостоятельной работы

I вариант

1. С какой силой взаимодействуют в керосине два заряда по 30 нКл каждый на расстоянии 4 см друг от друга?
2. Для чего к корпусу самоходного комбайна прикреплена цепь, часть которой тянется по земле?
3. Заряд в $1,3 \cdot 10^{-9}$ Кл в керосине на расстоянии 0,005 м притягивает к себе второй заряд с силой $2 \cdot 10^{-4}$ Н. Найдите величину второго заряда. Диэлектрическая проницаемость керосина равна

4. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов при увеличении каждого заряда в 3 раза, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

II вариант

1. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?
2. На фабриках в процессе изготовления ткань или бумага сильно пылится и загрязняется. Почему? Что предпринимают, чтобы избежать этого?
3. Два одинаковых шарика электроскопа, имеющие заряды по 4 мкКл каждый взаимодействуют с силой 1,6 Н. На каком расстоянии находятся центры этих шаров?
4. При электризации стеклянной палочки ее масса уменьшилась на $9,1 \cdot 10^{-24}$ кг. Определите значение и знак заряда стеклянной палочки.

Практическая работа №11. Решение задач по теме: «Закон Ома для участка цепи».

Цель: Закрепить изученный материал путем решения задач

- решать задачи на последовательное и параллельное соединение проводников;
- Углубить и расширить знания о данных видах соединения проводников;
- определять силу тока, напряжение, сопротивление при последовательном и параллельном соединении проводников;
- решать задачи на смешанное соединение проводников;
- Продолжить развитие навыков решения задач на данную тему;
- Продолжить развитие умений анализировать условия задач и ответов, умений делать выводы, обобщения;
- Продолжить развитие памяти, творческих способностей.

Задача

Рассчитать силу тока, проходящую по медному проводу длиной 100м, площадью поперечного сечения $0,5\text{мм}^2$, если к концам провода приложено напряжение 6,8В.

Дано:

$$l=100\text{м}$$

$$S=0,5\text{мм}^2$$

$$U=6,8\text{В}$$

$I=?$

Решение:

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

$$R = \frac{0.017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 100\text{м}}{0,5\text{мм}^2} = 3,4 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{6,8\text{В}}{3,4 \text{ Ом}} = 2\text{А}$$

Ответ: Сила тока равна 2А.

Вопросы: Что известно из условия задачи? Какую величину необходимо определить? По какому закону будем определять силу тока? Какие величины нам неизвестны для нахождения силы тока и

как их найти? ($R = \rho \frac{l}{S}$, $\rho = 0.017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ – берется из таблицы). Теперь найдем R и полученное значение подставим в формулу для нахождения силы тока. (Перевод S в м^2 не нужно делать, т.к. в единицах измерения плотности тоже присутствуют тоже мм^2)

Задача

В электрическую цепь включены последовательно резистор сопротивлением 5 Ом и две электрические лампы сопротивлением 500 Ом. Определите общее сопротивление проводника.

Дано:

$$R_{AB}=5 \text{ Ом}$$

$$R_{BC}=500 \text{ Ом}$$

$$R_{CD}=500 \text{ Ом}$$

$R_{AD}=?$

Решение:

$$\begin{aligned}
 R_{AD} &= R_{AB} + R_{DC} + R_{CD} = \\
 &= 5 \text{ Ом} + 500 \text{ Ом} + \\
 &+ 500 \text{ Ом} = 1005 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$

Ответ: Общее сопротивление проводника равно 1005 Ом.

Вопросы: Какие элементы цепи нам даны? Как найти общее сопротивление?

Задача

Два резистора сопротивлением $r_1 = 5 \text{ Ом}$ и $r_2 = 30 \text{ Ом}$ включены, как показано на рисунке, к зажимам источника тока напряжением 6В. Найдите силу тока на всех участках цепи.

Дано:

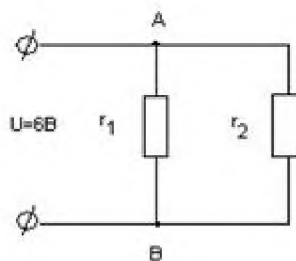
$$r_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 30 \text{ Ом}$$

$$U = 6\text{В}$$

$$I_0 = ?$$

Решение:



$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{r_1}, \quad I_2 = \frac{U_{AB}}{r_2}$$

$$I_1 = \frac{6\text{В}}{5\text{Ом}} \approx 1,2\text{А}, \quad I_2 = \frac{6\text{В}}{30\text{Ом}} = 0,2\text{А}$$

$$I_0 = 1,2\text{А} + 0,2\text{А} = 1,4\text{А}$$

Ответ: Сила тока на всех участках цепи равна 1,4 А.

Вопросы: Какой тип соединения рассматривается в задаче? Что известно из условия? Какие величины необходимо найти? Как найти I_0 ? Что для этого неизвестно? Как найти I_1 и I_2 ?

Второй способ решения данной задачи:

Дано:

$$r_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 30 \text{ Ом}$$

$$U = 6\text{В}$$

$$I_0 = ?$$

Решение:

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_{FAB}}$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \quad \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{30} = 0,23 \Rightarrow R_{AB} \approx 4,3 \text{ Ом}$$

$$I_1 = \frac{6B}{4,3 \text{ Ом}} \approx 1,4 A$$

$$I_0 = I_1 + I_2, \quad I_0 = 1,2 A + 0,2 A = 1,4 A$$

Ответ: Сила тока на всех участках цепи равна 1,4А.

Вопросы: Какой тип соединения рассматривается в задаче? Что известно из условия? Какие величины необходимо найти? По какой формуле будем находить общий ток в цепи? Какая величина нам неизвестна при нахождении силы тока и как ее найти?

Задача 5. (Решает ученик, можно вызвать два ученика по очереди). Определите полное сопротивление цепи и токи в каждом проводнике, если проводники соединены так, как показано на рисунке, а $r_1=1 \text{ Ом}$, $r_2=2 \text{ Ом}$, $r_3=3 \text{ Ом}$, $U_{AC} = 11B$. Условие задачи [Слайд 9](#).

Дано:

$$r_1=1 \text{ Ом}$$

$$r_2=2 \text{ Ом}$$

$$r_3=3 \text{ Ом}$$

$$U_{AB}=11B$$

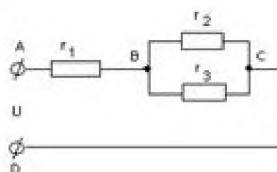
$$R_{AC}-?$$

$$I_1-?$$

$$I_2-?$$

$$I_3-?$$

Решение:



$$R_{AC} = R_{AB} + R_{BC}$$

$$R_{AB} = r_1, \quad \frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = 0,83 \Rightarrow R_{BC} = 1,2 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = 1 \text{ Ом} + 1,2 \text{ Ом} = 2,2 \text{ Ом}$$

$$I_1 = \frac{U_{AC}}{R_{AC}}, \quad I_1 = \frac{11}{2,2} = 5 A \quad I_2 = \frac{U_{BC}}{r_2}, \quad I_3 = \frac{U_{BC}}{r_3}$$

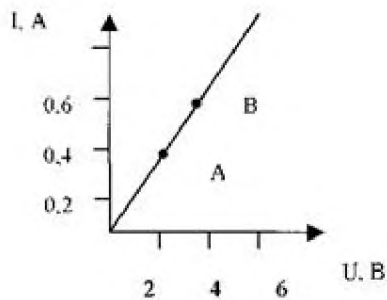
$$U_{BC} = I_1 R_{BC}, \quad U_{BC} = 5 A \cdot 1,2 \text{ Ом} = 6 B$$

$$I_2 = \frac{6 B}{2 \text{ Ом}} = 3 A, \quad I_3 = \frac{6 B}{3 \text{ Ом}} = 2 A$$

Ответ: $R_{AC}=2,2 \text{ Ом}$, $I_1=2A$, $I_2=3 A$, $I_3=2A$.

Вопросы: Какие типы соединения изображены на рисунке? Что нужно определить? Как найти полное сопротивление и величины в него входящие? Как найти силу тока в цепи? Как определить I_1 и I_2 ? Как определить U_{BC} ?

Задача 6.



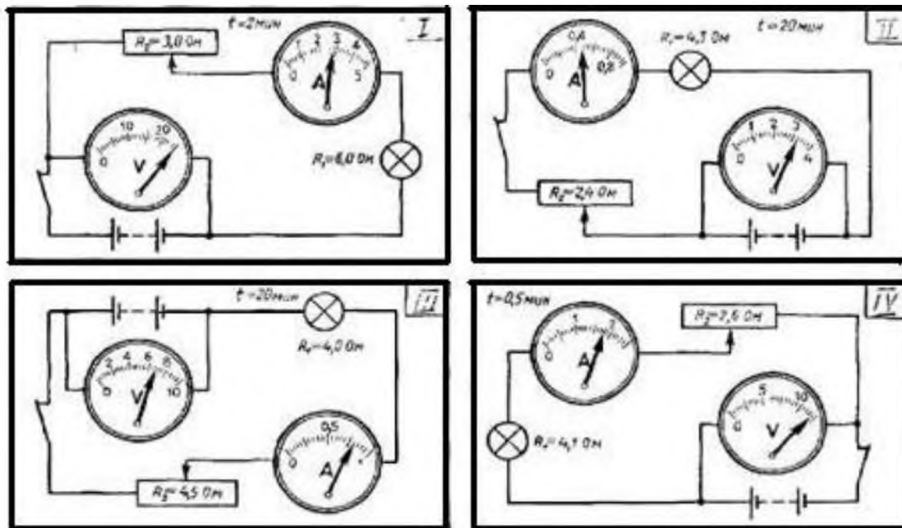
1. Какому значению силы тока и напряжения соответствует точка А?
2. Какому значению силы тока и напряжения соответствует точка В?
3. Найдите сопротивление в точке А и в точке В.
4. Найдите по графику силу тока в проводнике при напряжении 8 В и вычислите сопротивление в этом случае.
5. Какой вывод можно сделать по результатам задачи?

Ответ:

1. Сила тока = 0,4 А, напряжение – 4В.
2. Сила тока = 0,6 А, напряжение – 6В.
3. Сопротивление в т.А – 10 Ом, в т.В – 10 Ом.
4. Сила тока = 0,8А, сопротивление – 10 Ом.
5. При изменении силы тока и напряжения на одинаковую величину, сопротивление остается постоянным.

Самостоятельная работа

Задание 1.

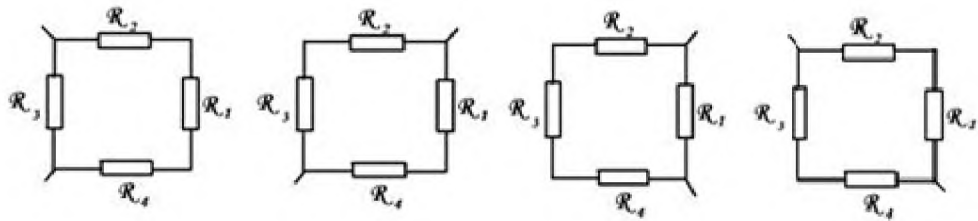


Вопросы к карточкам:

1. Перечислите все элементы цепи.
2. Какие виды соединения используются?
3. Рассчитайте напряжение на лампе.
4. Рассчитайте напряжение на реостате.
5. Рассчитайте силу тока на всем участке цепи.

Задание 2.

Определить общее сопротивление в цепи.



$R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 102 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$, $R_4 = 4 \text{ Ом}$.

Задание 3.

Определите силу тока I при заданных U и R .

Группа	R , Ом	U , В	I , А
I	2	55	?
II	14,2	87,4	?
III	21	100	?
IV	0,16	0,28	?

Задание 4.

Моток проволоки имеет сопротивление R и длину l .

Вычислить площадь поперечного сечения S .

Группа	Материал	Параметры		
		Сопротивление	Длина проводника	Удельное сопротивление
		R , Ом	l , мм ²	ρ , Ом·мм ² /м
I	Медь	0,83	33,9	$1,7 \cdot 10^{-2}$
II	Алюминий	16,1	83,1	$2,8 \cdot 10^{-2}$
III	Серебро	0,39	0,234	$1,6 \cdot 10^{-2}$
IV	Сталь	23,2	3,06	$12 \cdot 10^{-2}$

Практическая работа №12. Решение задач по теме: «Электрические цепи»

Цель: научиться читать, чертить схемы электрических цепей, собирать по схемам электрические цепи.

Последовательное и параллельное соединение проводников.

Проводники в электрических цепях могут соединяться последовательно и параллельно.

При последовательном соединении проводников (рис. 1) сила тока во всех проводниках одинакова:

$$I_1 = I_2 = I.$$

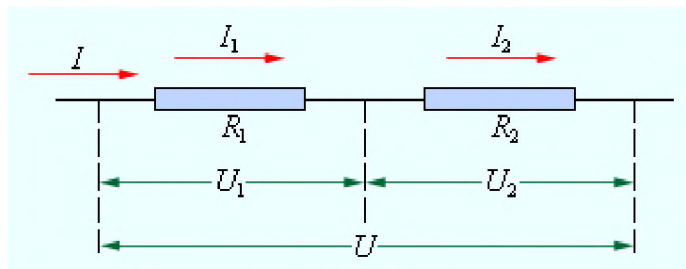


Рисунок 1

Последовательное соединение проводников

По закону Ома, напряжения U_1 и U_2 на проводниках равны

$$U_1 = IR_1, U_2 = IR_2.$$

Общее напряжение U на обоих проводниках равно сумме напряжений U_1 и U_2 :

$$U = U_1 + U_2 = I(R_1 + R_2) = IR,$$

где R - электрическое сопротивление всей цепи. Отсюда следует:

$$R = R_1 + R_2.$$

При последовательном соединении полное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных проводников.

Этот результат справедлив для любого числа последовательно соединенных проводников.

При параллельном соединении (рис. 2) напряжения U_1 и U_2 на обоих проводниках одинаковы:

$$U_1 = U_2 = U.$$

Сумма токов $I_1 + I_2$, протекающих по обоим проводникам, равна току в неразветвленной цепи:

$$I = I_1 + I_2.$$

Этот результат следует из того, что в точках разветвления токов (узлы A и B) в цепи постоянного тока не могут накапливаться заряды. Например, к узлу A за время Δt подтекает заряд $I\Delta t$, а утекает от узла за то же время заряд $I_1\Delta t + I_2\Delta t$.

Следовательно, $I = I_1 + I_2$.

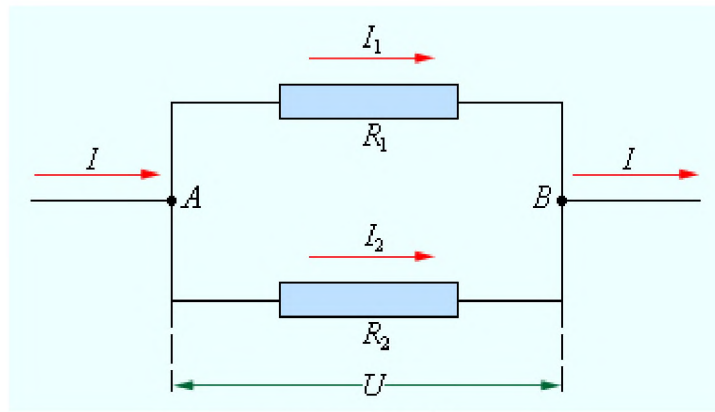


Рисунок 2.

Параллельное соединение проводников

Записывая на основании закона Ома

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad \text{и} \quad I = \frac{U}{R},$$

где R - электрическое сопротивление всей цепи, получим

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

При параллельном соединении проводников величина, обратная общему сопротивлению цепи, равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включенных проводников.

Этот результат справедлив для любого числа параллельно включенных проводников. Формулы для последовательного и параллельного соединения проводников позволяют во многих случаях рассчитывать сопротивление сложной цепи, состоящей из многих резисторов. На рис. 3 приведен пример такой сложной цепи и указана последовательность вычислений.

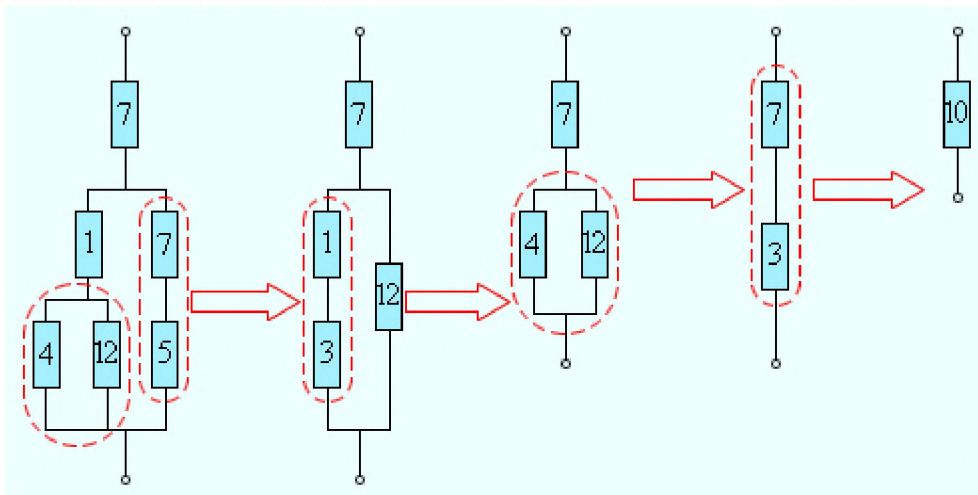


Рисунок 3.

Расчет сопротивления сложной цепи. Сопротивления всех проводников указаны в омах (Ом)

Следует отметить, что далеко не все сложные цепи, состоящие из проводников с различными сопротивлениями, могут быть рассчитаны с помощью формул для последовательного и параллельного соединения. На рис. 4 приведен пример электрической цепи, которую нельзя рассчитать указанным выше методом.

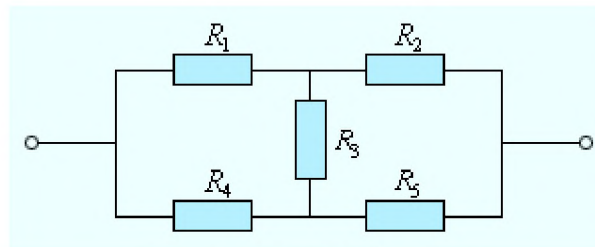
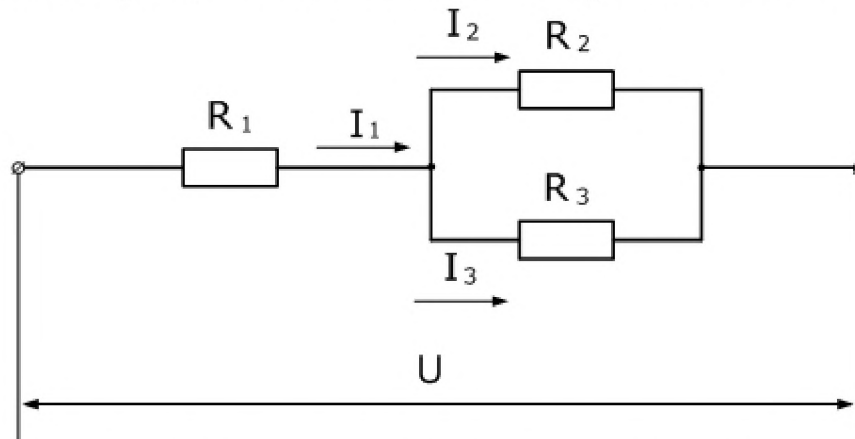


Рисунок 4.

Пример электрической цепи, которая не сводится к комбинации последовательно и параллельно соединенных проводников

Цепи, подобные изображенной на рис. 4, а также цепи с разветвлениями, содержащие несколько источников, рассчитываются с помощью правил Кирхгофа. (4)

Задача 1. В электрической цепи, изображенной на схеме $R_1=50$ Ом, $R_2=180$ Ом, $R_3=220$ Ом. Найти мощность, выделяемую на резисторе R_1 , ток через резистор R_2 , напряжение на резисторе R_3 , если известно, что напряжение на зажимах цепи 100 В.



Решение: Чтобы рассчитать мощность постоянного тока, выделяемую на резисторе R_1 , необходимо определить ток I_1 , который является общим для всей цепи. Зная напряжение на зажимах и эквивалентное сопротивление цепи, можно его найти.

Эквивалентное сопротивление и ток в цепи

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 50 + \frac{180 * 220}{180 + 220} = 149 \text{ Ом}$$

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{100}{149} \approx 0.67 \text{ А}$$

Отсюда мощность, выделяемая на R_1

$$P = I^2 R_1 = 0.67^2 * 50 \approx 22,5 \text{ В}$$

Ток I_2 определим с помощью формулы делителя тока, учитывая, что ток I_1 для этого делителя является общим

$$I_2 = \frac{I_1 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{0.67 * 220}{180 + 220} = 0,369 \text{ А}$$

Так как, напряжение при параллельном соединении резисторов одинаковое, найдем U_3 , как напряжение на резисторе R_2

$$U_3 = U_2 = I_2 R_2 = 0.37 * 180 = 66.4 \text{ В}$$

Таким образом производится расчет простых цепей постоянного тока. (5)

Задача 2. Имеется 8 сопротивлений по 10 Ом. Необходимо их все соединить так, чтобы общее сопротивление составило 20 Ом.

Задача 3. Определить общее сопротивление электрической цепи, напряжение и мощность каждого проводника на рис.1 при $R_1 = 10\text{Ом}$, $R_2 = 25\text{Ом}$, $R_3 = 15\text{Ом}$ и $R_4 = 14\text{Ом}$. Напряжение источника напряжения $U = 16\text{В}$. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Измерение работы и мощности в цепи постоянного тока.

При протекании тока по однородному участку цепи электрическое поле совершает работу. За время Δt по цепи протекает заряд $\Delta q = I \Delta t$. Электрическое поле на выделенном участке совершает работу

$$\Delta A = (\varphi_1 - \varphi_2) \Delta q = \Delta \varphi_{12} I \Delta t = U I \Delta t,$$

где $U = \Delta \varphi_{12}$ - напряжение. Эту работу называют *работой электрического тока*.

Если обе части формулы

$$RI = U,$$

выражающей закон Ома для однородного участка цепи с сопротивлением R , умножить на $I \Delta t$, то получится соотношение

$$R I^2 \Delta t = U I \Delta t = \Delta A.$$

Это соотношение выражает закон сохранения энергии для однородного участка цепи.

Работа ΔA электрического тока I , протекающего по неподвижному проводнику с сопротивлением R , преобразуется в тепло ΔQ , выделяющееся на проводнике.

$$\Delta Q = \Delta A = R I^2 \Delta t.$$

Закон преобразования работы тока в тепло был экспериментально установлен независимо друг от друга Дж. Джоулем и Э. Ленцем и носит название *закона Джоуля-Ленца*.

Мощность электрического тока равна отношению работы тока ΔA к интервалу времени Δt , за которое эта работа была совершена:

$$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Работа электрического тока в СИ выражается в *джоулях* (Дж), мощность - в *ваттах* (Вт).

Рассмотрим теперь полную цепь постоянного тока, состоящую из источника с электродвижущей силой \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и внешнего однородного участка с сопротивлением R . Закон Ома для полной цепи записывается в виде

$$(R + r) I = \mathcal{E}.$$

Умножив обе части этой формулы на $\Delta q = I \Delta t$, мы получим соотношение, выражающее закон сохранения энергии для полной цепи постоянного тока:

$$R I^2 \Delta t + r I^2 \Delta t = \mathcal{E} I \Delta t = \Delta A_{\text{ст}}.$$

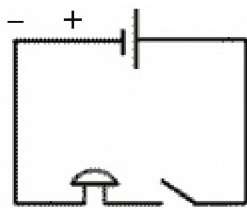
Первый член в левой части $\Delta Q = R I^2 \Delta t$ - тепло, выделяющееся на внешнем участке цепи за время Δt , второй член $\Delta Q_{\text{ист}} = r I^2 \Delta t$ - тепло, выделяющееся внутри источника за то же время.

Выражение $\mathcal{E} I \Delta t$ равно работе сторонних сил $\Delta A_{\text{ст}}$, действующих внутри источника.

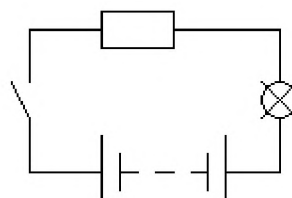
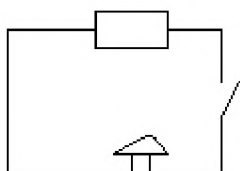
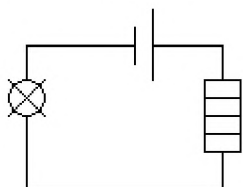
При протекании электрического тока по замкнутой цепи работа сторонних сил $\Delta A_{\text{ст}}$ преобразуется в тепло, выделяющееся во внешней цепи (ΔQ) и внутри источника ($\Delta Q_{\text{ист}}$).

$$\Delta Q + \Delta Q_{\text{ист}} = \Delta A_{\text{ст}} = \mathcal{E} I \Delta t$$

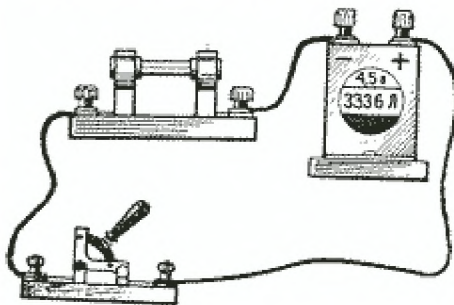
Задание 1. Укажите основные составные элементы, входящие в электрическую цепь.



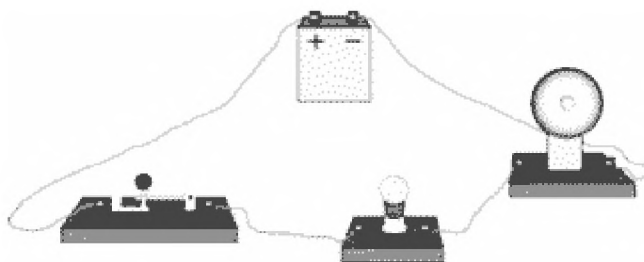
Задание 2. Перед вами схемы электрических цепей. Назовите, из каких приборов они состоят, и найдите “дефект” в каждой из схем.



Задание 3. На рисунке представлена простейшая электрическая цепь. Перечислите её составные части. Начертите схему этой электрической цепи.



Задание 4. Нарисуйте принципиальную схему электрической цепи, изображенной на рисунке.



Задание 5. Начертите схему электрической цепи, состоящей из источника тока, звонка, лампочки и двух ключей так, чтобы лампочку и звонок включались отдельно.

Задание 6. Нарисуйте схему соединения батареи элементов, двух лампочек и двух ключей, в которой каждая из лампочек включается и выключается независимо друг от друга.

Задание 7. Нарисуйте схему соединения аккумулятора, двух выключателей и одного звонка, при которой позвонить можно было бы из двух разных мест. Где на практике можно использовать такую схему?

Задание 8. Нарисуйте схему соединения батарейки, двух лампочек и трех ключей, в которой каждой из лампочек управляет свой ключ, а размыкание третьего ключа приводит к выключению обеих лампочек.

Задание 9. Нарисуйте схему соединения батарейки, лампочки, звонка и двух ключей. Лампочка включается всякий раз, когда звенит звонок, но может работать и при выключенном звонке.

Задание 10. Начертите схему установки, состоящей из аккумулятора и двух звонков, у каждого из них своя кнопка.

Задание 11. Начертите схему электрической цепи, содержащей источник тока, две электрические лампы, два ключа и один электрический звонок, так, чтобы звонок звонил, когда какая-нибудь лампа горит.

Практическая работа №13. Решение задач по теме: «ЭДС. Закон Ома для полной цепи».

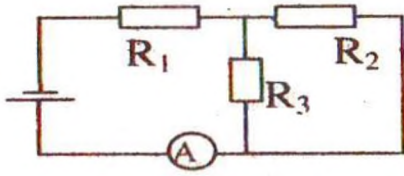
Цели: анализировать, знать, применять знания по теме; отработать навыки самостоятельной работы; способствовать развитию самостоятельности обучающихся; овладение моторикой мелких мышц рук; формировать трудолюбие обучающихся.

Электродвижущая сила.	
<p><u>Роль источника тока:</u> разделить заряды за счет совершения работы сторонними силами. Любые силы, действующие на заряд, за исключением потенциальных сил электростатического происхождения (т. е. кулоновских) называются сторонними силами. (Сторонние силы объясняются электромагнитным взаимодействием между электронами и ядрами)</p>	
<p>ЭДС — энергетическая характеристика источника. Это физическая величина, равная отношению работы, совершенной сторонними силами при перемещении электрического заряда по замкнутой цепи, к этому заряду: Измеряется в вольтах (В).</p>	$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$
<p>Еще одна характеристика источника - внутреннее сопротивление источника тока: r.</p>	
Закон Ома для полной цепи.	
<p>Энергетические преобразования в цепи:</p> $\left. \begin{aligned} A &= I\mathcal{E}t \\ A_{\text{внеш}} &= I^2 R t \\ A_{\text{внутр}} &= I^2 r t \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = A_{\text{внеш}} + A_{\text{внутр}}$ <p style="text-align: right;">- закон сохранения энергии</p> <p>(A - работа сторонних сил; A_{внеш.} - работа тока на внешнем участке цепи сопротивлением R; A_{внутр.} - работа тока на внутреннем сопротивлении источникаг.)</p>	
$\Rightarrow \mathcal{E} = IR + Ir$	$\mathcal{E} = IR + Ir$
<p>Закон Ома: Сила тока в цепи постоянного тока прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению электрической цепи.</p>	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$

5. Закрепление изученного материала – решение задач (35 мин.).

Задача №1

В цепи, изображенной на схеме $R_1 = 2,9 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$, внутреннее сопротивление источника равно 1 Ом . Амперметр показывает ток 1 А . Определите ЭДС и напряжение на зажимах батареи.



Найдем общее сопротивление цепи. Резисторы R_2 и R_3 соединены параллельно, а к ним последовательно присоединен резистор R_1 .

$$R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}; \quad R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$\varepsilon = I(R + r); \quad \varepsilon = I \left(r + R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right); \quad \varepsilon = 6 \text{ В}$$

$$U = IR; \quad U = I \left(R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right); \quad U = 5 \text{ В.}$$

Задача №2

Определить ЭДС батареи, если известно, что при увеличении сопротивления

нагрузки в $2,5$ раза напряжение на нагрузке возрастает от $3,5 \text{ В}$ до 8 В . Запишем закон Ома для полной цепи для каждого случая.

$$\varepsilon = U_1 + \frac{U_1}{R_1} r; \quad \varepsilon = U_2 + \frac{U_2}{R_2} r = U_2 + \frac{U_2}{2,5R_1} r$$

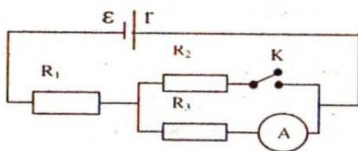
Приравниваем: $U_1 + \frac{U_1}{R_1} r = U_2 + \frac{U_2}{2,5R_1} r$

$$r \left(\frac{U_1}{R_1} - \frac{U_2}{2,5R_1} \right) = U_2 - U_1; \quad r \frac{2,5U_1 - U_2}{2,5R_1} = U_2 - U_1$$

$$r = \frac{2,5R_1(U_2 - U_1)}{2,5U_1 - U_2}$$

Отсюда $\varepsilon = U_1 + \frac{2,5R_1(U_2 - U_1)U_1}{2,5U_1 - U_2} = \frac{1,5U_1U_2}{2,5U_1 - U_2}; \quad \varepsilon = 56 \text{ В.}$

Задача №3



При разомкнутом ключе амперметр показывает ток 1 А . Какой ток покажет амперметр при замкнутом ключе? ЭДС источника 10 В , внутреннее сопротивление источника 1 Ом , $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, R_3 неизвестно.

При разомкнутом ключе ток не идет через резистор R_2 .

При замкнутом ключе ток проходит через все резисторы. Т.к. сопротивления второго и третьего резисторов равны, то $R_{2,3} = R_2/2$.

$$\varepsilon = I_1(r + R_1 + R_3); \text{отсюда } R_3 = \frac{\varepsilon}{I_1} - r - R_1; R_3 = 4 \text{ Ом.}$$

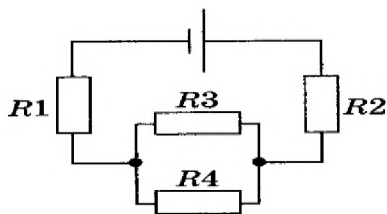
$$I_2 = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2/2}; I_2 = 1,25 \text{ А.}$$

Задача №4.

ЭДС источника тока 3 В, его внутреннее сопротивление 1 Ом, сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 1,75 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$. Какова сила тока в резисторе R_4 ?

$$R_{3,4} = \frac{R_3 R_4}{R_1 + R_2}; R = R_1 + R_2 + R_{3,4}$$

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



Так как соединение проводников последовательное, то $I = I_{3,4}$;

При параллельном соединении $U_4 = U_{3,4} = I_{3,4} R_{3,4}$; $I_4 = \frac{U_4}{R_4}$

Выполнив вычисления, получаем: $I_4 = 0,125 \text{ А}$.

Цель: закрепить знания студентов по теме;

развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;

формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Магнитными взаимодействиями называют взаимодействия между движущимися электрическими зарядами (или проводниками с током).

Взаимодействие параллельных проводников с токами: если по проводникам текут токи в одном направлении, эти проводники притягиваются, а если в противоположных - то отталкиваются.

Гипотеза Ампера: все магнитные взаимодействия обусловлены взаимодействием электрических токов.

Магнитное взаимодействие осуществляется посредством **магнитного поля**: движущиеся заряженные частицы (проводники, по которым текут токи) создают вокруг себя магнитное поле, которое действует на другие движущиеся заряженные частицы (проводники с токами).

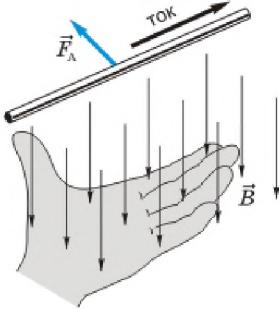
Основной характеристикой магнитного поля в данной точке является **магнитная индукция**.

За **направление магнитной индукции** принимают направление, на которое указывает северный полюс свободно вращающейся магнитной стрелки.

Модуль магнитной индукции равен отношению силы, действующей на проводник с током, расположенный перпендикулярно вектору магнитной индукции, к произведению силы тока в проводнике и длины проводника: $B = \frac{F}{Il}$.

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

Направление силы Ампера определяется по **правилу левой руки**:



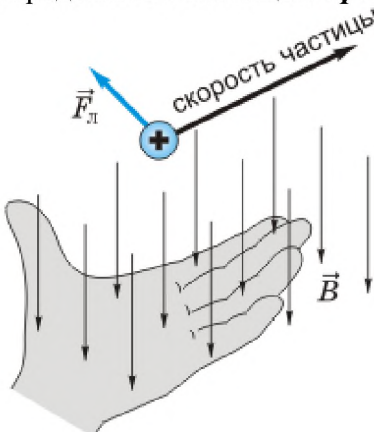
если раскрытую ладонь левой руки расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали направление тока в проводнике, то отогнутый в плоскости ладони большой палец покажет направление силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

Модуль силы Ампера $F_A = IlB \sin \alpha$, где I - сила тока в проводнике, l - длина проводника, B -

модуль магнитной индукции, α - угол между проводником и вектором магнитной индукции.

Силу, действующую на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле, называют **силой Лоренца**.

Направление силы Лоренца, действующей на положительно заряженную частицу, определяют с помощью **правила левой руки**:



если раскрытую ладонь левой руки расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали направление скорости положительно заряженной частицы, то отогнутый в плоскости ладони большой палец покажет направление силы, действующей на частицу.

Модуль силы Лоренца $F_{\text{л}} = qvB\sin\alpha$, где q - модуль заряда частицы, v - модуль ее скорости, B -

модуль магнитной индукции, α - угол между скоростью частицы и вектором магнитной индукции.

Линии магнитной индукции - это воображаемые линии, касательные к которым показывают направление вектора магнитной индукции в каждой точке. Густота линий магнитной индукции пропорциональна модулю магнитной индукции.

**Физические величины,
их обозначение и единицы измерения в СИ.**

Название величин	Буквенное обозначение	Единицы измерения в СИ	Формулы
Магнитная индукция	B	Тл (тесла)	$B = \frac{F}{Il}$
Сила тока	I	А (ампер)	
Длина	l	м	
Заряд частицы	q	Кл (кулон)	
Скорость	v	м/с	
Угол	α		
Сила Ампера	F_A	Н (ньютон)	$F_A = IlB\sin\alpha$
Сила Лоренца	$F_{\text{л}}$	Н (ньютон)	$F_{\text{л}} = qvB\sin\alpha$
Радиус окружности	r	м	$r = \frac{mv}{qB}$
Масса	m	кг	
Константы			
Элементарный заряд			$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Масса электрона			$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса протона			$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

**Практическая часть
Примеры решения задач**

1. С какой силой действует магнитное поле с индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

Дано	Формула	Решение
$B = 10 \text{ мТл} = 0,01 \text{ Тл}$ $I = 50 \text{ А,}$ $L = 0,1 \text{ м,}$ $\alpha = 90^\circ$	$F = IBL \sin \alpha$	$F = 50 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot \sin 90^\circ =$ $= 50 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 1 = 0,05 \text{ Н}$
Найти: F-?		Ответ: $F = 0,05 \text{ Н.}$

2. Какова индукция магнитного поля, в которой на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.

Дано	Формула	Решение
$L = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м,}$ $I = 25 \text{ А,}$ $F = 50 \text{ мН} = 0,05 \text{ Н,}$	$F = IBL \sin \alpha$ $B = F / I L \sin \alpha$	$B = 0,05 \text{ Н} / 25 \text{ А} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,04 \text{ Тл}$
Найти: B = ?		Ответ: $B = 0,04 \text{ Тл.}$

3. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

Дано:	Решение:
$v = 10 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ $B = 0,2 \text{ Тл}$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\alpha = 90^\circ$	$F_{\text{л}} = qvB \sin \alpha$ $F_{\text{л}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0,2 = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$
Найти: $F_{\text{л}}$ -?	Ответ: $F_{\text{л}} = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$

Самостоятельная работа

- Что наблюдается в опыте Эрстеда? Выберите правильное утверждение.
 - Проводник с током действует на электрические заряды.
 - Магнитная стрелка поворачивается вблизи проводника с током.
 - Магнитная стрелка поворачивается вблизи заряженного проводника.
- Выберите наиболее правильное продолжение фразы: «Магнитные поля создаются ...»
 - ... неподвижными электрическими зарядами.
 - ... как неподвижными, так и движущимися электрическими зарядами.
 - ... движущимися электрическими зарядами
- Выберите наиболее правильное продолжение фразы: «Движущийся электрический заряд создает ...»
 - ... только магнитное поле.
 - ... только электрическое поле.
 - ... как электрическое, так и магнитное поле.
- Какое из приведенных ниже выражений характеризует силу действия магнитного поля на проводник с током? Выберите правильное утверждение.
 - $B \cdot I$
 - $Bq \cdot v$
 - Eq

5. Как изменится сила Ампера, действующая на прямолинейный проводник с током в однородном магнитном поле, при увеличении силы тока в 2 раза? Выберите правильное утверждение.
- А. Увеличится в 2 раза.*
 - Б. Не изменится*
 - В. Уменьшится в 2 раза.*
6. Назовите прибор (устройство), в котором используется поворот рамки стоком в магнитном поле. Выберите правильное утверждение.
- А. Громкоговоритель.*
 - Б. Электромагнит*
 - В. Амперметр.*
7. Чем объясняется взаимодействие двух параллельных проводников с током? Выберите правильное утверждение.
- А. Действием электрического поля одного проводника с током на ток в другом проводнике.*
 - Б. Взаимодействием электрических зарядов.*
 - В. Действием магнитного поля одного проводника с током на ток в другом проводнике.*
8. Выберите наиболее правильное продолжение фразы: «Магнитные поля оказывает силовое действие ...»
- А. ... только на покоящиеся электрические заряды.*
 - Б. ... только на движущиеся электрические заряды.*
 - В. ... как на движущиеся, так и на покоящиеся электрические заряды.*
9. «Поворот магнитной стрелки вблизи проводника с током объясняется тем, что на нее действуют...»
- Выберите правильное утверждение.
- А.... электрическое поле, создаваемое зарядами проводника.*
 - Б. ...магнитное поле, создаваемое движущимися в проводнике зарядами.*
 - В. ...электрическое поле, созданное движущимися зарядами проводника.*
10. Что наблюдалось в опыте Ампера? Выберите правильное утверждение.
- А. Две магнитные стрелки взаимодействуют друг с другом.*
 - Б. Магнитная стрелка поворачивается вблизи проводника с током.*
 - В. Два проводника с током взаимодействуют друг с другом.*
11. По какой из приведенных ниже выражений можно вычислить модуль индукции магнитного поля B по силе, действующей на проводник с током? Выберите правильное утверждение.
- А. Fl*
 - Б. $\frac{I}{Fl}$*
 - В. $\frac{F}{Il}$*
12. Как изменится сила Ампера, действующая на прямолинейный проводник с током в однородном магнитном поле, при уменьшении силы тока в 2 раза? Выберите правильное утверждение.
- А. Увеличится в 2 раза.*
 - Б. Не изменится*
 - В. Уменьшится в 2 раза.*
13. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 3 см действует сила 25 мН? Сила тока в проводнике 20 А. Проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.

- 14.** С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией $0,5 \text{ Тл}$ на прямолинейный проводник длиной 10 см с током 5 А , расположенный перпендикулярно вектору индукции магнитного поля?
- 15.** На проводник с током 2 А , расположенный перпендикулярно вектору магнитной индукции, действует сила $0,5 \text{ Н}$. Найдите длину проводника, если модуль индукции равен $0,4 \text{ Тл}$.
- 16.** Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 8 Мм/с в магнитном поле с индукцией $0,6 \text{ Тл}$ перпендикулярно линиям индукции?

Практическая работа №15. Решение задач по теме: «Механические колебания и ВОЛНЫ».

Цель: Закрепить знания по теме «Колебания и волны», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

Теоретическая часть

Колебания, рассматриваемые в разделе «Механика», называются механическими, при которых рассматриваются изменения положений, скоростей, ускорений и энергий каких-либо тел или их частей.

Силу, под действием которой происходит колебательный процесс, называют возвращающей силой.

Виды колебаний: а) свободные, которые совершаются под действием одной возвращающей силы (первоначально сообщенной энергии); б) вынужденные колебания, происходящие под воздействием внешней периодической силы; в) автоколебания, происходящие при периодическом поступлении энергии от источника внутри колебательной системы.

Простейшим видом периодических колебаний являются гармонические колебания, происходящие по закону синуса или косинуса.

Отклонения от положения равновесия называют смещением, и обозначается X , а наибольшее смещение называется амплитудой колебания и обозначается A .

Периодические колебания совершаются циклично. Время одного полного колебания называется

периодом колебания (обозначается T). Если тело за время t совершает n полных колебаний то $T = \frac{t}{n}$, а

$\frac{1}{T} = \frac{n}{t} = \nu$ и называется частотой колебаний. Число колебаний за 2π единиц времени называется циклической (круговой) частотой и обозначается ω : $\omega = 2\pi\nu$.

Математическая запись гармонического колебания:

$$X = A \cos(\omega t + \varphi_0) = A \cos \varphi$$

$$X = A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \sin \varphi$$

где $\varphi = \omega t + \varphi_0$ – фаза колебания (физическая величина, определяющая положение колебательной системы в данный момент времени), φ_0 – начальная фаза колебания.

Простейшими колебательными системами являются:

а) математический маятник – материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити и совершающая колебания под действием силы тяжести.

Период колебания определяется уравнением:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Период T зависит лишь от длины маятника и местоположения (удалённости от центра Земли или другого небесного тела), которое определяется величиной ускорения свободного падения $\left(g = \gamma \frac{M}{r^2}\right)$;

б) пружинный маятник – материальная точка, закреплённая на абсолютно упругой пружине.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Период колебания определяется уравнением:

Волной называют процесс распространения колебаний в пространстве. Волны характеризуются длиной волны

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

и скоростью распространения где v – скорость волны (м/с),

λ – длина волны (м), T – период колебания (с).

Примеры решения задач

Пример 1. Какова масса груза, колеблющегося на пружине жесткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?

Дано:

$$k = 0,5 \text{ кН/м} = 500 \text{ Н/м},$$

$$x = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м},$$

$$v = 3 \text{ м/с}.$$

Найти: m

Решение.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}; m = k \frac{x^2}{v^2} = k \left(\frac{x}{v} \right)^2 = ;$$

$$= 500 \text{ Н/м} \cdot \left(\frac{0,06 \text{ м}}{3 \text{ м/с}} \right)^2 = 0,2 \text{ кг}.$$

Ответ: $m = 0,2 \text{ кг}$.

Пример 2. При подвешивании груза массой 1 кг стальная пружина в положении равновесия удлинилась на 1 см. С каким периодом будет совершать колебания этот груз на пружине после смещения его по вертикали из положения равновесия?

Решение:

Под действием силы упругости пружины тело массой m совершает гармонические колебания с периодом, определяемым по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

где k - жесткость пружины.

Жесткость пружины можно найти по ее удлинению под действием силы тяжести груза массой m . По закону Гука

$$(F_y)_x = -kx$$

Для модуля силы упругости в положении равновесия выполняется равенство

$$F_y = kx_0 = mg,$$

следовательно,

$$k = \frac{mg}{x_0}$$

Подставляем полученное выражение в формулу для вычисления периода колебаний:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{mx_0}{mg}} = 2\pi \sqrt{\frac{x_0}{g}}; T \approx 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{10^{-2} \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} \approx 0,2 \text{ с}$$

Пример 3. Напишите уравнение гармонических колебаний, если амплитуда равна 7 см и за 2 мин совершается 240 колебаний. Начальная фаза колебаний равна $\pi/2$ рад.

Решение:

$$\begin{array}{l} x_m = 0,07 \text{ м} \\ \tau = 120 \text{ с} \\ n = 240 \\ \Phi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ рад} \\ x = ? \end{array} \left| \begin{array}{l} x = x_m \cos(\omega_0 t + \Phi_0) \\ \omega_0 = \frac{2\pi}{T} \\ T = \frac{\tau}{n} \\ x = x_m \cos\left(\frac{2\pi n}{\tau} t + \Phi_0\right) \end{array} \right. \begin{array}{l} x = 0,07 \cos\left(\frac{2\pi \cdot 240}{120} t + \frac{\pi}{2}\right), \\ x = 0,07 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right). \end{array}$$

Индивидуальные задания к практической работе № 11

Вариант №1

1. Найти массу груза, который на пружине жёсткостью 250Н/м делает 20 колебаний за 16 с.
2. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волны?
3. Маятник при свободных колебаниях отклонился в крайнее положение 15 раз в минуту. Какова частота колебаний?

Вариант №2

1. Пружинный маятник массой 0,16 кг совершает гармонические колебания. Какой должна стать масса этого маятника, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза?
2. Длина первого маятника 1 м, второго 2,25 м. За некоторое время первый маятник совершил 15 колебаний. Сколько колебаний за тот же промежуток времени совершил второй маятник?
3. Волна с периодом колебаний 0,5 с распространяется со скоростью 24м/с. Определите длину этой волны.

Вариант №3

1. Расстояние между ближайшими гребнями волн в море 4 м. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 3 м/с. С какой частотой волны ударяют о корпус лодки?
2. За одно и то же время первый математический маятник совершил 40 колебаний, а второй 60. Определите отношение длины первого маятника к длине второго.
3. К пружине жёсткостью 200Н/м подвешен груз массой 0,4 кг. Определите частоту колебаний этого пружинного маятника.

Вариант №4

1. Длина звуковой волны частотой 440 Гц в некотором веществе равна 3,4 м. Чему равна скорость звука в этом веществе?
2. Груз массой 200г подвешен к пружине и совершает колебания. Как изменится частота колебаний, если к этой пружине вместо этого груза подвесить тело массой 0,8 кг?
3. Первый математический маятник совершает колебания с частотой 6 Гц. Длина нити второго маятника больше длины первого в 3, 24 раза. Чему равен период колебаний второго маятника?

Вариант №5

1. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны для самого высокого женского голоса достигает 25 см. Определите частоту колебаний этого голоса.
2. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0,2 \sin \pi \cdot t/2$, где все величины заданы в единицах СИ. Определить амплитуду, период, частоту и циклическую частоту колебаний.
3. Груз массой 0,16 кг, подвешенный к пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы новый груз нужно подвесить вместо первого, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза?

Вариант №6

1. Груз, подвешенный на легкой пружине жёсткостью 100 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. какой должна быть жёсткость другой пружины, чтобы частота колебаний этого груза увеличилась в 4 раза?
2. На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал, имеющий скорость 1500 м/с вернулся назад через 0,4с?
3. Маятник длиной 1 м совершил 60 колебаний за 2 минуты. Найти ускорение свободного падения для данной местности.

Практическая работа №16. Решение задач по теме: «Колебания и волны».

Цель: научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Механические и электромагнитные волны».

Теоретическая часть.

$T = \frac{t}{N}$ - формула для определения периода колебаний.

$\nu = \frac{N}{t}$ - формула для определения частоты колебаний.

<i>Механические волны:</i>	<i>Электромагнитные волны</i>
$\lambda = \nu \cdot T$ - формула для определения длины волны через период.	$\lambda = c \cdot T$ - формула для определения длины волны через период.
$\lambda = \frac{\nu}{\nu}$ - формула для определения длины волны через частоту.	$\lambda = \frac{c}{\nu}$ - формула для определения длины волны через частоту.
$T = \frac{1}{\nu}, \nu = \frac{1}{T}$.	$T = 2\pi\sqrt{LC}$ - Формула Томсона (формула для вычисления периода колебаний).
λ - длина волны [м]; ν - скорость [м/с]; ν - частота колебаний [Гц]; T - период колебаний [с].	$R = \frac{c \cdot t}{2}$ - расстояние до цели (ее местонахождение). λ - длина волны, [м]; $c = 3 \cdot 10^8 \frac{M}{c}$ - скорость; ν - частота колебаний, [Гц]; T - период колебаний, [с]; C - емкость конденсатора, [Ф]; L - индуктивность катушки, [Гн]; R - расстояние, [м]; t - время, [с].

Решить задачи:

1. Ответить на вопросы:
 - 1) Волна – это...
 - 2) Тембр звука – это...
 - 3) Громкость звука – это...
 - 4) Эхо – это...
 - 5) Когерентные источники – это...
 - 6) Перечислите виды электромагнитных излучений.
 - 7) Перечислите виды радиосвязи.
2. С какой скоростью распространяется волна, если длина волны 2 м, а период колебаний частиц в волне 0,2 с?
3. Лодка качается на волне с частотой 0,5 Гц. Какова скорость этой волны, если расстояние между соседними гребнями равно 3 м?
4. Человек, стоящий на берегу моря, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями волн равно 8 м. Кроме того, он подсчитал, что за 1 минуту мимо него прошло 24 волновых гребня. Определите скорость распространения волны.
5. Скорость распространения волны равна 400 м/с, а длина её — 2 м. Вычислите, какое количество полных колебаний будет совершено данной волной за время, равное 0,1 с?

6. Упругая волна переходит из одной среды, в которой ее скорость равна v , в среду, где ее скорость в 2 раза меньше. Как изменяется частота и длина волны?
7. Происходит ли перенос вещества и энергии при распространении бегущей волны в упругой среде?
8. Наблюдатель услышал раскат грома спустя 6 с после вспышки молнии. На каком расстоянии произошел грозовой разряд.
9. Определите скорость звука в воде, если источник звука, колеблющийся с периодом 2 мс, возбуждает в воде волны длиной 2,9 м.
10. При настройке приемника индуктивность катушки колебательного контура возросла в 4 раза, а емкость конденсатора увеличилась в 9 раз. Как изменилась длина волны принимаемых радиоволн?
11. Сила тока в открытом колебательном контуре изменяется в зависимости от времени по закону $i = 0,2 \sin 2 \cdot 10^5 \pi t$ (А). Чему равна длина излучаемой волны? Найдите период и частоту колебаний.
12. Радиолокационный импульс, отраженный от цели, возвратился через 0,8 мкс после излучения локатором. Чему равно расстояние от локатора до цели?
13. Ретранслятор телевизионной программы «Орбита» установлен на спутнике связи «Радуга», который движется по круговой орбите на высоте 36000 км над поверхностью Земли, занимая постоянное положение относительно Земли. Сколько времени распространяется сигнал от передающей станции до телевизоров системы «Орбита»?
14. Радиопередатчик работает на частоте 6 МГц. Рассчитайте индуктивность выходного контура передатчика, если его емкость 100 пФ.
15. Радиостанция ведет передачу на частоте 75 МГц. Найдите длину волны.
16. В радиоприемнике один из коротковолновых диапазонов может принимать передачи, длина волны которых 24-26 м. Найдите частотный диапазон.
17. Катушка приемного контура радиоприемника имеет индуктивность 1 мкГн. Какова емкость конденсатора, если идет прием станции, работающей на длине волны 1000 м?
18. На каком диапазоне длин волн работает приемник, если емкость конденсатора в его колебательном контуре можно плавно изменять от 200 до 1800 пФ, а индуктивность катушки постоянна и равна 60 мкГн?
19. Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с длиной волны 300 м за время, равное периоду звуковых колебаний с частотой 2 кГц?

Практическая работа №17. Решение задач по теме: «Волновая оптика».

Цель: научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Световые волны».

Теоретическая часть.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \text{const}; \quad n = \frac{c}{v}; \quad \lambda = \frac{v}{\nu}$$

$$\Delta d = 2k \cdot \frac{\lambda}{2} - \text{max (усиление света)}; \quad \Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} - \text{min (ослабление света)}.$$

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

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{ скорость света в}$$

вакууме.

n - показатель преломления, [-];

α - угол падения;

γ - угол отражения;

β - угол преломления;

λ - длина волны, [м];

v - скорость, [м/с];

ν - частота колебаний, [Гц].

Вещество	Показатель преломления относительно воздуха
Вода (при 20 °С)	1,33
Кедровое масло (при 20 °С)	1,52
Сероуглерод (при 20 °С)	1,63
Лед	1,31
Каменная соль	1,54
Кварц	1,54
Рубин	1,76
Алмаз	2,42
Различные сорта стекла	от 1,47 до 2,04

Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы
1	0,0175	0,0175	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
2	0,0349	0,0349	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
3	0,0523	0,0524	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
4	0,0698	0,0699	34	0,5592	0,6745	64	0,8988	2,050
5	0,0872	0,0875	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
6	0,1045	0,1051	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
7	0,1219	0,1228	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
8	0,1392	0,1405	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,475
9	0,1564	0,1584	39	0,6293	0,8098	69	0,9336	2,605
10	0,1736	0,1763	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
11	0,1908	0,1944	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
12	0,2079	0,2126	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
13	0,2250	0,2309	43	0,6820	0,9325	73	0,9563	3,271
14	0,2419	0,2493	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,487
15	0,2588	0,2679	45	0,7071	1,0000	75	0,9659	3,737
16	0,2756	0,2867	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
17	0,2924	0,3057	47	0,7314	1,72	77	0,9744	4,331
18	0,3090	0,3249	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
19	0,3256	0,3443	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
20	0,3420	0,3640	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
21	0,3584	0,3839	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
22	0,3746	0,4040	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
23	0,3907	0,4245	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,114
24	0,4067	0,4452	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
25	0,4226	0,4663	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
26	0,4384	0,4877	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
27	0,4540	0,5095	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
28	0,4695	0,5317	58	0,8480	1,600	88	0,9994	28,64
29	0,4848	0,5543	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,29
30	0,5000	0,5774	60	0,8660	1,732	90	1,0000	

Красный	$(7,6-6,2)10^{-7}$ м	Зеленый	$(5,6-5)10^{-7}$ м
Оранжевый	$(6,2-5,9)10^{-7}$ м	Голубой	$(5-4,8)10^{-7}$ м
Желтый	$(5,9-5,6)10^{-7}$ м	Синий	$(4,8-4,5)10^{-7}$ м
		Фиолетовый	$(4,5-3,8)10^{-7}$ м

Решить задачи:

1. Ответить на вопросы:

- 1) Астрономическим методом впервые измерил скорость света:
 - А) И. Физо; Б) О. Ремер; В) Г. Герц; Г) Х. Гюйгенс; Д) А.С. Попов.
- 2) Какой ученый впервые измерил скорость света лабораторным методом?
 - А) И. Физо; Б) О. Ремер; В) А. Майкельсон; Г) Х. Гюйгенс; Д) Т. Юнг.
- 3) Постоянная величина, входящая в закон преломления света, называется...

- 4) Показатель преломления среды относительно вакуума называют...
 - 5) Волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз, называют...
 - 6) Зависимость показателя преломления вещества от частоты (длины) волны называется....
 - 7) Минимумы при интерференции от двух источников возникают при условии:
 - А) $\Delta d = k \cdot \lambda$; Б) $\Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; В) $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$; Г) $d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; Д) $\Delta d = k \cdot \lambda^2$
 - 8) Максимумы при интерференции от двух источников возникают при условии:
 - А) $\Delta d = k \cdot \lambda$; Б) $\Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; В) $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$; Г) $d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; Д) $\Delta d = k \cdot \lambda^2$
 - 9) Огибание волной малых препятствий называется....
 - 10) Сложение двух когерентных волн называется.....
 - 11) Способность электромагнитной волны проходить через одноосный кристалл в определенном направлении называется.....
2. Показатель преломления воды для красного света 1,331, а для фиолетового 1,343. Найдите скорости распространения этих волн в воде.
 3. Длина волны красного света в воздухе 780 нм. Найдите частоту колебаний.
 4. Частота света $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Чему равна длина волны в воздухе, соответствующая этой частоте, и какова окраска света этой частоты?
 5. Два когерентных световых пучка достигают некоторой точки пространства с разностью хода 2 мкм. Что произойдет в этой точке: усиление или ослабление света, если свет 1) красного цвета ($\lambda = 760 \text{ нм}$); 2) желтого цвета ($\lambda = 600 \text{ нм}$); 3) фиолетового цвета ($\lambda = 400 \text{ нм}$).
 6. Сравнить скорость света во льду и каменной соли.
 7. Свет падает на поверхность рубина.
 - а) Каков угол преломления, если угол падения 30° ?
 - б) Каков угол падения, если угол преломления 15° ?
 8. Луч света переходит из воды в алмаз, угол падения равен 40° . Найдите угол преломления.
 9. Найдите показатель преломления алмаза, если предельный угол полного отражения для алмаза равен 25° .
 10. Луч света падает на поверхность льда под углом 30° . Под каким углом должен упасть луч на поверхность воды, чтобы угол преломления оказался таким же?
 11. Почему пальцы, опущенные в воду, кажутся короткими? Объясните?
 12. Построить изображение в собирающей линзе, если предмет находится между линзой и ее главным фокусом.
 13. Построить изображение в рассеивающей линзе, если предмет находится за двойным фокусом.
 14. Найдите период решетки, если дифракционное изображение первого порядка получено на расстоянии 2,43 см от центрального, а расстояние от решетки до экрана 1 м. Решетка была освещена светом с длиной волны 486 нм.
 15. Излучают ли обычные источники света когерентные волны?
 16. Каков характер световых волн?
 17. Как меняется частота фиолетового излучения при переходе луча из вакуума в воду?

Практическая работа №18. Решение задач по теме: «Строение атомного ядра. Энергия связи атомных ядер».

Цель: уметь определять продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа, энергетический выход ядерных реакций, применять правила смещения при альфа и бета-распадах.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач.
2. Рассмотреть примеры решения задач.
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

Теоретический материал

Ядро атома состоит из нуклонов:

протонов (p или ${}_1^1\text{H}$) и
нейтронов (${}_0^1n$)

Любой элемент таблицы Менделеева можно представить: ${}_Z^AX$

Z - это

порядковый номер элемента в таблице Менделеева;

число протонов в ядре (заряд ядра атома равен произведению элементарного электрического заряда e на его порядковый номер Z : $q=eZ$;

число электронов в атоме (атом в целом электрически нейтрален)

A - это

массовое число (в таблице Менделеева);

общее число нуклонов в ядре: $A = Z + N$, где N -- число нейтронов в ядре

Ядерные реакции - превращения одних атомных ядер в другие при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом.

Радиоактивность - способность атомных ядер некоторых элементов спонтанно распадаться, превращаясь в ядра другого элемента.

Закон сохранения зарядового числа (закон сохранения заряда): сумма нижних индексов частиц, вступивших в ядерную реакцию, равна сумме нижних индексов частиц, полученных в результате реакции.

Закон сохранения массового числа (закон сохранения массы): сумма верхних индексов частиц, вступивших в реакцию, равна сумме верхних индексов частиц, полученных в результате реакции.

Дефект массы ядра

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}$$

Энергия связи атомного ядра

$$\Delta E_{\text{св}} = \Delta mc^2$$

Энергия ядерной реакции

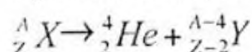
$$\Delta E = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ}$$

Альфа-частицы (α) - это ядра атома гелия: ${}_2^4\text{He}$.

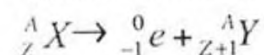
Бета-частицы (β) - это электроны, летящие со скоростью, близкой к скорости света: $v = 0,99c$; ${}_{-1}^0e$.

Гамма-кванты (γ) - жесткое электромагнитное излучение с длиной волны ($\lambda = 10^{-11} : 10^{-12} \text{ м}$)

Правило смещения при α -распаде



Правило смещения при β -распаде



Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \text{ или}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

$$\lambda = 2,71828$$

Период полураспада T - время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных атомов.

Примеры решения задач

Пример № 1

Вычислите энергию связи ядра атома дейтерия.

Решение

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{\frac{2}{1}H} = 2,01410 \text{ а.е.м.}$$

$$m_e = 0,00055 \text{ а.е.м.}$$

$$\Delta E - ?$$

Энергия связи ядра равна

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

где Δm - разность суммы масс свободных частиц, входящих в состав ядра, и массы ядра;

$$\Delta m = m_p + m_n - m_x = m_p + m_n - \left(M_{\frac{2}{1}H} - m_e \right);$$

$$\Delta m = 1,00728 \text{ а.е.м.} + 1,00866 \text{ а.е.м.} - 2,01410 \text{ а.е.м.} +$$

$$+ 0,00055 \text{ а.е.м.} = 0,00239 \text{ а.е.м.}$$

Но $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, поэтому

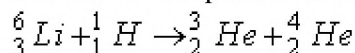
$$\Delta m = 0,00239 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 3,967 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$$

$$\Delta E = 3,967 \cdot 10^{-36} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} = 3,57 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$\Delta E = \frac{3,57 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}}{1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{Дж}}{\text{эВ}}} = 2,23 \cdot 10^6 \text{ эВ} = 2,23 \text{ МэВ}$$

Пример № 2

Вычислите энергетический выход ядерной реакции



Решение:

Для вычисления энергетического выхода ядерной реакции необходимо найти разность масс частиц, вступающих в реакцию, и частиц - продуктов реакции

$$M_{{}^6_3\text{Li}} = 6,01512 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{{}^1_1\text{H}} = 1,00782 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{{}^3_2\text{He}} = 3,01605 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260 \text{ а.е.м.}$$

$$\Delta E - ?$$

$$\Delta E = \Delta m c^2,$$

$$\Delta m = M_{{}^6_3\text{Li}} + M_{{}^1_1\text{H}} - M_{{}^3_2\text{He}} - M_{{}^4_2\text{He}};$$

$$\Delta m = 6,01512 \text{ а.е.м.} + 1,00782 \text{ а.е.м.} - 3,01605 \text{ а.е.м.} -$$

$$- 4,00260 \text{ а.е.м.} = 0,00429 \text{ а.е.м.}$$

Вычислим энергетический выход при изменении массы на 1 а.е.м.:

$$\Delta E = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \approx 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \approx 931 \text{ МэВ}$$

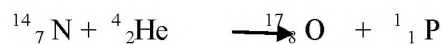
Выход ядерной реакции равен

$$\Delta E = 0,00429 \text{ а.е.м.} \cdot 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} = 4,0 \text{ МэВ}$$

Пример № 3.

В результате захвата альфа – частицы ядром изотопа азота ${}^{14}_7\text{N}$ образуется неизвестный элемент и протон. Написать ядерную реакцию и определить неизвестный элемент. Решение.

Запишем ядерную реакцию:



Поскольку суммы для массовых чисел и зарядов в правой и левой частях этого выражения должны быть равны, то

$$14 + 4 = 1 + A, \quad 7 + 2 = 1 + Z,$$

откуда

$$A = 17, \quad Z = 8.$$

Следовательно, полученный элемент можно символически записать в виде ${}^{17}_8\text{X}$. Из таблицы Менделеева найдем, что это изотоп кислорода ${}^{17}_8\text{O}$.

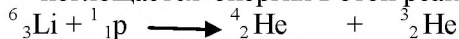
Индивидуальные задания к практической работе № 13

Вариант 1

1. Какие частицы использовались в следующих ядерных реакциях?



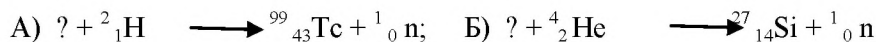
2. Произведите энергетический расчет ядерной реакции и выясните, выделяется или поглощается энергия в этой реакции:



3. Ядро висмута ${}^{211}_{83}\text{Bi}$ получилось из другого ядра после α -распада и β -распада. Что это за ядро?

Вариант 2

1. С какими атомными ядрами осуществлены следующие ядерные реакции:

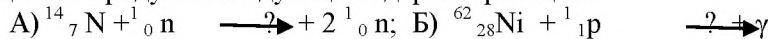


2. Какова энергия связи ядра атома углерода ${}^{13}_6\text{C}$?

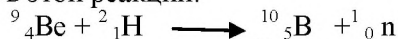
3. Во что превращается ядро атома урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ после α -распада и двух β -распадов?

Вариант 3

1. Определите продукты следующих ядерных реакций:



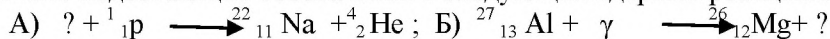
2. Произведите энергетический расчет ядерной реакции и выясните, выделяется или поглощается энергия в этой реакции:



3. Во что превращается ядро изотопа тория ${}^{234}_{90}\text{Th}$ после трех α -распадов?

Вариант 4

1. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



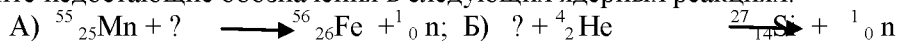
2. Какова энергия связи ядра атома кремния ${}^{30}_{14}\text{Si}$?

3. Ядро изотопа тория ${}^{232}_{90}\text{Th}$ претерпевает α -распад, два β -распада и еще один

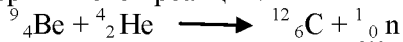
α -распад. Какие ядра после этого получаются?

Вариант 5

1. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



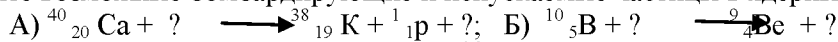
2. Произведите энергетический расчет ядерной реакции и выясните, выделяется или поглощается энергия в этой реакции:



3. В какое вещество превращается атом таллия ${}^{210}_{81}\text{Tl}$ после трех β -распадов и одного α -распада?

Вариант 6

1. Определите возможные бомбардирующие и испускаемые частицы в ядерных реакциях:



2. Какова энергия связи ядра атома кислорода ${}^{16}_8\text{O}$?

3. В результате какого радиоактивного распада натрий ${}^{22}_{11}\text{Na}$ превращается в магний ${}^{22}_{12}\text{Mg}$?

2.3. Задания для проведения контрольных работ

Контрольная работа №1 по теме «Механика»

1 вариант

1. Тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 65 км/ч, равен 15 м. Чему равен тормозной путь этого же автомобиля при скорости 120 км/ч?

2. Определите мощность насоса, который поднимает $5,5 \text{ м}^3$ на высоту 6 м за 5 секунд. Плотность воздуха – 1000 кг/м^3

3. Каковы значения потенциальной и кинетической энергии стрелы массой 30 г, выпущенной из лука со скоростью 15 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения?

4. Тепловоз при скорости 84 км/ч развивает тяговое усилие в $4 \cdot 10^3 \text{ Н}$.

Найти работу и мощность совершаемую в течении 2 мин.

5. Самолет массой 50 т летит на высоте 10 км со скоростью 900 км/ч. Определить его полную механическую энергию.

2 вариант

1. Каковы значения потенциальной и кинетической энергии стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 25 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения?

2. Определите мощность насоса, который поднимает $4,5 \text{ м}^3$ на высоту 5 м за 5 секунд. Плотность воздуха – 1000 кг/м^3

3. Тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 54 км/ч, равен 12 м. Чему равен тормозной путь этого же автомобиля при скорости 120 км/ч?

4. Тепловоз при скорости 72 км/ч развивает тяговое усилие в $2 \cdot 10^3 \text{ Н}$.

Найти работу и мощность совершаемую в течении 20 с.

5. Определить полную механическую энергию самолета массой 60 т на высоте 20 км, если скорость его 800 км/ч.

Контрольная работа № 2 по теме «Молекулярная физика. Термодинамика»

1 вариант

1. Сколько молекул воздуха содержится в комнате объемом 80 м^3 при нормальных условиях? Молярная масса воздуха $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, плотность воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$.
2. Какое количество вещества содержится в слитке серебра массой $3,8 \text{ кг}$.
3. Под каким давлением находится газ в сосуде, если известны средний квадрат скорости его молекул $10^8 \text{ м}^2/\text{с}^2$, концентрация молекул $4 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$ и масса одной молекулы $3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$
4. Определить массу одной молекулы газа при нормальном атмосферном давлении (101325 Па), если известны объем газа $0,005 \text{ м}^3$, общее число молекул газа $3 \cdot 10^{24}$ и средний квадрат скорости молекул $0,2 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$
5. Чему равно количество вещества в 2 дм^3 углекислого газа CO_2 ?

2 вариант

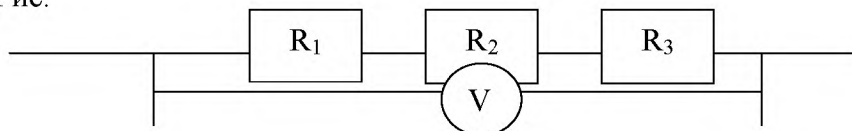
1. Сколько молекул воздуха содержится в комнате объемом 40 м^3 при нормальных условиях? Молярная масса воздуха $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, плотность воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$.
2. Какое количество вещества содержится в слитке золота массой $4,6 \text{ кг}$.
3. Под каким давлением находится газ в сосуде, если известны средний квадрат скорости его молекул $10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2$, концентрация молекул $8 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$ и масса одной молекулы $6 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$
4. Определить массу одной молекулы газа при нормальном атмосферном давлении (101325 Па), если известны объем газа $0,005 \text{ м}^3$, общее число молекул газа $3 \cdot 10^{24}$ и средний квадрат скорости молекул $0,2 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$
5. Чему равно количество вещества в 2 дм^3 аммиака NH_3 ?

Контрольная работа №3: «Электростатика. Постоянный электрический ток»

1 вариант

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл , находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?
2. Какое количество теплоты выделится в реостате сопротивлением 50 Ом за 2 мин при силе тока в цепи 2 А ?
3. Какую работу совершает электрический ток в электродвигателе за 30 мин , если сила тока в цепи $0,5 \text{ А}$, а напряжение на клеммах двигателя 12 В ?
4. Общее сопротивление участка АВ цепи равно 10 Ом . Определите сопротивление третьего проводника, при $R_1=2 \text{ Ом}$, $R_2=5 \text{ Ом}$. Какова сила тока в участке цепи АВ, если вольтметр показывает напряжение 5 В .

Рис.

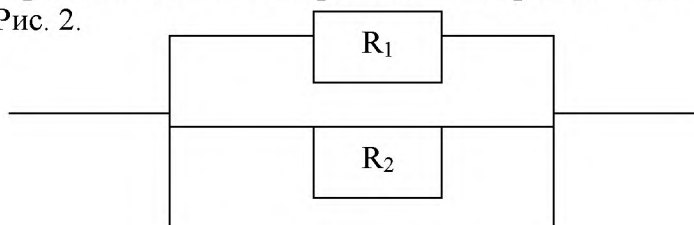


5. В цепи, содержащей источник с ЭДС $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, замкнутый на внешнее сопротивление $R = 9 \text{ Ом}$, сила тока $I = 0,6 \text{ А}$. Найдите внутреннее сопротивление источника тока и силу тока короткого замыкания.

2 вариант

1. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?
2. Определите мощность электрической лампочки, если при напряжении 5 В сила тока в ней 100 мА.
3. Какое количество теплоты выделится за 10 мин в резисторе сопротивлением 200 Ом, включённом в сеть с напряжением 50 В ?
4. Определить общее сопротивление при $R_1 = 40 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$.

Рис. 2.



5. В цепи, содержащей источник с ЭДС $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, замкнутый на внешнее сопротивление $R = 9 \text{ Ом}$, сила тока $I = 0,6 \text{ А}$. Найдите внутреннее сопротивление источника тока и силу тока короткого замыкания.

Оценка письменной контрольной работы.

Отметка «5»:

- ответ полный и правильный, возможна несущественная ошибка.

Отметка «4»:

- ответ неполный или допущено не более двух несущественных ошибок.

Отметка «3»:

- работа выполнена не менее чем наполовину, допущена одна существенная ошибка и при этом две-три несущественные.

Отметка «2»:

- работа выполнена меньше чем наполовину или содержит несколько существенных ошибок.
- работа не выполнена.

При оценке выполнения письменной контрольной работы учитываются требования единого орфографического режима

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

Рассмотрено:
на заседании ЦМК
Протокол № 1 от 31.08. 2020
Председатель Севед
Тютюнникова Г.В.

Согласовано:
зам. директора по УР
Кошман А.В. Косман

**Методические указания к ЛПЗ
учебной дисциплины
Физика**

Профессия:
15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике.

Автор: Синченко Е.В.
преподаватель физики

г.Валуйки

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации к ЛПЗ составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта для профессии: 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике. В соответствии с учебным планом на ЛПЗ по дисциплине Физика отводится 66 часов.

В результате изучения учебной дисциплины «Физика» обучающийся должен:

знать/понимать:

- **смысл понятий:** физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная;
- **смысл физических величин:** скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;
- **смысл физических законов** классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- **вклад российских и зарубежных ученых**, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

уметь:

- **описывать и объяснять физические явления и свойства тел:** движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- **отличать** гипотезы от научных теорий;
- **делать выводы** на основе экспериментальных данных;
- **приводить примеры, показывающие, что:** наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- **приводить примеры практического использования физических знаний:** законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- **воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать** информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.

- **применять полученные знания для решения физических задач;**
- **определять** характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- **измерять ряд** физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;

использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

- для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;
- оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;
- рационального природопользования и защиты окружающей среды.

Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

Лабораторная работа №1: «Исследование движения тела под действием постоянной силы»

Цель работы: определение центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении по окружности.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусочек пробки с отверстием, лист бумаги, линейка.

Краткие теоретические сведения

Эксперименты проводятся с коническим маятником. Небольшой шарик движется по окружности радиуса R . При этом нить AB , к которой прикреплен шарик, описывает поверхность прямого кругового конуса. На шарик действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и натяжение нити \vec{F} (рис. а). Они создают центростремительное ускорение \vec{a}_n , направленное по радиусу к центру окружности. Модуль ускорения можно определить кинематически. Он равен:

$$a_n = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Для определения ускорения надо измерить радиус окружности и период обращения шарика по окружности.

Центростремительное (нормальное) ускорение можно определить также, используя законы динамики.

Согласно второму закону Ньютона $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$. Разложим силу \vec{F} на составляющие \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , направленные по радиусу к центру окружности и по вертикали вверх.

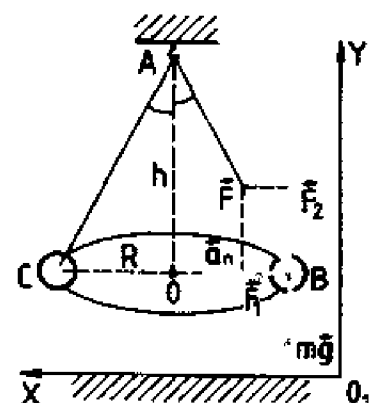
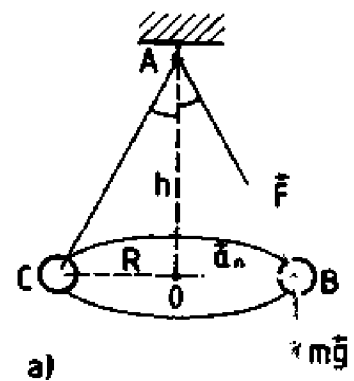
Тогда второй закон Ньютона запишется следующим образом:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Направление координатных осей выберем так, как показано на рисунке б. В проекциях на ось O_1y уравнение движения шарика примет вид: $0 = F_2 - mg$. Отсюда $F_2 = mg$: составляющая \vec{F}_2 уравнивает силу тяжести $m\vec{g}$, действующую на шарик.

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось O_1x :

$$ma_n = F_1. \text{ Отсюда } a_n = \frac{F_1}{m}$$



Модуль составляющей F_1 можно определить различными способами. Во-первых, это можно сделать из подобия треугольников OAB и FBF_1 :

$$\frac{F_1}{R} = \frac{mg}{h}$$

Отсюда $F_1 = \frac{mgR}{h}$ и $a_n = \frac{gR}{h}$

Во-вторых, модуль составляющей F_1 можно непосредственно измерить динамометром. Для этого оттягиваем горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу R окружности (рис. в), и определяем показание динамометра. При этом сила упругости пружины уравнивает составляющую \vec{F}_1 .

Сопоставим все три выражения для a_n :

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, \quad a_n = \frac{gR}{h}, \quad a_n = \frac{F_1}{m}$$

и убедимся, что они близки между собой.

В этой работе с наибольшей тщательностью следует измерять время. Для этого полезно отсчитывать возможно большее число оборотов маятника, уменьшая тем самым относительную погрешность.

Взвешивать шарик с точностью, которую могут дать лабораторные весы, нет необходимости. Вполне достаточно взвешивать с точностью до 1 г. Высоту конуса и радиус окружности достаточно измерить с точностью до 1 см. При такой точности измерений относительные погрешности величин будут одного порядка.

Порядок выполнения работы

1. Определить массу шарика на весах с точностью до 1 г.
2. Нить продеть сквозь отверстие и зажать пробку в лапке штатива (рис. в).
3. Вычертить на листе бумаги окружность, радиус которой около 20 см.

Измеряем радиус с точностью до 1 см.

4. Штатив с маятником расположить так, чтобы продолжение шнура проходило через центр окружности.

5. Взяв нить пальцами у точки подвеса, вращать маятник так, чтобы шарик описывал окружность, равную начерченной на бумаге.

6. Отсчитать время, за которое маятник совершает к примеру, $N = 50$ оборотов.

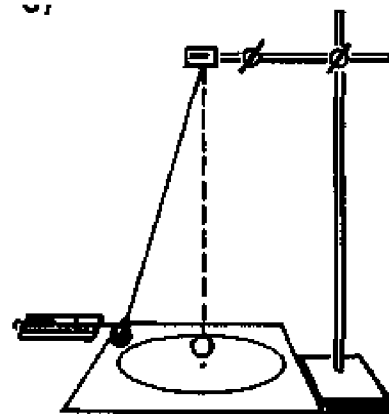
7. Определить высоту конического маятника.

Для этого измерить расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса.

8. Найти модуль центростремительного ускорения по формулам:

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \quad \text{и} \quad a_n = \frac{gR}{h}$$

9. Оттянуть горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние,



в)

равное радиусу окружности, и измерить модуль составляющей \vec{F}_1 . Затем вычислить ускорение по формуле $a_n = \frac{F_1}{m}$.

10. Результаты измерений занести в отчетную таблицу.

Отчетная таблица

Номер опыта	R, м	N	Δt , с	T = $\Delta t/N$, с	h, м	m, кг	$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$	$a_n = \frac{gR}{h}$	$a_n = \frac{F_1}{m}$

11. Сравнивая полученные три значения модуля центростремительного ускорения, убедиться, что они примерно одинаковы. Сделать вывод.

Лабораторная работа №2: «Изучение особенностей силы трения»

Цель работы

Используя второй закон Ньютона, измерить силу трения скольжения и затем определить коэффициент трения.

Оборудование

Линейка, измерительная лента, динамометр, брусок, набор грузов.

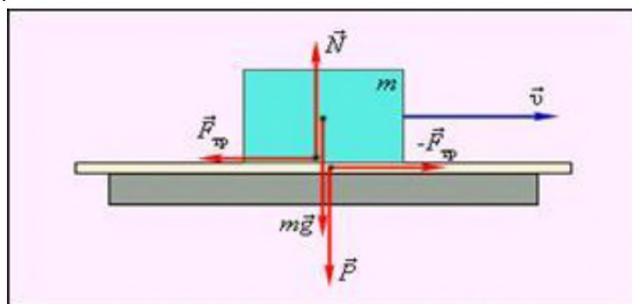
Теория

1-й способ заключается в измерении с помощью динамометра силы, с которой нужно тянуть брусок с грузами по горизонтальной поверхности, для того чтобы он двигался равномерно. Эта сила равна по абсолютной величине силе трения $F_{тр}$, действующей на брусок. С помощью того же динамометра можно найти вес бруска с грузами P . Этот вес равен силе нормального давления бруска на поверхность, по которой он скользит. Определив, таким образом $|\vec{F}_{тр}|$ и $|\vec{P}|$, можно найти коэффициент трения. Он равен:

$$\mu = \frac{|\vec{F}_{тр}|}{|\vec{P}|} \quad (1)$$

Ход работы

1 Положить брусок на горизонтальную деревянную линейку. На брусок поставить груз.



1-деревянная линейка, 2-брусок

Рисунок 1

2 Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тянуть его вдоль линейки. Заметить при этом показания динамометра.

3 Взвесить брусок и груз.

4 По формуле (1) найти коэффициент трения.

$$\mu = \frac{|\vec{F}_{тр}|}{|\vec{P}|} \quad (1)$$

где μ - коэффициент трения;

$F_{тр}$ – сила трения, Н;

P – все тела, Н.

5 Повторить опыт, положив на брусок несколько грузов.

6 Найти среднее арифметическое значение коэффициентов трения, найденных в разных опытах.

7 Найти ошибку каждого из опытов – разность между $\mu_{ср}$ и значениями, полученными в разных опытах.

- 8 Определить среднее арифметическое ошибок опытов $\Delta\mu_{\text{ср}}$.
 9 Составить таблицу результатов опытов:

Таблица 1

Номер опыта	Показание динамометра $ \vec{F}_{\text{тр}} $	$ \vec{P} $	$\mu = \frac{ \vec{F}_{\text{тр}} }{ \vec{P} }$	$\mu_{\text{ср}}$	$\Delta\mu = \mu_{\text{ср}} - \mu$	$\Delta\mu_{\text{ср}}$
1						
2						
3						

Вычисления

$$\mu_1 = \frac{F_{\text{тр}1}}{P_1} =$$

$$\mu_2 = \frac{F_{\text{тр}2}}{P_2} =$$

$$\mu_3 = \frac{F_{\text{тр}3}}{P_3} =$$

$$\mu_{\text{ср}} = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{3} =$$

$$\Delta\mu_1 = \mu_{\text{ср}} - \mu_1 =$$

$$\Delta\mu_2 = \mu_{\text{ср}} - \mu_2 =$$

$$\Delta\mu_3 = \mu_{\text{ср}} - \mu_3 =$$

$$\Delta\mu_{\text{ср}} = \frac{\Delta\mu_1 + \Delta\mu_2 + \Delta\mu_3}{3} =$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta\mu_{\text{ср}}}{\mu_{\text{ср}}} \cdot 100\% =$$

Вывод

Контрольные вопросы

- 1 Что такое силы трения и какова их природа, а также возможные виды?
- 2 Чему равна максимальная сила трения покоя?
- 3 Как направлена сила трения скольжения и чему она равна?
- 4 Проанализируйте, каким последствиям привело бы отсутствие силы трения.

Лабораторная работа №3: «Изучение закона сохранения импульса и реактивного движения»

Цель: Экспериментально подтвердить справедливость закона сохранения импульса для двух шаров при их центральном столкновении.

Оборудование: весы, стальной шарик, прибор для изучения движения тела, брошенного горизонтально, лист бумаги

Оборудование: весы, стальной шарик, прибор для изучения движения тела, брошенного горизонтально, лист бумаги.

Ход работы:

1. Измеряем на весах массу стального шара m_1 и m_2 . На краю рабочего стола закрепляем прибор для изучения движения тела, брошенного горизонтально.
2. На место падения шарика кладем чистый лист белой бумаги, приклеивают его скотчем и накрывают копиркой.
3. Отвесом определяют на полу точку, над которой располагаются края горизонтального участка желоба.
4. Пускают шарик и измеряют дальность его полета в горизонтальном направлении l_1 .
5. По формуле $v_1 = l_1 \sqrt{\frac{g}{2h}}$ вычисляем скорость полета шара и его импульс P_1 .
6. Далее устанавливаем напротив нижнего конца желоба, используя узел с опорой, другой шарик. Вновь пускают стальной шарик, измеряют дальность полета l_1' и второго шара l_2' . Затем вычисляют скорости шаров после столкновения V_1' и V_2' , а также их импульсы p_1' и p_2' .
7. Данные занесем в таблицу.

№ опыта	m_1 , кг	m_2 , кг	l_1 , м	V_1 , м/с	P_1 , кг м/с	l_1' , м	l_2' , м	V_1' , м/с	V_2' , м/с	h , м	P_1' , кг м/с	P_2' , кг м/с
1.												

8. Произвести все необходимые вычисления.
9. Сделать вывод.

Лабораторная работа № 5 Сравнение работы силы с изменением кинетической энергией тела.

Цель работы: экспериментальная проверка теоремы о кинетической энергии.

Оборудование:

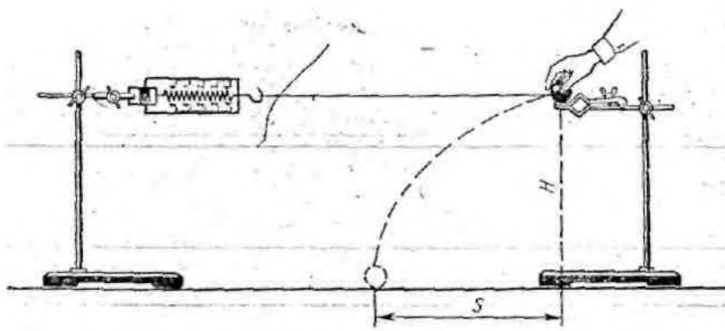
- 1) штативы для фронтальных работ — 2 шт.;
- 2) динамометр учебный;
- 3) шар;
- 4) нитки;
- 5) линейка измерительная 30 см с миллиметровыми делениями;
- 6) весы учебные со штативом;
- 7) гири Г4-210

Содержание и метод выполнения работы

Теорема о кинетической энергии утверждает, что работа силы, приложенной к телу, равна изменению кинетической энергии тела:

$$A = E_{k1} - E_{k2} = \Delta E_k$$

Для экспериментальной проверки этого утверждения можно воспользоваться установкой, изображенной на рисунке 1.



В лапке штатива закрепляют горизонтально динамометр. К его крючку привязывают шар на нити длиной 60—80 см. На другом штативе на такой же высоте, как и динамометр, закрепляют лапку. Установив шар на краю лапки, штатив вместе с шаром отодвигают от первого штатива на такое расстояние, чтобы на шар

действовала сила упругости $F_{упр}$ со стороны пружины динамометра. Затем шар отпускают. Под действием силы упругости шар приобретает скорость v , его кинетическая энергия изменяется от 0 до $\frac{mv^2}{2}$.

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

Для определения модуля скорости v шара, приобретенной под действием силы упругости $F_{упр}$, можно измерить дальность полета s шара при свободном падении с высоты H :

$$v = \frac{S}{t}, \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

Отсюда модуль скорости v равен: $v = \frac{S\sqrt{g}}{\sqrt{2H}}$, а изменение кинетической энергии

равно $\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mS^2g}{4H}$.

Сила упругости во время действия на шар по закону Гука изменяется линейно от $F_{\text{упр1}} = 2H$ до $F_{\text{упр2}} = 0$, среднее значение силы упругости равно

$$F_{\text{упр ср}} = \frac{F_{\text{упр1}} + F_{\text{упр2}}}{2} = \frac{F_{\text{упр1}}}{2}.$$

Измерив деформацию пружины динамометра x , можно вычислить работу силы упругости: $A = F_{\text{упр ср}} x = \frac{1}{2} F_{\text{упр1}} x$.

Задача настоящей работы состоит в проверке равенства

$$A = \Delta E_k, \text{ т.е. } \frac{1}{2} F_{\text{упр1}} x = \frac{mS^2 g}{4H}.$$

Порядок выполнения работы

1. Укрепите на штативах динамометр и лапку для шара на одинаковой высоте $H = 40$ см от поверхности стола. Зацепите за крючок динамометра нить с привязанным шаром.

2. Удерживая шар на лапке, отодвигайте штатив до тех пор, пока показание динамометра станет равным 2 Н. Отпустите шар с лапки и заметьте место его падения на столе. Опыт повторите 2—3 раза и определите среднее значение дальности полета S шара.

3. Измерьте массу шара с помощью весов и вычислите изменение кинетической энергии шара под действием силы упругости:

$$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mS^2 g}{4H}$$

4. Измерьте деформацию пружины динамометра x при силе упругости 2 Н. Вычислите работу A силы упругости:

$$A = F_{\text{упр ср}} x = \frac{1}{2} F_{\text{упр1}} x$$

5. Оцените границы погрешности определения значения изменения кинетической энергии ΔE_k и работы A силы упругости.

Динамометр имеет погрешность $\Delta_d = 0,05$ Н, погрешность $\Delta m = 0,02$ кг, $\Delta g = 0,02 \frac{M}{c^2}$.

Относительная погрешность изменения кинетической энергии

$$\varepsilon_{\Delta E_k} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{2\Delta S}{S} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta H}{H}$$

Абсолютная погрешность изменения кинетической энергии

$$\Delta(\Delta E_k) = \varepsilon_{\Delta E_k} \cdot E_k$$

6. Сравните полученные значения работы A силы упругости и изменения кинетической энергии ΔE_k шара. Сделайте вывод.

Лабораторная работа №6: «Измерение влажности воздуха»

Цель работы: научиться определять влажность воздуха с помощью специальных приборов, изучить их устройство и принцип действия.

Оборудование: психрометр, волосной гигрометр, психрометра Ламбрехта для определения точки росы, эфир, стакан с водой.

Краткие теоретические сведения

В воздухе всегда имеются водяные пары. От их количества зависят погода, самочувствие человека, сохранность произведений искусства и пищевых продуктов. В производственных помещениях необходимо поддерживать комфортную для человека влажность воздуха. Поэтому важно научиться определять количество водяных паров в атмосфере.

Влажность воздуха можно определить количественно с помощью двух характеристик: абсолютной и относительной влажности.

Абсолютной влажностью называется плотность водяного пара в 1 м³ воздуха. Абсолютную влажность воздуха определяют с помощью гигрометра Ламбрехта. На опыте фиксируют момент «запотевания» блестящей поверхности цилиндра гигрометра (в результате воздействия испаряющегося эфира) и по термометру определяют температуру, при которой пары воды, находящейся в атмосфере, становятся насыщенными. Иначе говоря, гигрометр Ламбрехта показывает точку росы, зная которую по таблице 5 можно определить абсолютную влажность воздуха.

Степень насыщения воздуха водяными парами зависит от температуры. При низких температурах водяной пар в воздухе может оказаться очень близким к насыщению (будет сырым), а при высоких (при той же абсолютной влажности) будет далек от насыщения.

Относительной влажностью воздуха называется отношение массы фактически содержащегося в единице объема воздуха водяного пара к той же массе пара, которая содержалась бы в единице объема воздуха при той же температуре, если бы пар был насыщенным. Следовательно, относительная влажность воздуха показывает, насколько пары воздуха близки к насыщению.

Согласно стандарту относительная влажность воздуха измеряется отношением давлений насыщенного и ненасыщенного пара; однако при рассмотрении вопроса о количестве испарившейся воды или сконденсировавшейся жидкости необходимо знание плотности пара. Плотность пара ρ и давление пара p пропорциональны и, таким образом определены друг через друга:

$$p = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{M}$$

Поэтому, отношение давлений может быть заменено равным ему отношением плотностей:

$$\varphi = \frac{P}{P_0} = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Относительную влажность выражают в процентах:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$$

Испарение воды из водоемов, из предметов, содержащих влагу, с открытых слизистых оболочек организма человека происходит тем быстрее, чем меньше относительная влажность атмосферного воздуха.

Для хорошего самочувствия и здоровья необходимо, чтобы относительная влажность воздуха была в пределах от 40% до 60%. В зимнее время, когда в домах относительная влажность воздуха уменьшается до 10 - 20% (что ведет к высушиванию кожи, высыхание слизистой оболочки носа, горла и легких) и делает организм подверженным заболеваниям, необходимо увлажнять воздух.

Измерив с помощью гигрометра точку росы и зная температуру воздуха, можно с помощью таблицы 6 определить относительную влажность воздуха. Например, если точка росы равно 8°C (находим в таблице 6 абсолютную влажность воздуха – $\rho = 8.3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$), а температура воздуха 19°C (соответствующая ей плотность насыщающих паров – $\rho_0 = 16.3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$), то относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{8.3 \cdot 10^{-3}}{16.3 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = 50\%$$

Относительная влажность воздуха определяется и с помощью психрометра. Он состоит из двух термометров: один термометр (сухой) регистрирует температуру воздуха, а другой (конец которого обмотан увлажненной тканью) – температуру испаряющейся воды. Чем суше воздух (меньше относительная влажность), тем интенсивнее испаряется вода из влажной ткани и тем ниже ее температура. Зная разность показаний сухого и влажного термометров, можно определить относительную влажность воздуха по специальным психрометрическим таблицам.

Существуют приборы, по шкалам которых можно непосредственно отсчитывать относительную влажность воздуха в процентах. Это волосные, пленочные, полупроводниковые гигрометры.

Порядок выполнения работы

Работа с психрометром:

1. Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений:

Отчетная таблица

$t_c, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t = t_c - t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$\rho_0, \text{г/м}^3$	$\rho, \text{г/м}^3$

2. Определите цену деления термометров психрометра.

3. Измерьте комнатную температуру по сухому термометру психрометра t_c и температуру влажного термометра $t_{вл}$.

4. Определите относительную влажность воздуха, пользуясь психрометрической таблицей №2 (см. приложение №1). Записать результаты измерений и вычислений в таблицу.

5. По таблице №3 (см. приложение №1) «Плотность насыщающих водяных паров при различных температурах» определите ρ_0 (следует помнить, что температура воздуха определена по «сухому термометру»).

6. Определите абсолютную влажность воздуха ρ , зная относительную влажность φ и плотность насыщающих водяных паров ρ_0 при данной температуре воздуха в помещении:

$$\rho = \frac{\varphi \cdot \rho_0}{100\%}$$

Результаты вычислений занесите в таблицу.

Работа с волосным гигрометром:

По шкале волосного гигрометра определите относительную влажность воздуха.

Работа с гигрометром Ламбрехта:

1. Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений:

Отчетная таблица

Гигрометр школьный	$t_p, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$\rho_0, \text{г/м}^3$	$\varphi, \%$

2. Измерьте температуру воздуха в комнате

3. Налейте осторожно эфир в сосуд гигрометра.

4. Поместите термометр в сосуд гигрометра и прокачивайте грушей воздух через эфир до появления на зеркале сосуда росы.

5. Измерьте температуру, при которой появилась роса, т.е. точку росы t_p и записать ее в таблицу

6. Определите по таблице плотность насыщенных водяных паров, при найденной температуре $t = t_p$ (это есть ρ – абсолютная влажность воздуха при данной температуре).

7. Определите по таблице плотность насыщающих водяных паров ρ_0 при комнатной температуре.

8. Вычислите по формуле относительную влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100 \%$$

9. Сравните полученные значения абсолютной и относительной влажности воздуха, определенные с помощью различных измерительных приборов, сделайте выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что показывает относительная влажность воздуха? абсолютная влажность воздуха?

1. Почему понижается температура при увлажнении и где учитывается это явление?

2. В каком случае разность показаний термометров меньше – при более сухом или влажном воздухе в комнате?

3. Какие способы увлажнения и его осушения используются на практике

4. Почему при влажности воздуха меньше 100% у поверхности земли может пойти дождь, выпасть роса или иней.

Лабораторная работа №7: «Измерение поверхностного натяжения жидкости».

Теория. Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избытком потенциальной энергии по сравнению с энергией молекул, находящихся внутри жидкости. Как и любая механическая система, поверхностный слой жидкости самопроизвольно переходит в такое состояние, при котором потенциальная энергия его минимальна, при этом площадь свободной поверхности жидкости сокращается.

Сила, обусловленная взаимодействием молекул жидкости, вызывающая сокращение ее свободной поверхности и направленная по касательной к этой поверхности, называется силой поверхностного натяжения $F_{\text{пн}}$.

Величина, равная силе поверхностного натяжения, действующей на единицу длины границы свободной поверхности жидкости, называется коэффициентом поверхностного натяжения σ или просто поверхностным натяжением. Поверхностное натяжение находится по формуле:

$$\sigma = \frac{F_{\text{пн}}}{L}$$

L-длина границы свободной поверхности жидкости.

Коэффициент поверхностного натяжения можно определить различными методами: методом отрыва капель, отрыва рамки, методом подъема воды в капилляре.

Цель работы: научиться определять коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва рамки.

Оборудование: весы с разновесом, стакан с водой, штатив лабораторный, пробирка с песком, масштабная линейка, лист бумаги, проволочная рамка на нитях.

Ход работы.

1. Зажать весы в лапке лабораторного штатива.
2. Привязать к одной из чашек весов нить с подвешенной рамкой и уравновесить весы песком (песок сыпать на лист бумаги, положенный на чашку).
3. Добиться горизонтального положения рамки.
4. Под чашкой установить стакан с дистиллированной водой так, чтобы поверхность воды находилась от рамки на расстоянии 1-2 см.
5. Осторожно опустить рамку рукой так, чтобы она, коснувшись воды, «прилипла» к ней.
6. Очень осторожно добавлять песок до отрыва рамки от поверхности воды.
7. Осушить рамку и вновь уравновесить весы, но уже при помощи гирь. Определить массу гирь: $m = \dots \text{г} = \dots \text{кг}$
8. Измерить линейкой периметр рамки: $L = \dots \text{см} = \dots \text{м}$
9. Вычислить коэффициент поверхности натяжения воды по формуле:

$$\sigma = \frac{F_{\text{пн}}}{2L}$$

Учесть, что $F_{\text{пн}} = mg$, где m - масса гирь, g - ускорение свободного падения.

$F_{\text{пн}} =$

$\sigma =$

10. Рассчитать абсолютную ошибку:

$$\Delta\sigma = |\sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{выч}}|$$

11. Рассчитать относительную ошибку:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

12. Заполнить таблицу.

№п/п	m, кг	g, м/с ²	L, м	F _{шт} , Н	σ _{выч} , Н/м	σ _{табл} , Н/м	Δσ, Н/м	ε, %
		9,81				72*10 ⁻³		

Записать вывод, указав физический смысл измеренной величины и объяснить, почему результат, полученный в работе, отличается от табличной величины.

Ответить на контрольные вопросы

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?
2. Почему и как поверхностное натяжение зависит от температуры?
3. В двух одинаковых пробирках находится одинаковое количество капель воды. В одной пробирке вода чистая, в другой-с добавкой мыла. Одинаковы ли объемы отмеренных капель? Ответ обоснуйте.

Лабораторная работа № 8 Наблюдение роста кристаллов.

Цель работы: научиться создавать кристаллы, пронаблюдать рост кристалла. Определить модуль упругости резины при растяжении.

Краткая теория. Существуют два простых способа выращивания кристаллов из раствора: охлаждение насыщенного раствора соли и его выпаривание. Первым этапом при любом из двух способов является приготовление насыщенного раствора. С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики. Чтобы вырастить крупный кристалл, в тщательно отфильтрованный насыщенный раствор нужно внести кристаллик - затравку, заранее прикрепленный на волосе или тонкой леске, предварительно обработанной спиртом.

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

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

При установившейся упругой деформации равнодействующая всех внутренних сил упругости, возникающих в теле в любом его сечении, уравнивает внешние силы, действующие на тело.

Согласно закону Гука, напряжение σ и вызванное им относительное удлинение ε пропорциональны: $\sigma = E\varepsilon$, где E — модуль упругости.

После преобразования этого выражения получим:

$$E = \frac{F}{S} \cdot \frac{l_0}{\Delta l} \quad \text{или} \quad E = \frac{4mgl_0}{\pi d^2(l-l_0)}.$$

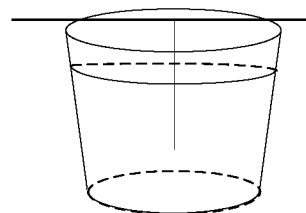
Для экспериментального определения модуля упругости нужно измерить все величины: деформирующую силу F ($F=mg$), сечение образца S ($S = \frac{\pi d^2}{4}$), его первоначальную длину l_0 и удлинение Δl .

Оборудование: поваренная соль, дистиллированная вода, воронка, деревянная шпажка, марля, стаканы, нитка (леска), резиновый шнур длиной 25—30 см и сечением 4—10 мм², набор грузов по 0,1 кг, штатив, линейка, штангенциркуль или микрометр.

Ход работы:

I. Наблюдение роста кристаллов из раствора.

1. Вымыть два стакана, простерилизовать их.
2. Взять 200 г дистиллированной воды, растворить в ней 50 г поваренной соли (10 чайных ложек). Профильтровав, перелить раствор в другой стакан.



3. На шпажку прикрепить нить, обработанную спиртом, так, чтобы нить не доставала до дна стакана (см. рисунок).
4. Опустить нить в стакан с фильтрованным раствором.
5. Пронаблюдать рост кристаллов в стакане.
6. Сделать вывод.

II. Изучение деформации растяжения.

1. Измерить с помощью штангенциркуля или микрометра толщину шнура и вычислить площадь его поперечного сечения S .
3. Подвешивая к шнуру грузы массой 0,1 кг, 0,2 кг, 0,3 кг, измерить соответствующие абсолютные удлинения шнура: и вычислить относительные удлинения шнура.
4. По результатам измерений вычислить модуль упругости резины E и оценить погрешности эксперимента:

$$\varepsilon = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta l}{l - l_0} - \text{относительная погрешность,}$$

$\Delta E = E \cdot \varepsilon$ - 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. При каких условиях возникают кристаллы в жидких растворах?
2. Как влияют скорости роста граней на форму кристалла?
3. Каков простейший метод выращивания кристаллов?
4. Какие виды деформаций вы знаете?
5. Изменяется ли внутренняя энергия деформированных тел?

Лабораторная работа № 9 Изучение теплового расширения твёрдых тел.

Цель работы: научиться определять коэффициент линейного расширения твёрдого тела по экспериментальным данным.

Краткая теория. Тепловое расширение представляет собой изменение размеров тел при их нагревании. Количественно тепловое расширение характеризуется коэффициентами линейного и объемного расширения.

Пусть тело при температуре T_1 имеет длину l_1 , а при температуре $T_2 = T_1 + \Delta T$ (где ΔT - сравнительно небольшой интервал температур) имеет длину l_2 , тогда коэффициент линейного расширения определяется из соотношения:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta T}, \quad (1)$$

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

Аналогично коэффициент объемного расширения β определяется из соотношения:

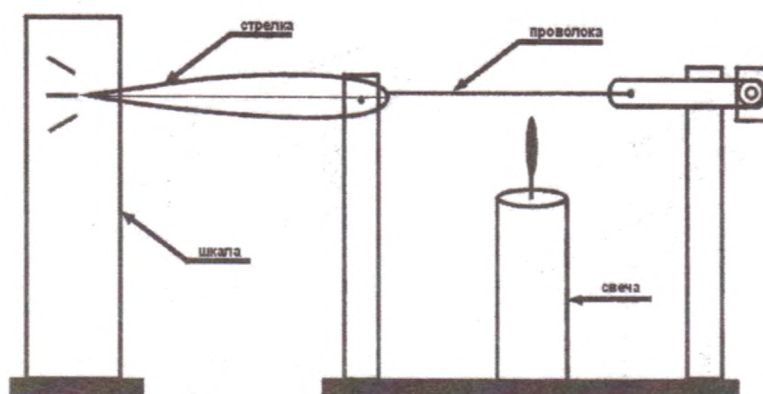
$$\beta = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}, \quad (2)$$

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

Оборудование: набор лабораторный «Тепловые явления».

Ход работы

1. Для наблюдения за расширением твердых тел (проволоки) собрать установку



2. Под проволоку поместить свечу и наблюдать за изменением положения стрелки, убрать свечу и описать наблюдаемое явление:

3. Выполнить работу для других видов проволоки.

4. Определить коэффициент линейного расширения твёрдого тела по экспериментальным данным:

5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

вещество	l_0 , м	T_0 , К	T , К	Δl , м	α , $^{-1}\text{К}$	α_{T_0} , $^{-1}\text{К}$	ε , %
медь							

алюминий							
сталь							

6. По результатам измерений оценить погрешности эксперимента

$$\varepsilon = \frac{|\alpha - \alpha_T|}{\alpha_T} :$$

7. Сделать вывод:

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение коэффициента линейного теплового расширения твердого тела. В каких единицах он измеряется?
2. Запишите, как зависит длина тела от его температуры?
3. Как коэффициент линейного расширения связан с коэффициентом объемного расширения для изотропных твердых тел?
4. Как с физической точки зрения объяснить увеличение размеров твердого тела при возрастании его температуры?

Лабораторная работа № 10 Изучение особенностей теплового расширения воды.

Цель работы: изучить свойства воды связанные с тепловым расширением, теплопроводностью.

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

Коэффициент объемного расширения слабо зависит от температуры. Вода является исключением и коэффициент расширения воды сильно зависит от температуры, а в интервале от 0 до 4 °С принимает отрицательное значение. Другими словами объём воды уменьшается от 0 до 4 °С, а затем возрастает.

Оборудование: набор лабораторный «Тепловые явления».

Ход работы:

1. Наполнить пробирку водой и плотно закрыть пробкой с трубочкой. Начальный уровень отметить маркером. Пробирку нагреть при помощи свечи.



рис.1

2. Когда уровень воды поднимется на 20-30 мм, нагревание прекратить и поместить пробирку в стакан с водой.

3. Описать наблюдаемое явление. Сделать вывод:

4. Налить в пробирку воды, заткнуть ее пробкой с отверстием. Взять за дно. Нагреть, как показано на рисунке 2, до кипения воды.



рис.2

5. Сделать вывод:

6. Наполнить большую пробирку холодной водой, измерить температуру и вылить воду в стакан. $t_1 =$ _____.

7. Наполнить ту же пробирку горячей водой, измерить температуру, вылить и эту воду в стакан. $t_2 =$ _____.

8. Измерить температуру получившейся смеси, $t_3 =$ _____.

9. Составить уравнение теплового баланса и рассчитать температуру смеси $t =$ _____.

10. Сравнить t и t_3 и сделать вывод:

Контрольные вопросы:

1. Объясните особенности теплового расширения воды.
2. Какое значение имеет тепловое расширение тел в природе и технике.
3. Дайте определение удельной теплоемкости тела.
4. В чем смысл теплового баланса?

Лабораторная работа №11: «Изучение закона Ома для участка цепи»»

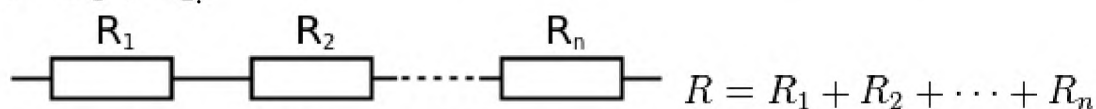
Цель работы: изучить последовательное и параллельное соединения проводников.

Краткая 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 ни одного узла. При параллельном соединении 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: $I = I_1 = I_2$.

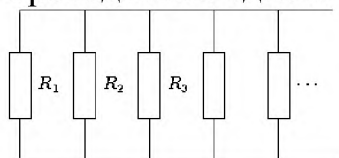
Полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи: $U = U_1 + U_2$.



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 соединённых проводниках: $I = I_1 + I_2$

Напряжение на участках цепи АВ и на концах всех параллельно соединённых проводников одно и то же: $U = U_1 = U_2$.



Для двух параллельно соединённых резисторов их общее сопротивление равно:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Если $R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n$, то общее сопротивление равно:

$$R = \frac{R_1}{n}$$

При параллельном соединении резисторов их общее сопротивление будет меньше наименьшего из сопротивлений.

Оборудование: набор L – микро (резисторы, ключ, металлический планшет, соединительные провода), амперметр, вольтметр, источник электропитания.

Ход работы:

I. *Последовательное соединение проводников.*

1. Собрать цепь по схеме (рис. 1):

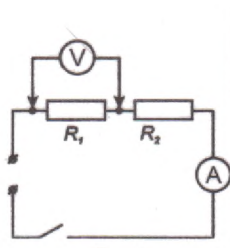


рис. 1

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 U_1+U_2 .
5. Изменить схему установки и измерить общее напряжение на двух сопротивлениях U_{12} .
6. Проверить, выполняется ли равенство: $U_{12}=U_1+U_2$.
7. Проверить справедливость равенств $R_{12}=R_1+R_2$ и $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$.

II. Параллельное соединение проводников.

1. Собрать цепь по схеме (рис. 2):

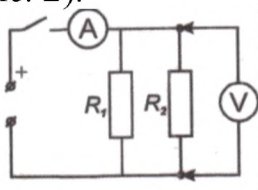


рис. 2

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 I_1+I_2 .
5. Изменить схему установки и измерить общую силу тока в цепи I_{12} .
6. Проверить, выполняется ли равенство: $I_{12}=I_1+I_2$.
7. Проверить справедливость равенств $1/R_{12}=1/R_1+1/R_2$ 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.

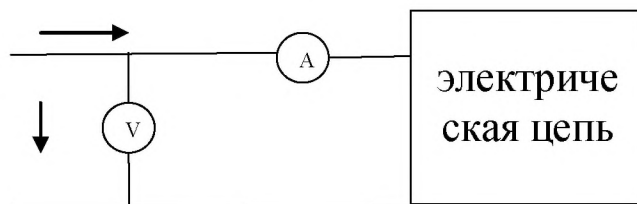
Лабораторная работа №12: «Изучение закона Ома для полной цепи»

Цель работы: изучить зависимость силы тока от напряжения, построить вольт - амперную характеристику.

Краткая теория. 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 (см. рисунок).

Ток цепи измеряется амперметром, включенным последовательно с цепью (см. рисунок)

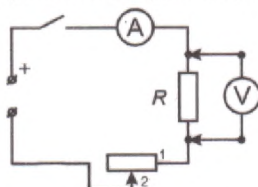


Ток и напряжение на участке электрической цепи с резисторным элементом R , связаны законом Ома $I = \frac{U}{R}$.

Оборудование: набор L – микро (резисторы R_1 , R_2 , переменный резистор, ключ, металлический планшет, соединительные провода), амперметр, вольтметр, источник электропитания, миллиметровая бумага.

Ход работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме (переменный резистор включить в схему, вставляя соединительные провода в гнезда 1 и 2 на его подставке):



2. Замкнуть ключ и, вращая ручку переменного резистора, установить на сопротивлении R_1 величину напряжения 2В, 2,5 В, 3 В, 3,5 В, 4В. Измерить силу тока при данных значениях напряжения.
3. Заменить в собранной цепи сопротивление R_1 на сопротивление R_2 , повторить измерения из пункта 2.
4. Результаты измерений записать в таблицу:

Напряжение, U, В	2	2,5	3	3,5	4
Сила тока I_1 , А					
Сила тока I_2 , А					

5. Построить график зависимости $I(U)$ на сопротивлении R_1 , на том же графике построить зависимость на сопротивлении R_2 .
6. Установить, изменился ли характер зависимости силы тока от напряжения на участке цепи при изменении сопротивления этого участка.
7. Установить, как наклон графика зависимости силы тока от напряжения на участке цепи зависит от сопротивления этого участка.

8. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Как присоединяется в электрической цепи амперметр? Почему?
2. Как присоединяется к электрической цепи вольтметр? Почему?
3. Зависит ли сопротивление проводника от приложенного к нему напряжения и силы тока? Перечислить от чего зависит сопротивление проводника.
4. Как можно найти напряжение на концах проводника, если известны силы тока в цепи и сопротивление проводника?

Лабораторная работа №13: «Изучение явления электромагнитной индукции»

Цель работы: изучить явление электромагнитной индукции.

Краткая теория. Явление возникновения ЭДС в проводящем контуре, находящемся в переменном поле или движущемся постоянном магнитном поле, называется электромагнитной индукцией. ЭДС индукции, согласно закону электромагнитной индукции, равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром: $\varepsilon_{\text{инд}} = -\frac{d\Phi}{dt}$. Знак минус отражает правило Ленца, которое гласит: индукционный ток всегда направлен таким образом, что его действие противоположно действию причины, вызывающей его.

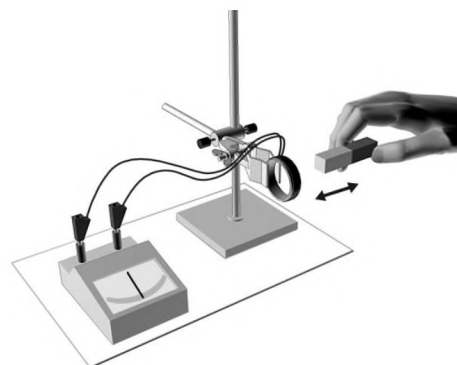
Вихревое электрическое поле порождается переменным магнитным. Его силовые линии всегда замкнуты, подобно силовым линиям магнитного поля. Сущность явления электромагнитной индукции заключается не столько в появлении индукционного тока, сколько в возникновении вихревого электрического поля. В отличие от электростатического поля вихревое электрическое поле является непотенциальным.

Частным случаем явления электромагнитной индукции является самоиндукция. Самоиндукция – это возникновение ЭДС в проводящем контуре при изменении в нем силы тока: $\varepsilon_{\text{си}} = -L \frac{dI}{dt}$.

Оборудование: катушка – моток, постоянный магнит, миллиамперметр, штатив с муфтой и лапкой.

Ход работы.

1. Закрепить в лапке штатива катушку и подключить ее к миллиамперметру.
2. Приближая и удаляя с разной скоростью магнит к катушке, установить по показаниям миллиамперметра, как зависит величина индукционного тока от скорости изменения магнитного поля в месте расположения катушки.
3. Установить, зависит ли направление индукционного тока от положения полюсов движущегося магнита.
4. Повторить опыты, закрепив в лапке штатива магнит, приближая и удаляя катушку.
5. Зарисовать один из случаев взаимного движения катушки и магнита с указанием направления индукционного тока в катушке.
6. Сопоставить полученный результат с правилом Ленца. Сделать вывод.



Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон Фарадея.
2. Сформулируйте правило Ленца.
3. В чем отличие силы Ампера от силы Лоренца?
4. Сформулируйте правило буравчика для витка с током.
5. В чем заключается явление взаимной индукции?
6. Рассказать об устройстве и принципе действия электрического генератора.

Лабораторная работа №14: «Определение показателя преломления стекла».

Цель работы: Определить показатель преломления стекла; сделать вывод о зависимости показателя преломления стекла от угла падения.

Оборудование: стеклянная пластина в форме трапеции, металлический экран с щелью, лампочка, линейка, карандаш.

Краткие теоретические сведения

В работе измеряется показатель преломления стеклянной пластины, имеющей форму трапеции. На одну из параллельных граней пластины наклонно к ней направляют узкий световой пучок. Проходя через пластину, этот пучок света испытывает двукратное преломление.

1. Для проведения эксперимента выберите одну из стеклянных пластин.

2. Выберите угол падения светового пучка α равный примерно 45° .

3. Поместите пластину так, что бы она преломляла световой пучок.

4. Проведите границы раздела сред воздух-стекло и стекло-воздух.

5. Вдоль падающего на пластину и вышедшего из нее световых пучков поставьте по паре точек.

6. Включите свет и верните пластину на место.

7. Прочертите входящий, выходящий и преломленный лучи.

8. Через точку В, в которой падающий луч преломляется, на границе раздела сред воздух-стекло проведите перпендикуляр к границе.

9. Проведите окружность с центром в точке В.

10. Постройте прямоугольные треугольники АВЕ и СВД.

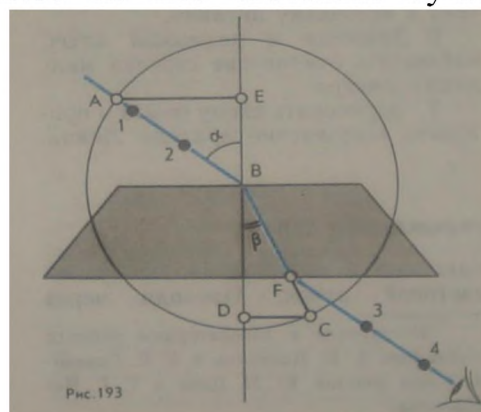
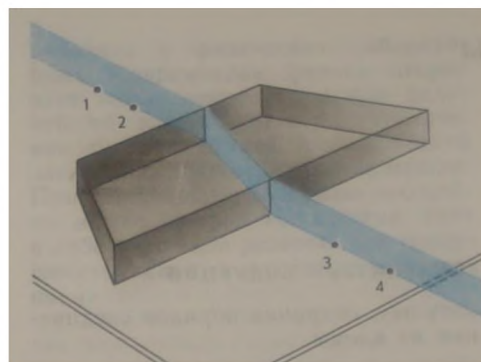
11. Измерьте с помощью линейки длину отрезка АЕ. Занесите результаты измерения в таблицу.

12. Измерьте с помощью линейки длину отрезка DC. Занесите результаты измерения в таблицу.

13. В обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм. Погрешность отсчета надо взять также равной 1 мм. Внесите в таблицу значения:

- ΔAE - максимальная абсолютная погрешность измерения отрезка АЕ,
- ΔDC - максимальная абсолютная погрешность измерения отрезка DC,

15. Показатель преломления стекла относительно воздуха определяется по формуле:



$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Так как $\sin \alpha = AE/AB$, $\sin \beta = DC/BC$ и $AB=BC$, то формула для определения показателя преломления стекла примет вид

$$n_{\text{пр}} = AE/DC$$

16. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения показателя преломления.

$$\varepsilon = \frac{\Delta AE}{AE} + \frac{\Delta DC}{DC}$$

$$n = n_{\text{пр}} \pm \Delta n$$

17. Если вы будете проводить эксперимент еще раз, то предварительно добавьте строку в отчетную таблицу результатов.

Отчетная таблица

Измерено		Вычислено				
<i>AE, мм</i>	<i>DC, мм</i>	<i>n_{пр}</i>	<i>ΔAE, мм</i>	<i>ΔDC, мм</i>	<i>ε, %</i>	<i>Δn, мм</i>

Контрольный вопрос

1. Чтобы определить показатель преломления стекла, достаточно измерить транспортиром углы и вычислить их отношение. Какой из методов определения показателя преломления предпочтительней этот или использованный в работе?

Лабораторная работа №15: «Изучение интерференции и дифракции света».

Цель работы: экспериментально изучить явления интерференции и дифракции света.

Краткая теория. Свет представляет собой электромагнитные волны, и для него при определенных условиях наблюдается явление дифракции – огибание волнами краёв препятствий. Но наблюдать дифракцию света нелегко. Волны отклоняются от прямолинейного распространения на заметные углы только на препятствиях, размеры которых сравнимы с длиной волны, а длина световой волны очень мала. На явлении дифракции основано устройство оптического прибора – дифракционная решетка. Она представляет собой совокупность большого числа узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками. Решетка разлагает свет в спектр и позволяет очень точно измерять длины световых волн. Угол, определяющий направление на главный дифракционный максимум спектра, полученного с помощью решетки, находят из соотношения $d \sin \varphi = k\lambda$.

Один из простейших и распространённых в быту примеров отражательных дифракционных решёток — компакт-диск или DVD. Примерно треть ширины этой дорожки занята углублением (это записанные данные), рассеивающим падающий на него свет. Таким образом, компакт диск — отражательная дифракционная решётка с периодом 1,6 мкм.

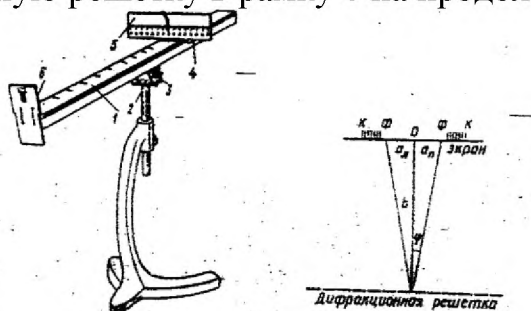
Интерференция в тонких пленках – это сложение световых волн, отраженных от нижней и поверхности пленки, в результате чего на ее поверхности появляются радужные полосы.

Оборудование: прибор для определения длины световой волны, дифракционная решетка, лампа накаливания или свеча.

Ход работы.

Изучение дифракции света

1. Вставить дифракционную решетку в рамку 6 на продольной линейке 1 прибора.



2. Экран со шкалой 5 установить на конце продольной линейки.
3. Смотря на лампу через дифракционную решетку, расположить прибор так, чтобы через прорезь в экране была видна нить лампы.
4. Перемещением экрана со шкалой по продольной линейке добиться наиболее четкого изображения на экране спектров первого и второго порядков.
5. Измерить расстояние b от экрана до дифракционной решетки.
6. Определить расстояние от щели до середин красной полосы как слева $a_{л}$, так и справа $a_{п}$ для спектров 1-го порядка и вычислить среднее значение $a_{ср}$.
7. Опыт повторить со спектром 2 – го порядка.
8. Измерения повторить и для фиолетовых полос.
9. Вычислить длину волны λ по формуле: $n\lambda = \frac{d \cdot a}{b}$.

10. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№	Период решетки d, мм	Порядок спектра n	Расстояние от экрана до решетки b, мм	Видимые границы спектра фиолетового света			Видимые границы спектра красного света			λ
				слева a _Л , мм	справа a _П , мм	среднее a _{ср} , мм	слева a _Л , мм	справа a _П , мм	среднее a _{ср} , мм	
1.		1								
2.		2								

11. Сделать вывод.

Изучение интерференции света

1. Окунуть проволочную рамку в мыльный раствор и внимательно рассмотреть образовавшуюся мыльную пленку. Зарисовать в тетради увиденную интерференционную картину.

Сделать вывод: _____

2. Рассмотреть под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производилась запись). Описать интерференционную картину. Объяснить наблюдаемые явления.

Контрольные вопросы:

1. Что такое дифракция, дифракционная решетка и период дифракционной решетки?
2. Почему при дифракции максимумы располагаются как слева, так и справа от нулевого максиму?
3. Какое явление называют явлением интерференции?
4. Для каких волн характерно явление интерференции?
5. Дайте определение когерентных волн.
6. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?

Практическое занятие №1. Решение задач по теме: «Кинематика. Динамика».

Цель:

- проверка знаний, умений и навыков по теме «Кинематика»
- развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;
- формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Механика - часть физики, в которой изучаются закономерности механического движения и причины, вызывающие или изменяющие это движение.

Основу классической механики составляют *кинематика, динамика и законы сохранения*.

Основная задача механики – определение положения тела в любой момент времени.

Кинематика рассматривает виды движения тел без учета причин, его вызывающих.

Механическое движение – изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

Материальная точка – это тело, размерами и формой которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

Система отсчета – совокупностью тела отсчета, системы координат и связанных с ними часов.

Тело отсчета – произвольно выбранное тело (его считают неподвижным), относительно которого определяют положение других тел.

С телом отсчета связывают **систему координат**, простейшей из которых является **декартова система координат**.

Положение тела определяется в пространстве - тремя координатами (x,y,z), на плоскости – двумя координатами (x,y), на прямой – одной координатой (x).

Часы в системе отсчета должны быть неподвижны относительно тела отсчета.

Поступательным движением тела *называется движение*, при котором *все точки тела движутся одинаково*

Относительность движения — это зависимость кинематических характеристик (перемещение, скорость, ускорение) от выбора системы отсчета.

Траектория движения материальной точки — непрерывная линия, описываемая материальной точкой (телом) относительно выбранной системы отсчета.

Виды движений: прямолинейное равномерное, прямолинейное равноускоренное, криволинейное.

Прямолинейное движение

Определения: Движение по прямой траектории называется **прямолинейным**.

Характеристики прямолинейного движения

Прямолинейное равномерное движение – это движение, при котором тело за равные промежутки времени совершает *одинаковые перемещения*.

1. **Путь** – длина траектории; $l (м)$

2. **Перемещение** – направленный отрезок, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением; $s (м): \vec{s} = \vec{v}t$

3. **Скорость** равна отношению перемещения s за время t к этому промежутку времени. $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$

4. **Координата точки** $x (м): x = x_0 + s_x$

Прямолинейное равноускоренное движение – это движение, при котором тело за равные промежутки времени *изменяет свою скорость* на одну и ту же величину.

1. **Ускорение** – величина, равная отношению изменения скорости за время t к этому времени:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

2. **Мгновенная скорость**- скорость в данный момент времени : $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
3. **Средняя скорость** - : $\vec{v}_{\text{ср}} = \frac{\vec{s}}{t}$
4. **Перемещение**: $\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$
5. **Координата точки**: $x = x_0 + s_x$

Свободное падение

Свободным падением называется движение тела под действием силы притяжения Земли или любой другой планеты.

Вблизи планеты все тела падают с одним и тем же ускорением, которое называется ускорением свободного падения.

Обозначается буквой $g(\text{м/с}^2)$; $g = 9,8\text{м/с}^2 \approx 10\text{ м/с}^2$.

$\vec{h} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$, где h – высота падения (подъема).

Графики прямолинейного равномерного движения

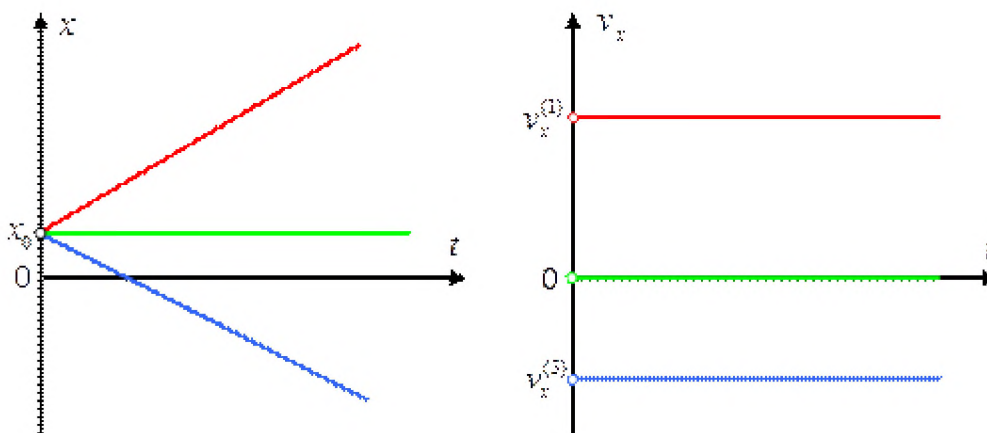


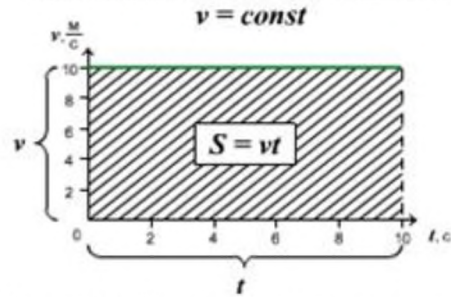
График зависимости координаты тела от времени: $x = x(t)$

На левом графике изображена зависимость координаты трех разных движущихся тел от времени. Красный график соответствует случаю, когда скорость тела направлена в ту же сторону, что и ось координат. Зеленый график соответствует случаю покоящегося тела. Синий – случаю, когда скорость противоположно направлена к оси координат. Точка x_0 , в которой каждый из трех графиков пересекает ось Ox , – это начальная координата тела.

График зависимости проекции скорости тела от времени: $v_x = v(t)$

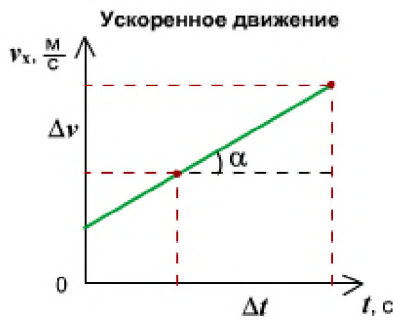
На правом графике изображены зависимости скоростей тела от времени. Поскольку при равномерном прямолинейном движении скорости тел не меняются, графики являются прямыми, параллельными оси времени. Красный график соответствует положительной скорости (скорость направлена в ту же сторону, что и ось координат), зеленый график соответствует покоящемуся телу (скорость постоянна и равна нулю), а синий – отрицательной скорости (скорость противоположно направлена оси координат).

График зависимости скорости тела от времени при равномерном движении

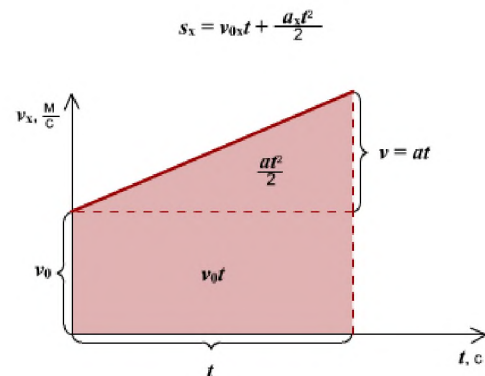
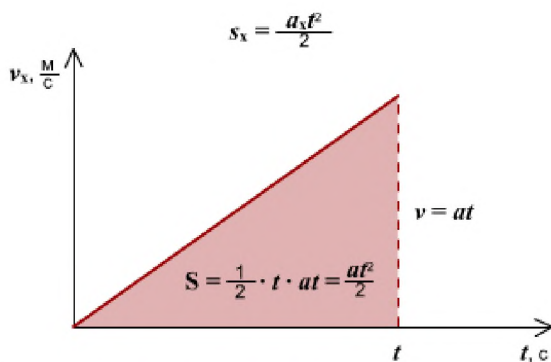
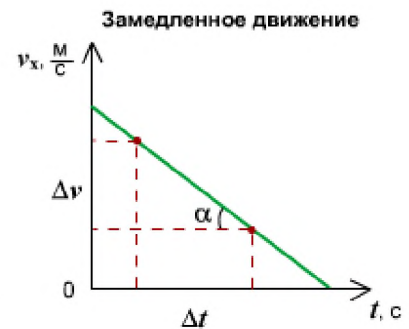
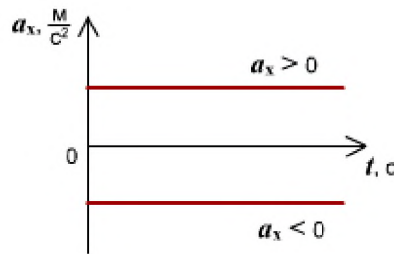


Правило определения пути по графику $v(t)$: Численное значение перемещения (пути) - это площадь прямоугольника под графиком скорости.

Графики прямолинейного равноускоренного движения



$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \operatorname{tg} \alpha$$



Правило определения пути по графику $v(t)$: Путь тела - это площадь треугольника (или трапеции) под графиком скорости.

Практическая часть Алгоритм решения задач

1. Прочитайте внимательно задачу.
2. Запишите условие задачи с помощью буквенных обозначений.
3. Переведите все значения величин в систему СИ (если это необходимо).
4. Выполните поясняющий рисунок или схему (при необходимости).
5. Решите задачу в общем виде.
6. Проверьте правильность выведенной вами формулы по наименованию величин.
7. Выполните вычисления.
8. Запишите ответ.

Примеры решения задач.

I. Прямолинейное движение.

1. Два велосипедиста выехали из одного населенного пункта в противоположном направлении. Через сколько часов расстояние между ними окажется 108 км, если один двигался со скоростью 12 км/ч, а другой - 15 км/ч?

Решение.

$$\text{Найдем скорость удаления } v = v_1 + v_2 = 12 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + 15 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 27 \frac{\text{км}}{\text{ч}}. \quad t = \frac{s}{v} = \frac{108 \text{ км}}{27 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 4 \text{ ч}$$

2. При равноускоренном движении автомобиля в течение 6 с его скорость изменилась от 11 м/с до 17 м/с. Чему равен модуль ускорения автомобиля?

Дано:

$$v_0 = 11 \text{ м/с}$$

$$v = 17 \text{ м/с}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

Найти: a -?

Решение.

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{17 - 11}{6} = 1 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

Ответ: 1 м/с²

3. Поезд отходит от станции. Какое перемещение совершит он за 10 с, двигаясь с ускорением 0,2 м/с²?

Дано:

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$a = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$t = 10 \text{ с}$$

Найти: s -?

Решение.

$$s = \frac{at^2}{2}$$

$$s = \frac{0,2 \cdot 10^2}{2} = 10 \text{ (м)}$$

Ответ: 10 м

4. Автомобиль проехал 270 км со скоростью 90 км/ч, а потом еще 140 км со скоростью 70 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?

Дано:

$$s_1 = 270 \text{ км}$$

$$v_1 = 90 \text{ км/ч}$$

$$s_2 = 140 \text{ км}$$

$$v_2 = 70 \text{ км/ч}$$

Найти: $v_{\text{ср}}$ -?

Решение.

$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}; \quad s = s_1 + s_2 = 270 + 140 = 410 \text{ (км)}$$

$$t = t_1 + t_2; \quad t_1 = s_1 / v_1 = 270 / 90 = 3 \text{ (ч)}$$

$$t_2 = s_2 / v_2 = 140 / 70 = 2 \text{ (ч)} \quad t = 3 + 2 = 5 \text{ (ч)}$$

$$v_{\text{ср}} = 410 / 5 = 82 \text{ (км/ч)}$$

Ответ: 82 (км/ч)

5. На рисунке представлен график зависимости проекции скорости от времени для движущегося тела. По данному рисунку запишите эту зависимость аналитически.

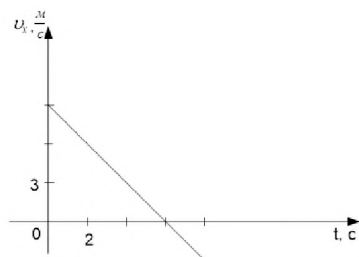


Рис. Иллюстрация к задаче

Решение

Зависимость является прямой, так как тело двигалось равноускоренно. Зависимость скорости от времени при равноускоренном движении выглядит следующим образом:

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x \cdot t$$

Для того чтобы записать эту зависимость для данного тела, необходимо найти проекцию начальной скорости v_{0x} и проекцию ускорения a_x .

Начальная скорость – это скорость, в начальный момент времени, то есть при $t = 0$. На данном графике видно, что начальная скорость равна $v_{0x} = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (цена одного деления на оси проекции скорости – $3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$).

Формула для нахождения проекции ускорения:

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

Начальная скорость v_{0x} нам известна, а v_x определим в произвольный момент времени. В данном случае удобно определить скорость v_x в точке пересечения прямой с осью времени. Скорость в этой точке равна нулю $v_x = 0$. Время, за которое скорость изменилась с $9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ до $0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, определим по графику. Это время равно $t = 6 \text{ с}$ (цена одного деления на оси времени – 2 с).

Подставляем полученные данные в формулу проекции ускорения:

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{0 - 9}{6} = -1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Подставляем значение проекции начальной скорости и ускорения в закон изменения проекции скорости со временем:

$$v_x = 9 - 1,5t$$

Ответ: $v_x = 9 - 1,5t$

Практическое занятие №2. Решение задач по теме: «Силы в природе»

Цель: Научиться применять основные формулы равномерного прямолинейного и равноускоренного прямолинейного движения при расчете основных кинематических величин для различных случаев равноускоренного движения.

Время выполнения практической работы – 2 часа.

Цель: Научиться определять равнодействующую сил действующих на тело, силу натяжения нити между телами, ускорение, скорость, импульс грузов, а также кинетическую энергию тел и работу силы тяжести.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Получить и выполнить индивидуальные задания.

Теоретическая часть

Основная задача динамики — определение положения тела в пространстве в любой момент времени, когда известны действующие на тело силы и заданы начальные координаты и скорость тела.

Сила — векторная физическая величина, являющаяся мерой взаимодействия тел. Сила характеризуется числовым значением (модулем), направлением действия и точкой приложения к телу.

При действии на тело нескольких сил их можно заменить

равнодействующей силой этих сил: \vec{F}_p , представляющей собой векторную сумму

$$\vec{F}_p = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n, \quad \text{или} \quad \vec{F}_p = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

Масса (инертная) — скалярная физическая величина, характеризующая способность тела сохранять постоянную скорость, если тело не взаимодействует с другими телами или действие других тел скомпенсировано. Масса обладает следующими свойствами:

1) Масса тела равна сумме масс всех частиц, из которых оно состоит. При соединении двух тел в одно массы этих тел складываются (свойство аддитивности);

2) Для данной системы тел справедлив закон сохранения массы: при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается неизменной (при $v \ll c$).

Масса (гравитационная) — скалярная физическая величина, определяющая силу взаимного притяжения тел и обладающая теми же свойствами, что и инертная масса.

Инертная и гравитационная массы характеризуют различные свойства тел, но, как показывает опыт, они всегда эквивалентны (инертная и гравитационная массы одного и того же тела равны).

Основными законами классической динамики являются законы Ньютона. Законы Ньютона следуют из опыта, взаимосвязаны друг с другом, не подчинены друг другу и справедливы только в инерциальных системах отсчета.

Инерциальные системы отсчета (ИСО) — это системы, в которых тело (группы тел), не подверженное действию сил (или действия сил скомпенсированы), находится в покое или движется равномерно и прямолинейно. Система отсчета, движущаяся относительно данной ИСО равномерно и прямолинейно, также является инерциальной. Систему отсчета, связанную с Землей, с большой степенью точности можно считать инерциальной.

Первый закон Ньютона: в инерциальных системах отсчета тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют другие тела, либо действуют, но это действие скомпенсировано:

$$\vec{F}_p = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0},$$

значит, $\vec{v} = \text{const}$, $\vec{a} = 0$.

Второй закон Ньютона: ускорение, полученное телом в ИСО, прямо пропорционально равнодействующей приложенных к нему сил, обратно пропорционально массе тела:

$$\vec{a} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{m}.$$

Если же рассматривать действие каждой силы в отдельности, имеет место принцип независимости действия сил (принцип суперпозиции действия). В этом случае результирующее ускорение тела представляет собой векторную сумму ускорений, вызываемых каждой силой в отдельности:

$$\vec{a}_p = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \dots + \vec{a}_n, \quad \text{или} \quad \vec{a}_p = \sum_{i=1}^n \vec{a}_i$$

В случае равномерного движения по окружности тело имеет центростремительное ускорение, направленное согласно второму закону Ньютона к центру окружности:

$$\vec{a}_u = \frac{\vec{F}}{m},$$

где $a_u = \frac{v^2}{R}$.

Третий закон Ньютона: в ИСО силы взаимодействия между двумя телами имеют одинаковую физическую природу, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Эти силы приложены к разным телам и поэтому не уравновешивают друг друга.

В задачах механики встречаются следующие виды сил: тяготения (гравитационные силы), упругости и сопротивления.

1. Сила тяготения. Согласно закону всемирного тяготения сила притяжения между двумя точечными массами m_1 и m_2 прямо пропорционально произведению масс и обратно пропорциональна

$$F_{12} = F_{21} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

квадрату расстояния r между ними:

где $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ — гравитационная постоянная.

Силой тяжести называется сила, обусловленная взаимным притяжением между телом и Землей с учетом ее вращения. В первом приближении сила тяжести равна силе всемирного тяготения между телом массой m и Землей массой M . Она приложена к центру тяжести тела, направлена вертикально вниз и сообщает телу ускорение свободного падения g :

$$F_{\text{тяж}} \approx F = mg,$$

где $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$, M — масса Земли, m — масса тела, R — радиус Земли.

Ускорение свободного падения у поверхности Земли

$$g = G \frac{M}{R^2}.$$

На высоте h над поверхностью Земли эти формулы имеют вид:

$$F = G \frac{M \cdot m}{(R+h)^2}; \quad g = G \frac{M}{(R+h)^2}.$$

Весом тела (P) называется сила, с которой тело вследствие его притяжения к Земле действует на опору или подвес. Вес приложен не к самому телу, а к опоре или подвесу.

Для покоящегося тела (или тела, движущегося равномерно и прямо- линейно) на основе первого и третьего законов Ньютона имеем $P \sim mg$.

Вес тела, движущегося с ускорением a , в зависимости от его направления по отношению к направлению ускорения свободного падения, может быть больше веса покоящегося тела, когда направления обоих ускорений противоположны, и меньше, когда направления обоих ускорений совпадают ($P = m(g \pm a)$).

2. Сила упругости. Эта сила обусловлена деформацией соприкасающихся тел и направлена перпендикулярно к поверхности соприкосновения. Сила упругой деформации тела ($F^{\rightarrow}_{\text{упр}}$), возникающая в самом теле, направлена в сторону, противоположную изменению длины Δx тела во время его сжатия или растяжения, и описывается законом Гука:

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k\Delta\vec{x}.$$

3. Сила трения. Эта сила, как и сила упругости, обусловлена электромагнитным взаимодействием контактирующих тел. Направлена по касательной к поверхности контакта тел противоположно направлению относительной скорости.

Следует различать силу трения скольжения и силу трения покоя, возникающие между поверхностями твердых тел в процессе их скольжения или покоя при наличии силы, побуждающей тело к скольжению (соответственно).

Сила трения скольжения $F_{\text{тр}}^{\rightarrow}$ связана с силой нормальной реакции опоры N^{\rightarrow} коэффициентом трения μ :

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \cdot \vec{N}.$$

Примеры решения задач

Пример 1.

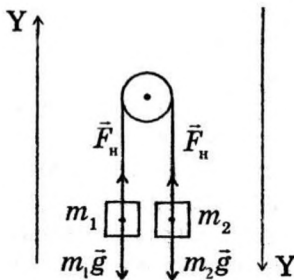
К концам шнура, переброшенного через неподвижный блок, подвешены две гири массами 7 кг и 11 кг. Первоначально гири находятся на одной высоте. Через какое время после начала движения более легкая гиря поднимается на 10 см?

Дано:
 $m_1 = 7 \text{ кг}$ $m_2 = 10 \text{ кг}$
 $h = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

$t - ?$

Решение:

Изобразим схему действующих на гири сил. На каждую гирю действует сила натяжения нити (\vec{F}_H) и соответствующая сила тяжести ($F_{T_1} = m_1 g$ и $\vec{F}_{T_2} = m_2 g$)



Учитывая, что легкая гиря будет двигаться вверх, а тяжелая - вниз, запишем для каждой из них уравнение второго закона Ньютона (1.2.2) в проекциях на соответствующую ось Y:

$$F_H - m_1 g = m_1 a,$$

$$m_2 g - F_H = m_2 a.$$

Из полученной системы уравнений выразим модуль ускорения грузов:

$$a = \frac{g(m_2 - m_1)}{m_2 + m_1}.$$

$$h = \frac{at^2}{2}, \text{ откуда } t = \sqrt{\frac{2h}{a}}.$$

Подставляя выражение для ускорения, получаем:

$$t = \sqrt{\frac{2h(m_2 - m_1)}{g(m_2 - m_1)}},$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,1(11+7)}{9,8(11-7)}} = 0,3 \text{ с}.$$

Ответ: $t = 0,3 \text{ с}$.

Пример 2.

Нужно найти массу тела по его плотности и объёму, а затем по второму закону Ньютона найти силу тяжести.

Дано:

$a = 6 \text{ см}$

$b = 24 \text{ см}$

$c = 12 \text{ см}$

$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$

СИ

$0,06 \text{ м}$

$0,24 \text{ м}$

$0,12 \text{ м}$

Решение

$V = a \cdot b \cdot c$

$m = \rho \cdot V$

$F = m \cdot g$

Ответ: $F = 27,6 \text{ Н}$

$V = 0,06 \text{ м} \cdot 0,24 \text{ м} \cdot 0,12 \text{ м} = 1728 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$m = 1600 \text{ кг/м}^3 \cdot 1728 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \approx 2,76 \text{ кг}$

$F = 2,76 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 27,6 \text{ Н}$

F-?

Пример 3. Как найти силу, с которой Земля притягивает кирпич, другим способом?

Ответ: по закону Всемирного тяготения.

Дано:	СИ	Решение
$m = 2,76 \text{ кг}$		$F = G \frac{m \cdot M}{R^2}$ $F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{2,76 \text{ кг} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(64 \cdot 10^5 \text{ м})^2} \approx 27 \text{ Н}$
$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$		
$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$		
$R = 6400 \text{ км}$	$64 \cdot 10^5 \text{ м}$	
$F - ?$		Ответ: $F \approx 27 \text{ Н}$

Пример 4.

Какой будет сила тяготения, если кирпич поднять на высоту 600 км?

Ответ: надо учесть зависимость силы тяготения от высоты тела над Землёй.

Дано:	СИ	Решение
$m = 2,76 \text{ кг}$		$F = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}$ $F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{1,52 \text{ кг} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(64 \cdot 10^5 \text{ м} + 6 \cdot 10^5 \text{ м})^2} = 12,4 \text{ Н}$
$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$		
$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$		
$R = 6400 \text{ км}$	$64 \cdot 10^5 \text{ м}$	
$h = 600 \text{ км}$	$6 \cdot 10^5 \text{ м}$	
$F - ?$		Ответ: $F = 12,4 \text{ Н}$

Пример 5.

На какой высоте сила притяжения кирпича к Земле будет в 4 раза меньше?

Дано:	Решение
$F_1 = 4F_2$	$F_1 = G \frac{m \cdot M}{R^2} \implies \frac{F_1}{F_2} = \frac{(R + h)^2}{R^2} \implies 4 = \frac{(R + h)^2}{R^2}$
$R = 6400 \text{ км}$	
$h - ?$	$F_2 = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2}$

Из обеих частей уравнения извлечём квадратный корень. Получим

$$2 = \frac{(R + h)}{R} \text{ или } 2R = R + h \text{ Тогда } h = R = 6400 \text{ км}$$

Ответ: $h = 6400 \text{ км}$.

Пример 6.

Сколько бы времени кирпич летел бы до Земли в свободном падении с высоты 600 км?

Дано:	Решение
$h = 600 \text{ км}$	$h = \frac{g \cdot t^2}{2} \implies t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 346 \text{ с} \approx 5,8 \text{ мин.}$
$g \approx 10 \text{ м/с}^2$	
$t - ?$	Ответ: $t \approx 5,8 \text{ мин.}$

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое материальная точка?
2. Что такое тело отсчета?
3. Какие системы называют консервативными?
4. Что такое импульсом силы?
5. Что изучает динамика?
6. Определение мощности. Формулы мощности.
7. Какие силы называют внутренними? внешними?
8. Что такое абсолютное твердое тело?
9. Что такое линия действия силы?
10. Что называют энергией?
11. Сформулируйте теорему о кинетической энергии.
12. Что такое угловая скорость? В каких единицах она измеряется?
13. Что такое силы упругости?
14. Что называют работой?
15. Что такое период вращения? В каких единицах он измеряется?
16. Что такое сила реакции опоры? Каково ее направление?
17. Что называют потенциальной энергией?
18. Сформулируйте закон сохранения импульса. Почему он является фундаментальным законом?
19. Что такое частота вращения? В каких единицах она измеряется?
20. Что такое вес тела?

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите силу, под действием которой тело массой 500 г движется с ускорением 2 м/с^2 .
2. Снаряд массой 15 кг при выстреле приобретает скорость 600 м/с. Найдите среднюю силу, с которой пороховые газы давят на снаряд, если длина ствола орудия 1,8 м. Движение снаряда в стволе считайте равноускоренным.
3. Какую скорость приобрело покоящееся тело массой 500 г, если под действием силы 5 Н оно прошло путь в 80 см?
4. Определите массу футбольного мяча, если после удара он приобрел ускорение 500 м/с^2 , а сила удара была равна 420 Н.
5. Найдите проекцию силы F_x , действующей на тело массой 500 кг, если тело движется прямолинейно и его координата изменяется по закону $x=20-10t+t^2$.
6. На тело массой 100 г в течение 2 с действовала сила 5 Н. Определить модуль перемещения, если движение прямолинейное.

Практическая работа №3 Решение задач на закон сохранения импульса.

Цель:

- закрепление умений учащихся применять при решении задач уравнения и графики движений;
- развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;
- формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Определение: импульсом тела называется величина равная произведению массы тела m на его скорость : $\vec{p} = m\vec{v}$.

Единица измерения импульса в системе СИ: $[p] = 1\text{Н}\cdot\text{с}$

Импульс - величина векторная; по направлению совпадает с направлением вектора скорости.

Определение. Импульсом силы называется величина равная произведению силы на время действия силы: $\vec{F}\Delta t$.

Единица измерения импульса силы: $1\text{Н}\cdot\text{с}$

Второй закон Ньютона: изменение импульса тела равно импульсу силы: $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$.

Система тел, взаимодействующих только друг с другом и не взаимодействующих ни с какими другими телами называется **замкнутой**.

Закон сохранения импульса: сумма импульсов двух тел замкнутой системы до взаимодействия равна сумме импульсов тел после взаимодействия:

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

здесь \vec{v}_1, \vec{v}_2 - скорости тел до взаимодействия; \vec{v}'_1, \vec{v}'_2 - скорости тел после взаимодействия

Физические величины, их буквенные обозначения и единицы измерения

Название величины	Буквенное обозначение величины	Единица измерения величины в системе СИ	Формулы
Импульс тела	p	$\text{Н}\cdot\text{с}$	$\vec{p} = m\vec{v}$
Сила	F	Н	$\vec{F}t = \Delta\vec{p}$
Время	t	с	
Масса	m	кг	
Скорость	v, u	$\text{м}/\text{с}$	
Ускорение	a		

Примеры решения задач

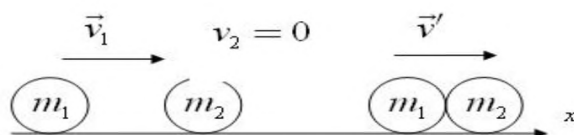
Указания: при решении задач на закон сохранения импульса надо выполнить рисунок с указанием направлений векторных величин, записываете уравнение в векторной форме и переходите к уравнению в проекциях.

1. Шарик массой $m_1=1\text{ кг}$. скользит по идеально гладкой поверхности со скоростью $v_1=4\text{ м}/\text{с}$ и абсолютно неупруго сталкивается с таким же по размеру шариком массой $m_2=3\text{ кг}$. Определите скорость шариков после удара?

Дано:
 $m_1=1\text{ кг}$
 $v_1=4\text{ м}/\text{с}$
 $m_2=3\text{ кг}$

Найти: v' -?

Решение:



По закону сохранения импульса при абсолютно неупругом

ударе $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}'$
 ОХ: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v'$
 $v' = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} = 1 \text{ м/с}$.

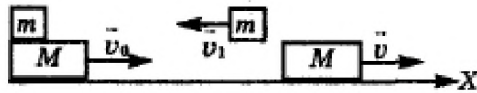
Ответ: 1 м/с

2. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает со скоростью 4 м/с в сторону, противоположную движению лодки?

Дано:
 $M = 200 \text{ кг}$
 $v_1 = 1 \text{ м/с}$
 $m = 50 \text{ кг}$
 $v'_2 = 4 \text{ м/с}$

Найти: v'_1 -?

Решение:



Закон сохранения импульса: $(M + m) \vec{v}_1 = M \vec{v}'_1 + m \vec{v}'_2$

Запишем уравнение в проекциях на ось Ох и решим его относительно v'_1 :

Ох: $(M + m) v_1 = M v'_1 - m v'_2$; $v'_1 = \frac{(M+m)v_1 + m v'_2}{M} = \frac{(200+50) \cdot 1 + 50 \cdot 4}{200} = 2,25 \text{ м/с}$

Ответ: 2,25 м/с

Задачи для самостоятельного решения

1. Два неупругих тела, массы которых 2 и 6 кг, движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/с каждое. С какой скоростью и в каком направлении будут двигаться эти тела после удара
2. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий
3. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает в сторону движения лодки со скоростью 6 м/с:
4. На покоящейся тележке массой 20 кг находится человек массой 60 кг. Какова будет скорость тележки относительно земли, если человек спрыгнет с тележки со скоростью 2 м/с относительно земли.

Практическая работа №4 Решение задач на закон сохранения энергии, работы и мощности тела.

Цель работы: научиться применять законы сохранения импульса и энергии при решении задач.

Основные понятия и законы

Импульс тела (количество движения) - это векторная физическая величина, равная произведению массы тела на скорость движения.

$$\vec{p} = m\vec{v} \text{ [кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}\text{]}.$$

Физическая величина, равная произведению силы на время ее действия, называется **импульсом силы**. Импульс силы также является векторной величиной.

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$$
$$\vec{F}\Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0$$

Закон сохранения импульса: **В замкнутой системе векторная сумма импульсов всех тел, входящих в систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.**

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

Для абсолютно упругого взаимодействия: $m_1v_1 \pm m_2v_2 = m_1v'_1 \pm m_2v'_2$

Для абсолютно неупругого взаимодействия: $m_1v_1 \pm m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$

Работа - это скалярная физическая величина, характеризующая действие силы на определенном перемещении.

$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$. Единица измерения работы – Джоуль (1 Дж).

Мощность – это отношение работы ко времени, в течение которого она была выполнена. Единица измерения мощности - Ватт (1 Вт).

$$N = \frac{A}{t}, \text{ или } N = \frac{F \cdot S}{t}, \text{ учитывая, что } v = \frac{S}{t} - \text{ скорость, то } N = F \cdot v.$$

Энергия – это физическая величина, являющаяся количественной мерой движения и взаимодействия всех видов материи. В механике различают два вида энергии: кинетическую и потенциальную. Единица измерения энергии - Джоуль (1 Дж).

Кинетическая энергия – это энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

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

Потенциальная энергия – энергия, которой обладают тела благодаря взаимному расположению вследствие взаимодействия друг с другом.

1) Потенциальная энергия тела, поднятого над Землей.

$$E_p = mgh$$

2) Потенциальная энергия деформированной пружины.

$$E_p = \frac{kx^2}{2}.$$

Закон сохранения энергии: **Энергия не создается и не исчезает, а лишь передается от одного тела к другому или превращается из одного вида в другой в равных количествах.**

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$
$$E_k + E_p = \text{const}$$

Для случая, когда полностью вся энергия переходит из одного вида в другой (например, кинетическая в потенциальную или наоборот), то закон сохранения энергии запишется в виде:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \quad \frac{kx^2}{2} = mgh \quad \frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}.$$

Примеры решения задач на закон сохранения импульса

Задача 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, полученного автомобилем; величину действующей силы.

Дано:	СИ:	Решение:
$m=2 \text{ т}$	2000 кг	Определим величину импульса, полученного автомобилем: $m\vartheta=2000 \cdot 12=2,4 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
$\vartheta_0=0$		Величину действующей силы можно определить, учитывая, что
$t=10 \text{ с}$		Импульс равен изменению импульса тела (второй закон Ньютона)
$\vartheta=43,2 \text{ км/ч}$	12 м/с	$Ft = m\vartheta - m\vartheta_0$, т.к. $\vartheta_0=0$, то $Ft = m\vartheta \rightarrow F = \frac{m\vartheta}{t}$
Найти:		
$m\vartheta=?$		$F = \frac{2,4 \cdot 10^4}{10} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ Н} = 2,4 \text{ кН}$

F-?

Ответ: $m\vartheta=2,4 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, $F=2,4 \text{ кН}$

Задача 2. Электровоз массой 180 т, движущийся по инерции с выключенным двигателем со скоростью 0,5 м/с, подъезжает к неподвижному вагону и продолжает движение с ним вместе. Какова масса вагона, если скорость локомотива уменьшилась до 0,4 м/с? Трением локомотива и вагона о рельсы пренебрегаем.

Дано:	СИ:	Решение:
$m_1=180 \text{ т}$	$1,8 \cdot 10^5 \text{ кг}$	Систему тел можно считать замкнутой.
$\vartheta_1=0,5 \text{ м/с}$		По закону сохранения импульса:
$\vartheta_2=0$		$m_1\vec{\vartheta}_1 + m_2\vec{\vartheta}_2 = m_1\vec{\vartheta}'_1 + m_2\vec{\vartheta}'_2$
$\vartheta'=0,4 \text{ м/с}$		Выберем направление оси x вдоль движения состава, тогда
Найти:		проекции векторов скорости на эту ось будут положительны.
$m_2=?$		Учитывая, что $\vartheta_2=0$, получим:

$$m_1\vartheta_1 = (m_1 + m_2) \cdot \vartheta' \rightarrow m_2 = \frac{m_1\vartheta_1 - m_1\vartheta'}{\vartheta'} = \frac{m_1(\vartheta_1 - \vartheta')}{\vartheta'}$$

$$m_2 = \frac{1,8 \cdot 10^5 \cdot (0,5 - 0,4)}{0,4} = 0,45 \cdot 10^5 = 45 \cdot 10^3 \text{ кг} = 45 \text{ т}$$

Ответ: $m_2 = 45 \text{ т}$

Задача 3. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, прыгает мальчик массой 50 кг в горизонтальном направлении со скоростью 7 м/с (относительно берега). Какова скорость лодки после прыжка мальчика, если мальчик прыгает: а) с кормы в сторону, противоположную движению лодки? б) с носа по ходу движения?

Дано:	Решение:
$m_1=200 \text{ кг}$	Мальчика и лодку можно принять за замкнутую систему.
$\vartheta=1 \text{ м/с}$	Воспользуемся законом сохранения импульса:
$m_2=50 \text{ кг}$	$m_1\vec{\vartheta}_1 + m_2\vec{\vartheta}_2 = m_1\vec{\vartheta}'_1 + m_2\vec{\vartheta}'_2$
$\vartheta'_2=7 \text{ м/с}$	До прыжка мальчик двигался вместе с лодкой со скоростью 1 м/с, и тогда
Найти:	Начальный импульс системы будет $(m_1 + m_2)\vartheta$. Выберем направление оси координат по направлению лодки.
$\vartheta'_1=?$	

а) $(m_1 + m_2)\vartheta = m_1\vartheta'_1 - m_2\vartheta'_2$ Отсюда: $\vartheta'_1 = \frac{(m_1 + m_2)\vartheta + m_2\vartheta'_2}{m_1}$

$$\vartheta'_1 = \frac{(200 + 50) \cdot 1 + 50 \cdot 7}{200} = 3 \text{ м/с}$$

б) если мальчик прыгает с носа лодки по ходу движения, то

$$(m_1 + m_2)\vartheta = m_1\vartheta'_1 + m_2\vartheta'_2$$

$$\vartheta'_1 = \frac{(m_1 + m_2)\vartheta - m_2\vartheta'_2}{m_1}$$

$$v'_1 = \frac{(200 + 50) \cdot 1 - 50 \cdot 7}{200} = -0,5 \text{ м/с}$$

Знак "-" означает, что лодка изменила направление своего движения на противоположное.

Ответ: а) $v'_1 = 3 \text{ м/с}$; б) $v'_1 = -0,5 \text{ м/с}$

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

Дано:

$$m_1 = 600 \text{ г}$$

$$m_2 = 15 \text{ г}$$

$$v_1 = v_2 = 0$$

$$v'_2 = 800 \text{ м/с}$$

Найти:

$$v'_1 = ?$$

СИ:

$$0,6 \text{ кг}$$

$$0,015 \text{ кг}$$

Решение:

Начальный импульс ракеты с газами равен нулю, т.к.

ракета неподвижна, следовательно, согласно закону

сохранения импульса: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$

Получим: $0 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$, откуда

$$v'_1 = -\frac{m_2 v'_2}{m_1}$$

$$v'_1 = -\frac{0,015 \cdot 800}{0,6} = -20 \text{ м/с}$$

Знак "-" показывает, что газы движутся в сторону, противоположную направлению движения ракетницы.

Ответ: $v'_1 = -20 \text{ м/с}$

Примеры решения задач на закон сохранения энергии

Задача 1. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 16 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна его потенциальной энергии? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:

$$v_0 = 16 \text{ м/с}$$

$$h_0 = 0$$

$$E_{к1} = E_{п2}$$

Найти:

$$h_2 = ?$$

Решение:

Применяя закон сохранения энергии:

$$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2}$$

Т.к. камень брошен с земли, то $h_0 = 0$ и $E_{п1} = 0$

$$E_{к1} = E_{к2} + E_{п2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2E_{п2}, \quad E_{п2} = mgh_2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgh_2$$

$$\text{Следовательно, } h_2 = \frac{v_0^2}{4g}$$

$$h_2 = \frac{16^2}{4 \cdot 10} = 6,4 \text{ м}$$

Ответ: $h_2 = 6,4 \text{ м}$

Задача 2. Из пружинного пистолета стреляют шариком вертикально вверх. Шарик поднялся на высоту 1 м. Определить деформацию пружины перед нажатием курка, если коэффициент жёсткости пружины 400 Н/м, а масса шарика 0,01 кг. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Дано:

$$m = 0,01 \text{ кг}$$

$$k = 400 \text{ Н/м}$$

$$h = 1 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти:

$$x = ?$$

Решение:

Работа силы тяжести при перемещении шарика внутри ствола пистолета

незначительна, поэтому ею в данном случае можно пренебречь.

Воспользуемся законом сохранения энергии.

Шарик приходит в движение за счёт энергии сжатой пружины, т.е.:

$$E_{п \text{ пружины}} = E_{к1 \text{ шара}}$$

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

Но при полёте вверх кинетическая энергия шарика переходит в потенциальную энергию. Принимая, что в начальной точке свободного полёта шарика потенциальная энергия была равна нулю $E_{p1}=0$, получим:

$$E_{k1} = E_{p2}$$

$$\frac{m\vartheta^2}{2} = mgh, \text{ откуда } \frac{kx^2}{2} = mgh$$

$$x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

$$x = \sqrt{\frac{0,02 \cdot 10 \cdot 1}{400}} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 2,2 \text{ см}$$

Ответ: $x=2,2 \text{ см}$

Задача 3. Мяч массой 100 г брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Чему равна его потенциальная энергия в высшей точке подъёма? Соппротивлением воздуха не учитывать.

Дано:

$$m=100 \text{ г}$$

$$\vartheta_0=20 \text{ м/с}$$

$$h_0=0$$

$$\vartheta = 0$$

Найти:

$$E_{p2}-?$$

СИ:

$$0,1 \text{ кг}$$

Согласно закону сохранения энергии:

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

Но на поверхности Земли $h_0=0 \rightarrow E_{p1}=0$

В верхней точке подъёма

$$\vartheta = 0 \rightarrow E_{k2}=0$$

Получим: $E_{k1} = E_{p2}$

$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = E_{p2}$$

$$E_{p2} = \frac{0,1 \cdot 20^2}{2} = 20 \text{ Дж}$$

Ответ: $E_{p2} = 20 \text{ Дж}$

Практическая работа №5. Решение задач на расчёт массы и размеров молекул (атомов).

Цель: углубить и конкретизировать представления учащихся о молекулярно-кинетической теории строения вещества.

В основе молекулярно-кинетической теории строения вещества лежат три утверждения: вещество состоит из частиц; эти частицы беспорядочно движутся; частицы взаимодействуют друг с другом.

Относительно молекулярной (или атомной) массой вещества M_r называют отношение массы молекулы (или атома) m_0 данного вещества к $\frac{1}{12}$ массы атома углерода m_{0c} :

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0c}}$$

В Международной системе единиц количество вещества выражают в молях. Один моль - это количество вещества, в котором содержится столько же молекул или атомов, сколько атомов содержится в углероде массой 0,012 кг.

Значит, в 1 моле любого вещества содержится одно и то же число атомов или молекул. Это число атомов обозначают N_A и называют постоянной Авогадро в честь итальянского учёного (XIX в.)

Броуновское движение - это тепловое движение взвешенных в жидкости (или газе) частиц.

Идеальный газ - это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало.

Зная постоянную Авогадро, найти массу молекулы и атома водорода.

Дано:

$$N_A = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1},$$

$$\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль},$$

$$\mu_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}.$$

Решение.

$$m_1 = \frac{\mu_1}{N_A} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}; \quad m_2 = \frac{\mu_2}{N_A} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Найти: m_1, m_2 .

Ответ:

$$m_1 = 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, \quad m_2 = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Сколько молекул содержится в углекислом газе (CO₂) массой 1 г?

Дано:

$$\mu = 44 \text{ г/моль},$$

$$m = 1 \text{ г}.$$

Найти: N

Решение.

$$N = N_A \frac{m}{\mu} = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль} \cdot \frac{1 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} \approx 1,37 \cdot 10^{22}.$$

Ответ:

$$N \approx 1,37 \cdot 10^{22}.$$

Найти число атомов в алюминиевом предмете массой 135 г.

Дано: $m = 135 \text{ г}$, $\mu = 27 \text{ г/моль}$.

Найти: N

Решение.

$$N = N_A \frac{m}{\mu} = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль} \cdot \frac{135 \text{ г}}{27 \text{ г/моль}} \approx 3 \cdot 10^{24}.$$

Ответ:

$$N \approx 3 \cdot 10^{24}.$$

На изделие, поверхность которого 20 см², нанесен слой серебра толщиной 1 мкм. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?

Дано:

$$S = 20 \text{ см}^2 = 0,002 \text{ м}^2,$$

$$h = 1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м},$$

$$\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$$

$$\mu = 108 \text{ г/моль}.$$

Найти: N

Решение.

$$m = \rho Sh; N = \rho \frac{N_A}{\mu} Sh =$$

$$N = N_A \frac{m}{\mu} = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot \frac{6,04 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}}{108 \text{ г/моль}} \cdot 0,002 \cdot 10^{-6} \approx 1,2 \cdot 10^{17}.$$

Ответ:

$$N \approx 1,2 \cdot 10^{17}.$$

Определить количество вещества ν и число N молекул азота массой $m=0,2 \text{ кг}$.

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

Решение:

$\nu - ?$	$\nu = \frac{m}{M} = 7,14 \text{ моль}$
$N - ?$	$\nu = \frac{N}{N_a}, N = \nu \cdot N_a = 4,3 \cdot 10^{24}$

Ответ: 7,14 моль ; $4,3 \times 10^{24}$ молекул

В баллоне вместимостью $V=3 \text{ л}$ находится кислород массой $m=4 \text{ г}$. Определить количество вещества ν и число N молекул газа.

Дано: $V = 3 \text{ л}$ $m = 0.004 \text{ кг}$	Решение: $\nu = \frac{m}{M} = \mathbf{0,125 \text{ моль}}$ $N = \nu \cdot N_a = \mathbf{7,52 \cdot 10^{21}}$ Ответ: 0,125 моль ; $7,52 \times 10^{21}$
$\nu - ?$ $N - ?$	

Кислород при нормальных условиях заполняет сосуд вместимостью $V=11,2 \text{ л}$.
 Определить количество вещества ν газа и его массу m .

Решение задачи:

Дано: $V = 11,2 \text{ л}$	Решение: При нормальных условиях
$\nu - ?$ $m - ?$	$V_m = 22,4 \text{ л / моль}$, $\nu = \frac{V}{V_m} = \mathbf{0,5 \text{ моль}}$ $m = \nu \cdot M = \mathbf{16 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}$

Колба вместимостью $V=0,5 \text{ л}$ содержит газ при нормальных условиях. Определить число N молекул газа, находящихся в колбе.

Решение задачи:

Дано: $V = 0,5 \text{ л}$	Решение: $N = \frac{N_a V}{V_m} = \mathbf{1,34 \cdot 10^{22}}$ здесь $V_m = 22,4 \text{ л / моль}$
$N - ?$	

Практическая работа №6 Решение задач на определение параметров идеального газа.

Цель:

- закрепить знания учащихся об уравнении состояния идеального газа; познакомить учащихся с методом поэлементного решения задач
- развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;
- формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Определение: идеальный газ — математическая модель газа, в которой в рамках молекулярно-кинетической теории предполагается, что: 1) потенциальной энергией взаимодействия частиц, составляющих газ, можно пренебречь по сравнению с их кинетической энергией; 2) суммарный объём частиц газа пренебрежимо мал; 3) между частицами нет дальнедействующих сил притяжения или отталкивания.

Уравнение **Менделеева-Клапейрона** даёт возможность решить большинство задач на расчёт макропараметров состояния идеального газа

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Для решения задач нужно знать:

1. Уравнение Менделеева – Клапейрона и уравнение Клапейрона.
2. Уметь выразить одну величину через другую.
3. Обозначение физических величин (см. таблицу)

Название физических величин	Буквенное обозначение величин	Единицы измерения в системе СИ
Масса газа	m	кг
Масса одной частицы	m ₀	кг
Количества вещества	v	моль
Молярная масса	M	кг/моль
Постоянная Авогадро	N _A = 6·10 ²³	моль ⁻¹
Число всех частиц	N	
Давление	p	Па
Объём	V	м ³
Температура	T (t °C) (T = t + 273)	К
Универсальная газовая постоянная	R = 8,31	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
Постоянная Авогадра	N _A = 6·10 ²³	моль ⁻¹

4. Уравнения, связывающие физические величины (формулы)

$v = \frac{N}{N_A}$; $v = \frac{m}{M}$ - по этим формулам определяют количество вещества

$pV = \frac{m}{M} RT$ - уравнение Менделеева – Клапейрона

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ – уравнение Клапейрона (p₁, V₁, T₁ – параметры газа в первом состоянии, p₂, V₂, T₂ – параметры газа во втором состоянии)

Молярная масса вещества определяется по таблице Менделеева: например, молярная масса одного атома азота M = 14 г/моль = 14·10⁻³ кг/моль.

Молярная масса двухатомного азота N₂ : M = 2·14 г/моль = 28 г/моль = 28·10⁻³ кг/моль.

Молярная масса сложного вещества находится как сумма молярных масс простых веществ, входящих в состав сложного вещества

Справочный материал

$$1 \text{ м}^3 = 10^6 \text{ см}^3$$

$$1 \text{ кг} = 10^3 \text{ г}$$

$$1 \text{ м}^3 = 10^3 \text{ л}$$

Примеры решения задач

1. В сосуде вместимостью 500 см^3 содержится $0,89 \text{ г}$ водорода H_2 при температуре 17°C . Найдите давление газа.

Дано:

Водород (H_2)

$$V = 500 \text{ см}^3$$

$$m = 0,89 \text{ г}$$

$$t = 17^\circ\text{C}$$

Найти; p -?

СИ

$$500 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$0,89 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$T = 290 \text{ К}$$

Решение.

$$pV = \frac{m}{M} RT \implies p = \frac{m RT}{M V}; M(\text{H}_2) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$p = \frac{0,89 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 290}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = \frac{0,89 \cdot 8,31 \cdot 290}{2 \cdot 500} \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-3} \cdot 10^{-6}} = 2,14 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$$

2. Водород при температуре 15°C и давлении $1,33 \cdot 10^5 \text{ Па}$ занимает объем 2 л . Газ сжали до объема $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ и температуру повысили до 30°C . Каким стало давление газа?

Дано:

$$V_1 = 2 \text{ л}$$

$$p_1 = 1,33 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_2 = 30^\circ\text{C}$$

Найти; p_2 -?

СИ

$$2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T_1 = 288 \text{ К}$$

$$T_2 = 303 \text{ К}$$

Решение.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \implies p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{V_2 T_1}; \text{ кг/моль}$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{V_2 T_1}$$

$$p_2 = \frac{1,33 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 303}{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 288} = 1,8710^5 \text{ (Па)}$$

Ответ: $1,87 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$

3. Два баллона, имеющих объемы 6 л и 14 л , содержащих газы с давлением, соответственно 8 МПа и 5 МПа при одинаковой температуре. Баллоны соединены трубкой с краном. Какое давление образуется в баллонах, если открыть кран? Температура не меняется, газы в химическую реакцию не вступают.

$$V_1 = 6 \text{ л}$$

$$p_1 = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$p_2 = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$t_1 = t_2$$

$$V_2 = 14 \text{ л}$$

Найти; p -?

$$6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$14 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона $p_1 V_1 = \nu_1 RT$

$$p_2 V_2 = \nu_2 RT, \quad p(V_1 + V_2) = \nu RT$$

Здесь ν_1, ν_2 - количество вещества соответственно в первом и втором баллонах, ν - общее количество вещества. Поскольку

$\nu = \nu_1 + \nu_2$, получаем $p_1 V_1 + p_2 V_2 = p(V_1 + V_2)$, откуда

$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{8 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^6 \cdot 14 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3} + 14 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 5,9 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$$

Ответ: $5,9 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$

Задачи для самостоятельного решения

- Объем 2 кг водорода (H_2) при давлении 10^5 Па равен $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$. Какова температура водорода?
- 4 моля водорода (H_2) при температуре 20°C имеет давление $1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Какой объем занимает водород?
- Определите давление 4 кг кислорода, находящегося в сосуде емкостью 2 м^3 , температура кислорода 29°C .

4. Объем водорода при температуре $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении $0,98 \cdot 10^5\text{ Па}$ равен $2,5 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3$. Каков объем той же массы водорода при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 10^5 Па ?
5. При давлении 10^5 Па и температуре 15°C воздух имеет объем $2 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3$. При каком давлении данная масса воздуха займет объем $4 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3$, если температура его станет 20°C ?
6. Воздух при температуре 0°C и давлении 10^5 Па займет объем 10^{-3} м^3 . При какой температуре объем воздуха будет равен $4 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3$, а давление $2,5 \cdot 10^5\text{ Па}$?
7. Какой объем занимает газ в количестве 10^3 моль при давлении 10^6 Па и температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?
8. В сосуде вместимостью 500 см^3 содержится $0,89\text{ г}$ водорода при температуре $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите давление газа.

Практическая работа №7 Решение задач на расчёт абсолютной температуры.

Цель: формирование умений выполнения заданий с использованием формул термодинамики.

Уметь:

- применять законы термодинамики при решении задач;
- применять законы термодинамики для анализа технических устройств, способов повышения КПД двигателей.

Знать:

- законы термодинамики;
- способы изменения внутренней энергии, работы и теплоты;
- формулы расчета КПД тепловых двигателей.

Общие сведения

Законы термодинамики:

- I. Количество теплоты Q , переданное системе, идет на изменение ее внутренней энергии ΔU и совершение системой работы A .
- II. Не возможен процесс, при котором тепло самопроизвольно переходит от тел менее нагретых к телам более нагретым.
- III. Абсолютный нуль не достижим, но можно к нему приблизиться.

A – работа, Дж	ΔU - изменение внутренней энергии, Дж	Q - количество теплоты, Дж
$A = P \cdot \Delta V = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T = \nu \cdot R \cdot T$ + A - тело совершает работу – $A = A'$ - над телом совершают работу	$\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T =$ $= \frac{i}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T = \frac{i}{2} \cdot A$	$Q = \Delta U$ - теплообмен + Q – система получает тепло; – Q - система отдает тепло. $C = \frac{Q}{\Delta T}$; $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ - теплоемкость
$A = N \cdot t$ $N = F \cdot \nu$ $t = \frac{s}{\nu}$ $A = S_{\phi}$ - Работа равна площади фигуры под графиком функции.	Число степеней свободы молекулы $i_1 = 3$ $i_2 = 5$ $i_n = 6$	1) $T = \text{const}$, $Q = A$ 2) $P = \text{const}$, $Q = \Delta U + A$ 3) $V = \text{const}$, $Q = \Delta U$ 4) $Q = \text{const}$, $A = \Delta U$ – адиабатный
	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$; $E_p = m \cdot g \cdot h$	$Q_{\text{п, охл}} = \pm c \cdot m \cdot \Delta T$ $Q_{\text{п, конд}} = \pm r \cdot m$ $Q_{\text{пл, кр}} = \pm \lambda \cdot m$ $Q_{\text{сгор}} = q \cdot m$
	$U = E_k + E_p$	Уравнение теплового баланса: $\sum_{i=1}^n Q_{i \text{ отд}} = \sum_{i=1}^n Q_{i \text{ пол}}$ Количество теплоты, отданное всеми остывающимися телами, равно количеству теплоты, полученному всеми нагревающимися телами
		Θ – температура смеси
$\eta = \frac{A_{\text{н}}}{Q_2} \cdot 100\% = \frac{A}{A + Q_2} \cdot 100\% = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot 100\%$		

вопросы входного контроля:

1. Дополните предложение: Внутреннюю энергию системы можно изменить...

- А) Только путем совершения работы.
- Б) Только путем теплопередачи.
- В) Путем совершения работы и теплопередачи.
- Г) Среди ответов нет правильного.

2. Выберите ответ: Какой тепловой процесс изменения состояния газа происходит без теплообмена?

- А) Изобарный.
- Б) Изохорный.
- В) Изотермический.
- Г) Адиабатный.

3. Выберите единицу измерения внутренней энергии:

- А) В
- Б) Вт
- В) %
- Г) кДж

4. Выберите формулу по которой вычисляется работа в термодинамике?

- А) $A = I \cdot U \cdot t$
- Б) $A = F \cdot S$
- В) $A = P \cdot (V_2 - V_1)$

5. Выберите в соответствии с каким законом Невозможно перевести теплоту от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах. Это...

- А) закон термодинамики
- Б) закон термодинамики

Порядок выполнения работы:

- 1) Повторить *формулировки*: изотермических процессов, газовых законов, термодинамического процесса, внутренней энергии, способов изменения внутренней энергии, законов термодинамики;
- 2) Повторить *основные формулы* первого начала термодинамики, вычисления работы, изменения внутренней энергии, количества теплоты, КПД;
- 3) Разобрать на доске типовые задачи ;
- 4) Выполнить задание соответствующего варианта.
Номер варианта совпадает с порядковым номером учащегося в списке группы в журнале.
- 5) Представить отчет на проверку преподавателю в виде:

Дано:	СИ	Формулы	Вычисления
_____ - ?			

Ответ:

Ответьте на вопросы самоконтроля:

1. Выберите ответ:

Процесс, для которого первый закон термодинамики имеет вид: $0 = A - Q$ называется:

- А) адиабатный;
- Б) изотермический;
- В) изобарный;
- Г) изохорный

2. Выберите, чем определяется внутренняя энергия тела?

- А) объемом тела;
- Б) скоростью движения и массой тела;
- В) энергией беспорядочного движения частиц;
- Г) энергией беспорядочного движения и взаимодействия частиц;
- Д) энергией взаимодействия.

3. Какая физическая величина вычисляется по формуле: $= \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T$

- А) потенциальная энергия одноатомного идеального газа;
- Б) внутренняя энергия одноатомного идеального газа;
- В) количество теплоты в идеальном газе;
- Г) внутренняя энергия двухатомного идеального газа

4. Какие из приведенных ниже записей выражают энергию одноатомного идеального газа:

А) $\frac{2mRT}{3M}$; Б) $\frac{mRT}{M}$; В) $\frac{5mRT}{3M}$

5. Составьте последовательность процессов происходящих в двигателе внутреннего сгорания при его работе:

- А) впрыскивание горючего
- Б) открытие выпускного клапана
- В) открытие впускного клапана
- Г) сгорание горючей смеси
- Д) рабочий ход

Задание для самостоятельной работы

- 1) Определить расход дизельного горючего трактора Т – 4 за 1 час, если при КПД равного 25% он развивает мощность 81 кВт.
 - 2) Внутренняя энергия идеального одноатомно газа с температурой 27°C , равна 15 кДж. Определить количество молей в 6 кг данного газа.
 - 3) В процессе изобарического расширения газа была совершена работа 400 Дж. При каком давлении совершался процесс, если объем газа изменился с $0,3 \text{ м}^3$ до 600 л ?
 - 4) Какую работу совершил газ в процессе изобарического расширения при давлении $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, если его температура повысилась с 17°C до 300 К , а объем достиг 4 л ?
 - 5) Найдите изменение внутренней энергии азота при изохорическом нагревании на 80°C , если его масса 1 кг, а удельная теплоемкость при постоянном объеме равна $745 \text{ Дж/ кг}\cdot\text{К}$
 - 6) Температура нагревателя идеального теплового двигателя 425 К, а холодильника 300 К. Двигатель получил от нагревателя $4 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ теплоты. Рассчитайте работу, совершенную рабочим телом двигателя.
 - 7) Газ находится под давлением $2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. При сообщении газу $6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ теплоты, он изобарно расширился на 2 м^3 . На сколько изменилась внутренняя энергия газа? Как изменилась температура газа?
 - 8) Тепловой двигатель получает от нагревателя 0,6 МДж теплоты и отдает холодильнику 0,2 МДж теплоты. Каков КПД такого двигателя?
 - 9) При изобарном нагревании идеальный газ совершил работу 0,2 кДж. Под каким давлением находился газ, если при расширении его объем увеличился на $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$?
 - 10) Тепловая машина за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 10 Дж и отдает холодильнику 6 Дж. Каков КПД машины?

- 11) Рассчитайте изменение внутренней энергии 2 кг аргона, находящегося в закрытом сосуде, при его охлаждении на 22°C .
- 12) При изохорном охлаждении газ отдал $4 \cdot 10^7$ Дж теплоты. Рассчитайте изменение внутренней энергии газа. Поясните физический смысл полученного результата.
- 13) Газ находится под давлением 50 МПа. При сообщении газу 60 МДж теплоты он изобарно расширился на $0,5 \text{ м}^3$. На сколько изменилась внутренняя энергия газа? Как изменилась температура газа?
- 14) Вычислите давление, под которым находится газ, если при его изобарическом расширении на $0,004 \text{ м}^3$ была совершена работа 400 Дж.
- 15) Горячий пар поступает в турбину при температуре 500°C , а выходит при температуре 30°C . Считая паровую машину идеальной, вычислите КПД.
- 16) Тепловой двигатель получает от нагревателя 0,4 МДж и отдает холодильнику 0,1 МДж теплоты. Чему равен КПД такого двигателя?
- 17) КПД идеального теплового двигателя 30%. Газ получил от нагревателя 10 кДж теплоты. Рассчитайте температуру нагревателя, если температура холодильника 20°C . Какое количество теплоты отдано холодильнику?
- 18) Температура нагревателя идеальной тепловой машины 207°C , а холодильника 17°C . Ежесекундно машина получает от нагревателя $5 \cdot 10^4$ Дж теплоты. Найдите КПД тепловой машины, количество теплоты, отдаваемое каждую секунду холодильнику.
- 19) Тепловая машина совершает работу 200 Дж за счет каждого килоджоуля, получаемого от нагревателя. Найдите КПД тепловой машины.
- 20) Температура нагревателя идеальной тепловой машины 127°C , а холодильника 27°C . Каков КПД этой машины?
- 21) При постоянном давлении 10^5 Па объем воздуха, находившегося в квартире, увеличился на 20 дм^3 . Какую работу совершил газ?
- 22) Каково максимально возможное значение КПД тепловой машины, использующей нагреватель с температурой 427°C и холодильник с температурой 27°C ?
- 23) Температура нагревателя идеальной тепловой машины 207°C , а холодильника 17°C . Машина отдает холодильнику 5 кДж теплоты. Определите КПД машины и количество теплоты, получаемой от нагревателя.
- 24) КПД идеального двигателя 35%. Газ получил от нагревателя 70 кДж теплоты. Какое количество теплоты отдано холодильнику?
- 25) Определите КПД идеальной тепловой машины, если температура его нагревателя 727°C , а холодильника 327°C .

Практическая работа №8. Решение задач по теме: «Основы термодинамики».

Цель учебного занятия. Выработать алгоритм решения задач по теме «Основы термодинамики» через активное включение учеников в самостоятельную работу.

Задачи.

Образовательные:

1. Работая с упражнениями определить алгоритм решения задач по теме «Основы термодинамики».
2. В ходе решения задач закрепить полученные теоретические знания о расчете количества теплоты различных тепловых процессов.

Воспитания:

1. Продолжить привитие навыков коллективной работы, товарищеской взаимопомощи;
2. В ходе решения задач воспитывать самостоятельность, настойчивость и терпение.

Развития:

1. продолжать развитие интереса к предмету;
2. развивать вычислительные навыки при решении задач;
3. развивать самостоятельность школьников при объяснении решения примеров.

Форма учебного занятия: практическое занятие.

Форма организации работы: индивидуальная, групповая, индивидуально-групповая.

Образовательные технологии: проблемное обучение.

Ход урока.

Для успешного решения задач по данной теме необходимо знать закон сохранения энергии для термодинамики. Его же называют первым началом. Суть его состоит в том, что, когда термодинамическая система получает извне какое-то количество теплоты, то часть энергии добавляется к внутренней энергии системы, а другая возвращается в процессе совершения системой работы наружу, то есть:

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q – количество теплоты, ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа, все величины алгебраические.

Для идеального газа изменение внутренней энергии $\Delta U = \frac{i m}{2 \mu} R \Delta T$, где $i = 3$ – степень свободы молекул, для реального газа i зависит от строения молекулы. Так для двухатомной молекулы $i = 5$, для трехатомной $i = 6$ и т.д.

Работу A газ совершает только при изменении объема, т.е. $A = p \Delta V$. Надо сказать, что мы получаем три случая, когда один из членов первого начала термодинамики равен 0.

1. $Q = 0$ – это **адиабатический** процесс, изменение состояния происходит без обмена энергией с внешней средой. $A = -\Delta U$.
2. $\Delta U = 0$ – это **изотермический** процесс, так как внутренняя энергия не изменяется, а, значит не изменяется и температура. $Q = A = p\Delta V$, $T = const$.
3. $A = 0$ – это **изохорический** процесс, так как газ не совершает работу, а значит и не меняет объема. $Q = \Delta U = \frac{im}{2\mu} R\Delta T$, $V = const$.

Наконец, **изобарический** процесс, в котором энергия расходуется на изменение внутренней энергии и на работу. $Q = \Delta U = \frac{im}{2\mu} R\Delta T + p\Delta V$, $p = const$.

Также необходимо знать еще 4 формулы, которые помогут нам в решении задач:

1. Количество теплоты, которое поглощается при нагревании или выделяется при охлаждении $Q = cm(T_2 - T_1)$, где c – удельная теплоемкость, т.е. сколько теплоты понадобится передать или отнять у единицы массы вещества для изменения его температуры на 1° . Также различают C_v – теплоемкость при постоянном объеме и C_p – теплоемкость при постоянном давлении. Причем $C_v = \frac{i}{2}R$ и $C_p = C_v + R = R\frac{i+2}{2}$. Соответственно, удельные теплоемкости будут $c_v = \frac{C_v}{\mu}$ и $c_p = \frac{C_p}{\mu}$, где μ – количество вещества в молях.
2. Количество теплоты, которое поглощается при плавлении или выделяется при кристаллизации $Q = \lambda m$, где λ – удельная теплота плавления.
3. Количество теплоты, которое поглощается при парообразовании или выделяется при конденсации $Q = rm$, где r – удельная теплота парообразования.
4. Количество теплоты, которое выделяется при сгорании вещества $Q = qm$, где q – удельная теплота сгорания.

Все эти удельные величины берутся из справочных таблиц.

В системе, которая не взаимодействует с внешней средой, т.е. в замкнутой, между элементами системы происходит исключительно теплообмен:

$$\sum Q_{\text{п}} + \sum Q_{\text{о}} = 0,$$

где $\sum Q_{\text{п}}$ – вся полученная тепловая энергия, $\sum Q_{\text{о}}$ – вся отданная тепловая энергия – это **закон теплового равновесия**.

В итоге все задачи по термодинамике решаются следующим образом:

1. Перевести все заданные величины в единицы СИ.
2. Определить вид происходящего процесса, т.е., какие параметры остаются неизменными – T , V или P , определить, какие тела входят в замкнутую систему в теплообменных процессах и что с ними происходит.
3. Выбрать из справочника необходимые табличные удельные величины или рассчитать, зная степени свободы молекул и молярные массы веществ.
4. Применяя формулы, описанные выше, а так же формулы из других разделов физики, решить задачу.

Ниже рассмотрим пару примеров решения задач.

Задача 1. Закрытый сосуд содержит 14 г азота, давление $p_1 = 0.1$ МПа, а температура $t = 27^\circ\text{C}$.

Когда сосуд нагрели, давление увеличилось в пять раз. Какая была конечная температура азота? Найти емкость сосуда V и количество теплоты Q , затраченное на нагревание.

Решение.

Состояние азота до нагревания $p_1 V = \frac{m}{\mu} R T_1$ (1), после нагревания $p_2 V = \frac{m}{\mu} R T_2$ (2).

Так как сосуд закрыт, процесс изохорический, т.е. $V = \text{const}$ и все тепло уходит на изменение внутренней энергии азота.

Найдем конечную температуру азота:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 5 \Rightarrow T_2 = 5T_1 = 1500\text{K}.$$

Решая совместно (1) и (2), получаем:

$$V = \frac{m R T_1}{\mu p_1} = 12.4 \text{ л.}$$

Количество теплоты, полученное азотом:

$$Q = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T = 12.4 \text{ Дж,}$$

где $C_v = \frac{i}{2} R = \frac{5}{2} R = 20.8$ Дж/(моль · К). $i = 5$, т.к. молекула азота состоит из 2 атомов.

Задача 2. Сколько нужно сжечь керосина, чтобы полностью испарить 100 г воды, температура которой 20°C ? К.П.Д. керосинового нагревателя $\eta = 0.2$.

Решение.

Тепловая энергия сгорания керосина $Q_k = q m_k$, с учетом К.П.Д. $Q_k = \eta q m_k$, $q = 40.8 \cdot 10^6$ Дж/кг – для керосина. Керосин горит и отдает энергию. Вода поглощает энергию, нагреваясь от 20 до 100°C . $Q_n = c m (T_2 - T_1)$, $c = 4.187 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К) – удельная теплоемкость воды. Далее энергия расходуется на парообразование. $Q_n = r m$, $r = 2256 \cdot 10^3$ Дж/кг – удельная теплота парообразования воды.

Составляем уравнение теплового баланса $Q_k - Q_n - Q_{\text{п}} = 0$:

$$\eta q m_k - c m (T_2 - T_1) - r m = 0.$$

Откуда $m_k = \frac{m c (T_2 - T_1) + r m}{\eta q} = 0.03$ кг.

Задача №1

Тело нагрелось на 5 К, поглотив 10 кДж теплоты. Чему равна его теплоемкость?

Дано:

$$\Delta T = 5 \text{ К}, Q = 10 \text{ кДж}, C = ?$$

Решение задачи:

Теплоемкость C — это физическая величина, показывающая какое количество теплоты нужно затратить, чтобы изменить температуру тела на 1 К (или 1°C). Не путайте теплоемкость C с удельной теплоемкостью c — первая относится ко всему телу, а вторая — к единице массы.

Значит её можно определить по формуле:

$$C = Q \Delta T$$

Посчитаем ответ:

$$C = 10 \cdot 1035 = 2000 \text{ Дж/К} = 2 \text{ кДж/К}$$

Ответ: 2 кДж/К.

Задача2

Какая установится температура воды после смешивания 39 л воды при 20°C и 21 л при 60°C ?

Дано:

$$V_1 = 39 \text{ л}, t_1 = 20^\circ \text{C}, V_2 = 21 \text{ л}, t_2 = 60^\circ \text{C}, t = ?$$

Решение задачи:

Понятно, что объем воды V_2 , имеющий более высокую температуру t_2 , после смешения передаст часть теплоты объему воды V_1 с более низкой температурой t_1 , которая за счёт этой теплоты нагреется. В конце вся вода будет иметь некоторую температуру t .

Запишем уравнение теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2$$

Здесь Q_1 — количество теплоты, полученное водой объемом V_1 при нагревании до температуры t , а Q_2 — количество теплоты, отданное водой объемом V_2 при охлаждении до температуры t .

$$c m_1 (t - t_1) = c m_2 (t_2 - t)$$

Выразим массы как произведение плотности воды на объем:

$$c \rho V_1 (t - t_1) = c \rho V_2 (t_2 - t)$$

$$V_1 (t - t_1) = V_2 (t_2 - t)$$

Теперь раскроем скобки, в одной части равенства соберем все члены с множителем t , вынесем его за скобки и выразим его.

$$V_1 t - V_1 t_1 = V_2 t_2 - V_2 t$$

$$V_1 t + V_2 t = V_2 t_2 + V_1 t_1$$

$$t (V_1 + V_2) = V_2 t_2 + V_1 t_1$$

$$t = \frac{V_1 t_1 + V_2 t_2}{V_1 + V_2}$$

Переводить объемы и температуры в систему СИ нет смысла — ответ мы получим в градусах Цельсия.

$$t = \frac{39 \cdot 20 + 21 \cdot 60}{39 + 21} = 34^\circ \text{C} = 307 \text{K}$$

Ответ: 307 К.

Задача №3

Чтобы нагреть 1,8 кг воды от 18°C до кипения на горелке с КПД 25%, потребовалось 92 г горючего. Найти удельную теплоту сгорания горючего.

Дано:

$$m_1 = 1,8 \text{ кг}, t_1 = 18^\circ \text{C}, \eta = 25\%, m_2 = 92 \text{ г}, q = ?$$

Решение задачи:

Запишем формулу определения КПД (коэффициента полезного действия), он равен отношению полезной работы к затраченной работе.

$$\eta = \frac{A_p}{A_z} \quad (1)$$

Полезная работа горелки A_p равна количеству теплоты, которое требуется для нагревания воды от температуры t_1 до температуры кипения t_k (при нормальном атмосферном давлении $t_k = 100^\circ \text{C}$).

$$A_p = c m_1 (t_k - t_1) \quad (2)$$

Удельная теплоёмкость воды c равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$.

Затраченная работы A_z равна количеству теплоты, которое выделяется при сгорании горючего массой m_2 , поэтому:

$$A_z = q m_2 \quad (3)$$

Подставим выражения (2) и (3) в формулу (1), тогда имеем:

$$\eta = \frac{c m_1 (t_k - t_1)}{q m_2}$$

Выразим искомую удельную теплоту сгорания q :

$$q = \frac{c m_1 (t_k - t_1)}{\eta m_2}$$

Переведём КПД η в доли единиц, а массу горючего m_2 в килограммы, далее произведем расчет численного ответа.

$$25\% = 0,25$$

$$92 \text{ г} = 0,092 \text{ кг}$$

$$q = 4200 \cdot 1,8 \cdot (100 - 18) \cdot 0,25 / 0,092 = 26953043,5 \text{ Дж/кг} \approx 27 \text{ МДж/кг}$$

Вероятнее всего, что горючим в горелке является спирт.

Ответ: 27 МДж/кг.

Задача 4

Автомобиль, движущийся со средней скоростью 72 км/ч , развивает силу тяги 2500 Н . Коэффициент полезного действия двигателя автомобиля равен 25% . Сколько он тратит бензина в час?

Дано:

$v=72$ км/ч, $F=2500$ Н, $\eta=25\%$, $t=1$ ч, $m=?$

Решение задачи:

Если в задаче говорится о коэффициенте полезного действия (КПД), то при решении задачи первым делом записывают формулу определения КПД. КПД двигателя η — это отношение полезной работы $A_{п}$ к затраченной работе $A_{з}$, то есть:

$$\eta = \frac{A_{п}}{A_{з}}(1)$$

Так как каждый малый промежуток времени вектор силы тяги сонаправлен с вектором перемещения, то полезную работу $A_{п}$ можно найти по формуле:

$$A_{п} = FS$$

В этой формуле S — пройденный путь, который легко найти из выражения:

$$S = vt$$

$$A_{п} = Fvt(2)$$

Затраченная работа $A_{з}$ равна количеству теплоты, которое выделяется при сгорании бензина, поэтому верна формула:

$$A_{з} = qm(3)$$

Подставим выражения (2) и (3) в формулу (1), тогда мы получим:

$$\eta = \frac{Fvtqm}{A_{з}}$$

Выразим искомую массу бензина m :

$$m = \frac{Fvt\eta}{q}$$

Удельная теплота сгорания бензина q равна 46 МДж/кг. Переведем скорость автомобиля в м/с, КПД — в доли единицы, а время работы — в секунды:

$$72 \text{ км/ч} = 72 \cdot 1000 / 3600 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

$$25\% = 0,25$$

$$1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$$

Численный ответ к задаче равен:

$$m = 2500 \cdot 20 \cdot 3600 \cdot 0,25 \cdot 46 \cdot 10^6 = 15,65 \text{ кг}$$

Ответ: 15,65 кг.

Практическое занятие №9 Решение задач на закон сохранения электрического заряда и закона Кулона.

Цель:- выявить знания по изученной теме, умения пользоваться основными формулами, алгоритмом решения задач на закон Кулона;
- совершенствовать навыки выполнения математических операций, выработать творческую самостоятельность, аналитическое мышление при решении задач;
- научиться устанавливать причинно-следственные связи в изучаемых явлениях.

Краткая теория

Электрический заряд и его свойства

Электрический заряд – это физическая величина, характеризующая способность частиц или тел вступать в электромагнитные взаимодействия. Электрический заряд обычно обозначается буквами q или Q .

В системе СИ электрический заряд измеряется в Кулонах (Кл).

Свободный заряд в 1 Кл – это гигантская величина заряда, практически не встречающаяся в природе. Как правило, Вам придется иметь дело с микрокулонами ($1 \text{ мкКл} = 10^{-6} \text{ Кл}$), нанокулонами ($1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$) и пикокулонами ($1 \text{ пКл} = 10^{-12} \text{ Кл}$).

Электрический заряд обладает следующими свойствами:

1. Электрический заряд является видом материи.
2. Электрический заряд не зависит от движения частицы и от ее скорости.
3. Заряды могут передаваться (например, при непосредственном контакте) от одного тела к другому. В отличие от массы тела электрический заряд не является неотъемлемой характеристикой данного тела. Одно и то же тело в разных условиях может иметь разный заряд.
4. Существует два рода электрических зарядов, условно названных **положительными** и **отрицательными**.
5. Все заряды взаимодействуют друг с другом. При этом **одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются**. Силы взаимодействия зарядов являются центральными, то есть лежат на прямой, соединяющей центры зарядов.
6. Существует минимально возможный (по модулю) электрический заряд, называемый **элементарным зарядом**. Его значение:

$$e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$$

Электрический заряд любого тела всегда кратен элементарному заряду: $q = Ne$

где: N – целое число.

7. **Закон сохранения электрического заряда.** В изолированной системе алгебраическая сумма зарядов всех тел остается постоянной: $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_N = \text{const}$

Закон Кулона

Точечным зарядом называют заряженное тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь. На основании многочисленных опытов Кулон установил следующий закон: **силы взаимодействия неподвижных точечных зарядов прямо пропорциональны произведению модулей зарядов и обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними:**

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$$

где ϵ – диэлектрическая проницаемость среды – безразмерная физическая величина, показывающая, во сколько раз сила электростатического взаимодействия в данной среде будет меньше, чем в вакууме ($\epsilon = 1$) (то есть во сколько раз среда ослабляет взаимодействие). Здесь k – коэффициент в законе Кулона, величина, определяющая численное значение силы взаимодействия зарядов. В системе СИ его значение принимается равным:

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

Силы взаимодействия точечных неподвижных зарядов подчиняются третьему закону Ньютона, и являются силами отталкивания друг от друга при одинаковых знаках зарядов и силами притяжения друг к другу при разных знаках. Взаимодействие неподвижных электрических зарядов называют **электростатическим** или кулоновским взаимодействием. Раздел электродинамики, изучающий кулоновское взаимодействие, называют **электростатикой**.

Примеря решения задач

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

Дано: $q_1 = q_2 = q = 10 \text{ нКл}$ $r = 3 \text{ см}$	Си: 10^{-8} Кл $3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$	Решение: $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} =$ $= 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН.}$ Ответ: $F = 1 \text{ мН.}$
Найти: F		

2. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?

Дано: $q_1 = 1 \text{ мКл}$ $q_2 = 10 \text{ нКл}$ $F = 9 \text{ мН}$	Си: 10^{-6} Кл 10^{-8} Кл $9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$	Решение: $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}; \quad r = \sqrt{k \frac{ q_1 q_2 }{F}} =$ $= \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \frac{10^{-6} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}}} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см.}$ Ответ: $r = 10 \text{ см.}$
Найти: r		

Задачи для самостоятельной работы

I вариант

- С какой силой взаимодействуют два маленьких шарика, заряды которых 0,5 Кл и 2 Кл, если расстояние между их центрами 10 см?
- Известно, что на текстильных фабриках нити чесальных машин прилипают к гребням. Как объяснить это явление и как избежать этого?
- С какой силой взаимодействуют точечные заряды - 0,3 мКл и 7 нКл на расстоянии 20 см, если между зарядами помещены слюда, парафинированная бумага?
- Наблюдается ли явление электризации металлов при их обработке резцами на токарном и других станках?

II вариант

- С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?
- В кабине бензовоза имеется надпись "При наливке и сливе горючего в цистерну включите заземление". Почему необходимо выполнить это требование?
- Два заряда $q_1 = 140e$ и $q_2 = 20e$ находятся на расстоянии 4 см. Определите силу взаимодействия зарядов, если они помещены в парафин?
- Объяснить почему на производстве приводные ремни покрывают проводящей пастой, а станки заземляют?

Практическое занятие №10 Решение задач на расчёт напряженности полей.

Цель: - выявить знания по изученной теме, умения пользоваться основными формулами, алгоритмом решения задач;

- совершенствовать навыки выполнения математических операций, выработать творческую самостоятельность, аналитическое мышление при решении задач;

- научиться устанавливать причинно-следственные связи в изучаемых явлениях

По современным представлениям, электрические заряды не действуют друг на друга непосредственно. Каждое заряженное тело создает в окружающем пространстве **электрическое поле**. Это поле оказывает силовое действие на другие заряженные тела.

Главное свойство электрического поля – действие на электрические заряды с некоторой силой.

Таким образом, взаимодействие заряженных тел осуществляется не непосредственным их воздействием друг на друга, а через электрические поля, окружающие заряженные тела.

Электрическое поле, окружающее заряженное тело, можно исследовать с помощью так называемого пробного заряда – небольшого по величине точечного заряда, который не вносит заметного перераспределения исследуемых зарядов.

Для количественного определения электрического поля вводится силовая характеристика - **напряженность электрического поля E** .

Определение: *напряженностью электрического поля называют физическую величину, равную отношению силы, с которой поле действует на пробный заряд, помещенный в данную точку поля, к величине этого заряда:*

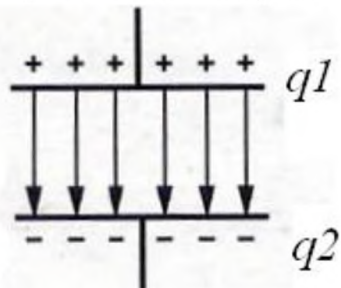
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Напряженность электрического поля – **векторная** физическая величина. Направление вектора напряженности совпадает в каждой точке пространства с направлением силы, действующей на положительный пробный заряд.

Электрическое поле неподвижных и не меняющихся со временем зарядов называется **электростатическим**.

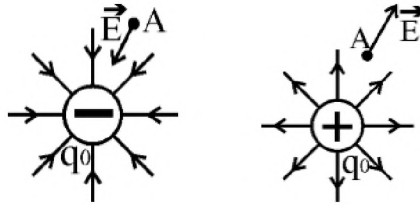
Электрическое поле называют однородным, если вектор напряженности одинаков во всех точках поля.

Например, однородное поле создаёт плоский конденсатор – две пластины, заряженные равным по величине и противоположным по знаку зарядом, разделённые слоем диэлектрика, причём расстояние между пластинами много меньше размеров пластин.



Во всех точках однородного поля на заряд q , внесённый в однородное поле с напряжённостью E , действует одинаковая по величине и направлению сила, равная $F = Eq$. Причём, если заряд q положительный, то направление силы совпадает с направлением вектора напряжённости, а если заряд отрицательный, то вектора силы и напряжённости противоположно направлены.

Силовые линии кулоновских полей положительных и отрицательных точечных зарядов изображены на рисунке:



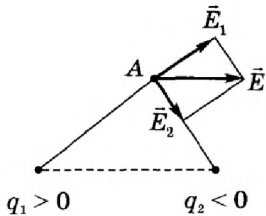
Принцип суперпозиции

Если с помощью пробного заряда исследуется электрическое поле, создаваемое несколькими заряженными телами, то результирующая сила оказывается равной геометрической сумме сил, действующих на пробный заряд со стороны каждого заряженного тела в отдельности. Следовательно, напряженность электрического поля, создаваемого системой зарядов в данной точке пространства, равна векторной сумме напряженностей электрических полей, создаваемых в той же точке зарядами в отдельности:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

Это свойство электрического поля означает, что поле подчиняется **принципу суперпозиции**.

Итак, если в задаче требуется определить напряженность поля системы зарядов, то надо действовать по следующему **алгоритму**:



1. Нарисовать рисунок (см.рис.)
2. Изобразить напряженность поля каждого заряда по отдельности в нужной точке. Помнить, что напряженность направлена к отрицательному заряду и от положительного заряда.
3. Вычислить каждую из напряженностей по соответствующей формуле.
4. Сложить вектора напряженностей геометрически (т.е. векторно)

. В некоторой точке поля на заряд 2нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряженность поля в этой точке.

Дано:

$$q=2 \text{ нКл}$$

$$F=0,4 \text{ мкН}$$

Найти: E

Си:

$$2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$$

Решение:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 200 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Ответ: E = 200В/м

Найти напряженность поля заряда 36 нКл в точках, удаленных от заряда на 9 и 18 см.

Дано:

$$q=36$$

$$\text{нКл}$$

$$r_1=9$$

$$\text{см}$$

$$r_2=18$$

$$\text{см}$$

Найти

$$E_1, E_2.$$

Решение:

$$E_1 = k \frac{|q|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,09 \text{ м})^2} = 4 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 40 \text{ кВ/м}$$

$$E_2 = k \frac{|q|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,18 \text{ м})^2} = 10^4 \text{ В/м} = 10 \text{ кВ/м}$$

Ответ: E₁ = 40 кВ/м, E₂ = 10 кВ/м.

Задачи для самостоятельной работы

I вариант

1. С какой силой взаимодействуют в керосине два заряда по 30 нКл каждый на расстоянии 4 см друг от друга?
2. Для чего к корпусу самоходного комбайна прикреплена цепь, часть которой тянется по земле?
3. Заряд в $1,3 \cdot 10^{-9}$ Кл в керосине на расстоянии 0,005 м притягивает к себе второй заряд с силой $2 \cdot 10^{-4}$ Н. Найдите величину второго заряда. Диэлектрическая проницаемость керосина равна
4. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов при увеличении каждого заряда в 3 раза, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

II вариант

1. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?
2. На фабриках в процессе изготовления ткань или бумага сильно пылится и загрязняется. Почему? Что предпринимают, чтобы избежать этого?
3. Два одинаковых шарика электроскопа, имеющие заряды по 4 мкКл каждый взаимодействуют с силой 1,6 Н. На каком расстоянии находятся центры этих шаров?
4. При электризации стеклянной палочки ее масса уменьшилась на $9,1 \cdot 10^{-24}$ кг. Определите значение и знак заряда стеклянной палочки.

Практическая работа №11. Решение задач по теме: «Закон Ома для участка цепи».

Цель: Закрепить изученный материал путем решения задач

- решать задачи на последовательное и параллельное соединение проводников;
- Углубить и расширить знания о данных видах соединения проводников;
- определять силу тока, напряжение, сопротивление при последовательном и параллельном соединении проводников;
- решать задачи на смешанное соединение проводников;

- Продолжить развитие навыков решения задач на данную тему;
- Продолжить развитие умений анализировать условия задач и ответов, умений делать выводы, обобщения;
- Продолжить развитие памяти, творческих способностей.

Задача

Рассчитать силу тока, проходящую по медному проводу длиной 100м, площадью поперечного сечения $0,5\text{мм}^2$, если к концам провода приложено напряжение 6,8В.

Дано:

$$l=100\text{м}$$

$$S=0,5\text{мм}^2$$

$$U=6,8\text{В}$$

$I=?$

Решение:

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

$$R = \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 100\text{м}}{0,5\text{мм}^2} = 3,4 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{6,8\text{В}}{3,4 \text{ Ом}} = 2\text{А}$$

Ответ: Сила тока равна 2А.

Вопросы: Что известно из условия задачи? Какую величину необходимо определить? По какому закону будем определять силу тока? Какие величины нам неизвестны для нахождения силы тока и

как их найти? ($R = \rho \frac{l}{S}$, $\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ – берется из таблицы). Теперь найдем R и полученное значение подставим в формулу для нахождения силы тока. (Перевод S в м^2 не нужно делать, т.к. в единицах измерения плотности тоже присутствуют тоже мм^2)

Задача

В электрическую цепь включены последовательно резистор сопротивлением 5 Ом и две электрические лампы сопротивлением 500 Ом. Определите общее сопротивление проводника.

Дано:

$$R_{AB}=5 \text{ Ом}$$

$$R_{BC}=500 \text{ Ом}$$

$$R_{CD}=500 \text{ Ом}$$

$R_{AD}=?$

Решение:

$$\begin{aligned} R_{AD} &= R_{AB} + R_{DC} + R_{CD} = \\ &= 5 \text{ Ом} + 500 \text{ Ом} + \\ &+ 500 \text{ Ом} = 1005 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Ответ: Общее сопротивление проводника равно 1005 Ом.

Вопросы: Какие элементы цепи нам даны? Как найти общее сопротивление?

Задача

Два резистора сопротивлением $r_1 = 5 \text{ Ом}$ и $r_2 = 30 \text{ Ом}$ включены, как показано на рисунке, к зажимам источника тока напряжением 6В. Найдите силу тока на всех участках цепи.

Дано:

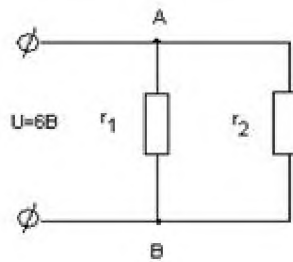
$$r_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 30 \text{ Ом}$$

$$U = 6 \text{ В}$$

$$I_0 = ?$$

Решение:



$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{r_1}, \quad I_2 = \frac{U_{AB}}{r_2}$$

$$I_1 = \frac{6 \text{ В}}{5 \text{ Ом}} \approx 1,2 \text{ А}, \quad I_2 = \frac{6 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$$

$$I_0 = 1,2 \text{ А} + 0,2 \text{ А} = 1,4 \text{ А}$$

Ответ: Сила тока на всех участках цепи равна 1,4 А.

Вопросы: Какой тип соединения рассматривается в задаче? Что известно из условия? Какие величины необходимо найти? Как найти I_0 ? Что для этого неизвестно? Как найти I_1 и I_2 ?

Второй способ решения данной задачи:

Дано:

$$r_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 30 \text{ Ом}$$

$$U = 6 \text{ В}$$

$$I_0 = ?$$

Решение:

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_{FAB}}$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \quad \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{30} = 0.23 \Rightarrow R_{AB} \approx 4.3 \text{ Ом}$$

$$I_1 = \frac{6B}{4.3 \text{ Ом}} \approx 1.4A$$

$$I_0 = I_1 + I_2, \quad I_0 = 1.2A + 0.2A = 1.4A$$

Ответ: Сила тока на всех участках цепи равна 1,4А.

Вопросы: Какой тип соединения рассматривается в задаче? Что известно из условия? Какие величины необходимо найти? По какой формуле будем находить общий ток в цепи? Какая величина нам неизвестна при нахождении силы тока и как ее найти?

Задача 5. (Решает ученик, можно вызвать два ученика по очереди). Определите полное сопротивление цепи и токи в каждом проводнике, если проводники соединены так, как показано на рисунке, а $r_1=1 \text{ Ом}$, $r_2=2 \text{ Ом}$, $r_3=3 \text{ Ом}$, $U_{AC} = 11\text{В}$. Условие задачи [Слайд 9](#).

Дано:

$$r_1=1 \text{ Ом}$$

$$r_2=2 \text{ Ом}$$

$$r_3=3 \text{ Ом}$$

$$U_{AB}=11\text{В}$$

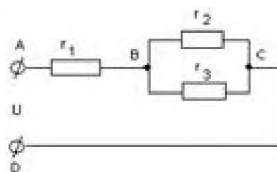
$$R_{AC}-?$$

$$I_1-?$$

$$I_2-?$$

$$I_3-?$$

Решение:



$$R_{AC} = R_{AB} + R_{BC}$$

$$R_{AB} = r_1, \quad \frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = 0.83 \Rightarrow R_{BC} = 1.2 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = 1 \text{ Ом} + 1.2 \text{ Ом} = 2.2 \text{ Ом}$$

$$I_1 = \frac{U_{AC}}{R_{AC}}, \quad I_1 = \frac{11}{2.2} = 5A \quad I_2 = \frac{U_{BC}}{r_2}, \quad I_3 = \frac{U_{BC}}{r_3}$$

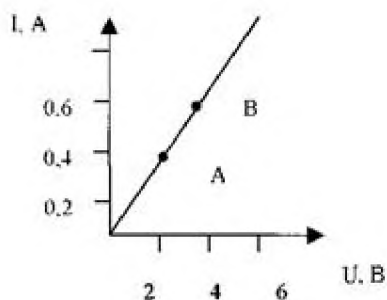
$$U_{BC} = I_1 R_{BC}, \quad U_{BC} = 5A \cdot 1.2 \text{ Ом} = 6B$$

$$I_2 = \frac{6B}{2 \text{ Ом}} = 3A, \quad I_3 = \frac{6B}{3 \text{ Ом}} = 2A$$

Ответ: $R_{AC}=2,2 \text{ Ом}$, $I_1=2A$, $I_2=3 \text{ A}$, $I_3=2A$.

Вопросы: Какие типы соединения изображены на рисунке? Что нужно определить? Как найти полное сопротивление и величины в него входящие? Как найти силу тока в цепи? Как определить I_1 и I_2 ? Как определить U_{BC} ?

Задача 6.



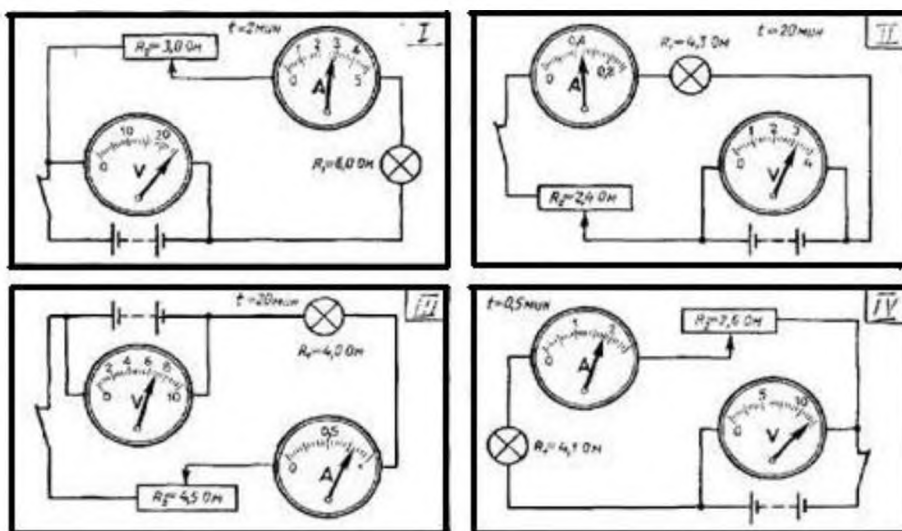
1. Какому значению силы тока и напряжения соответствует точка А?
2. Какому значению силы тока и напряжения соответствует точка В?
3. Найдите сопротивление в точке А и в точке В.
4. Найдите по графику силу тока в проводнике при напряжении 8 В и вычислите сопротивление в этом случае.
5. Какой вывод можно сделать по результатам задачи?

Ответ:

1. Сила тока = 0,4 А, напряжение – 4В.
2. Сила тока = 0,6 А, напряжение – 6В.
3. Сопротивление в т.А – 10 Ом, в т.В – 10 Ом.
4. Сила тока = 0,8А, сопротивление – 10 Ом.
5. При изменении силы тока и напряжения на одинаковую величину, сопротивление остается постоянным.

Самостоятельная работа

Задание 1.

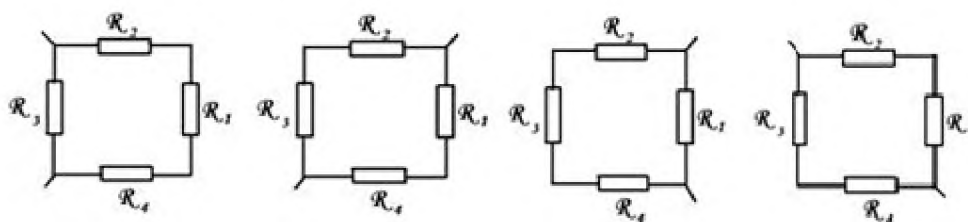


Вопросы к карточкам:

1. Перечислите все элементы цепи.
2. Какие виды соединения используются?
3. Рассчитайте напряжение на лампе.
4. Рассчитайте напряжение на реостате.
5. Рассчитайте силу тока на всем участке цепи.

Задание 2.

Определить общее сопротивление в цепи.



$R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 102 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$, $R_4 = 4 \text{ Ом}$.

Задание 3.

Определите силу тока I при заданных U и R .

Группа	$R, \text{ Ом}$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$
I	2	55	?
II	14,2	87,4	?
III	21	100	?
IV	0,16	0,28	?

Задание 4.

Моток проволоки имеет сопротивление R и длину l .

Вычислить площадь поперечного сечения S .

Группа	Материал	Параметры		
		Сопротивление	Длина проводника	Удельное сопротивление
		$R, \text{ Ом}$	$l, \text{ мм}^2$	$\rho, \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$
I	Медь	0,83	33,9	$1,7 \cdot 10^{-2}$
II	Алюминий	16,1	83,1	$2,8 \cdot 10^{-2}$
III	Серебро	0,39	0,234	$1,6 \cdot 10^{-2}$
IV	Сталь	23,2	3,06	$12 \cdot 10^{-2}$

Практическая работа №12. Решение задач по теме: «Электрические цепи»

Цель: научиться читать, чертить схемы электрических цепей, собирать по схемам электрические цепи.

Последовательное и параллельное соединение проводников.

Проводники в электрических цепях могут соединяться последовательно и параллельно.

При последовательном соединении проводников (рис. 1) сила тока во всех проводниках одинакова:

$$I_1 = I_2 = I.$$

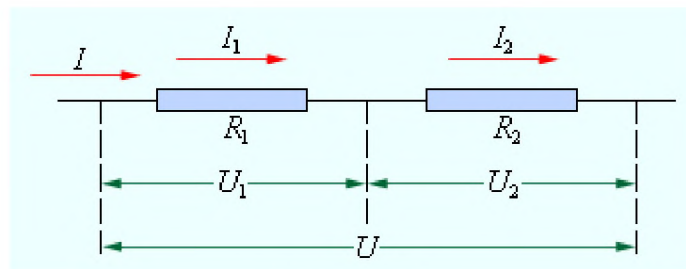


Рисунок 1

Последовательное соединение проводников

По закону Ома, напряжения U_1 и U_2 на проводниках равны

$$U_1 = IR_1, U_2 = IR_2.$$

Общее напряжение U на обоих проводниках равно сумме напряжений U_1 и U_2 :

$$U = U_1 + U_2 = I(R_1 + R_2) = IR,$$

где R - электрическое сопротивление всей цепи. Отсюда следует:

$$R = R_1 + R_2.$$

При последовательном соединении полное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных проводников.

Этот результат справедлив для любого числа последовательно соединенных проводников.

При параллельном соединении (рис. 2) напряжения U_1 и U_2 на обоих проводниках одинаковы:

$$U_1 = U_2 = U.$$

Сумма токов $I_1 + I_2$, протекающих по обоим проводникам, равна току в неразветвленной цепи:

$$I = I_1 + I_2.$$

Этот результат следует из того, что в точках разветвления токов (узлы A и B) в цепи постоянного тока не могут накапливаться заряды. Например, к узлу A за время Δt подтекает заряд $I\Delta t$, а утекает от узла за то же время заряд $I_1\Delta t + I_2\Delta t$.

Следовательно, $I = I_1 + I_2$.

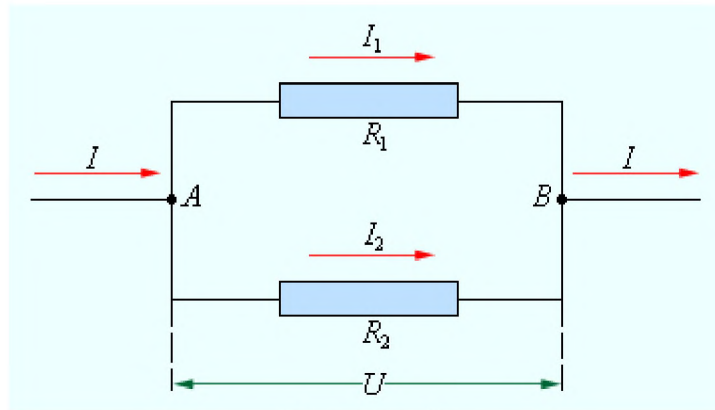


Рисунок 2.

Параллельное соединение проводников

Записывая на основании закона Ома

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad \text{и} \quad I = \frac{U}{R},$$

где R - электрическое сопротивление всей цепи, получим

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

При параллельном соединении проводников величина, обратная общему сопротивлению цепи, равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включенных проводников.

Этот результат справедлив для любого числа параллельно включенных проводников. Формулы для последовательного и параллельного соединения проводников позволяют во многих случаях рассчитывать сопротивление сложной цепи, состоящей из многих резисторов. На рис. 3 приведен пример такой сложной цепи и указана последовательность вычислений.

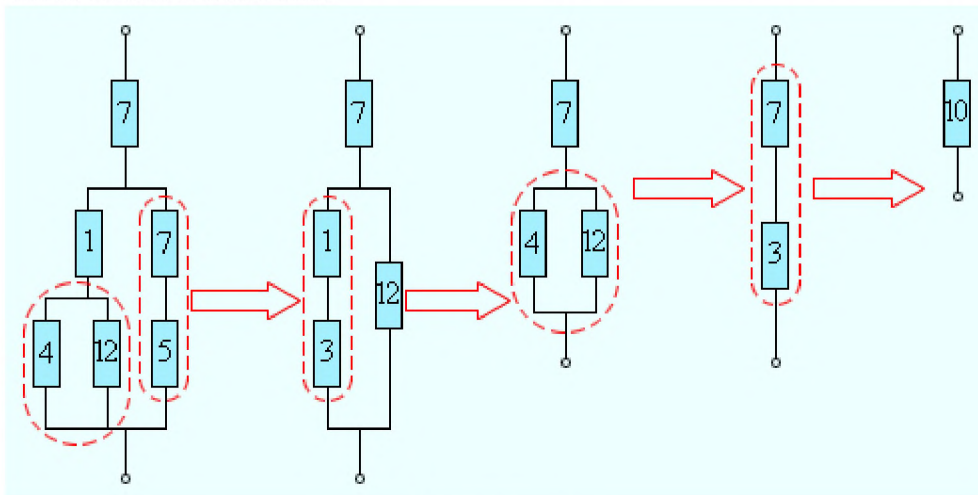


Рисунок 3.

Расчет сопротивления сложной цепи. Сопротивления всех проводников указаны в омах (Ом)

Следует отметить, что далеко не все сложные цепи, состоящие из проводников с различными сопротивлениями, могут быть рассчитаны с помощью формул для последовательного и параллельного соединения. На рис. 4 приведен пример электрической цепи, которую нельзя рассчитать указанным выше методом.

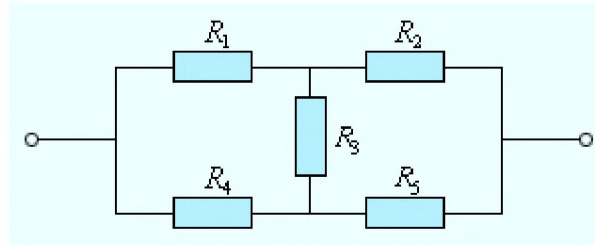
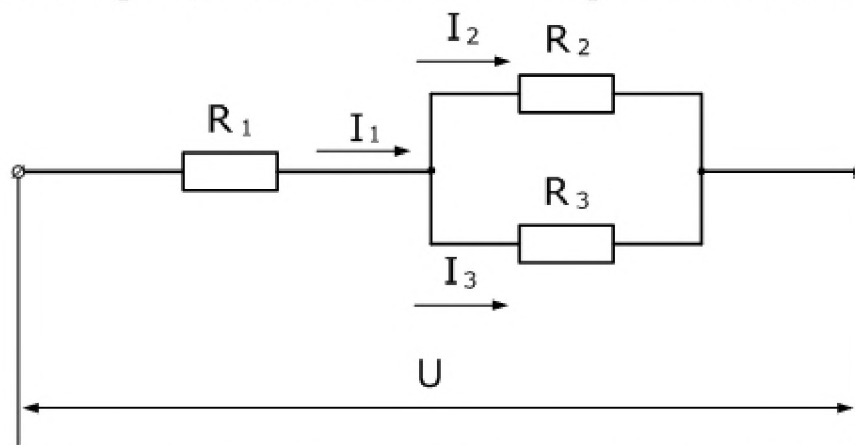


Рисунок 4.

Пример электрической цепи, которая не сводится к комбинации последовательно и параллельно соединенных проводников

Цепи, подобные изображенной на рис. 4, а также цепи с разветвлениями, содержащие несколько источников, рассчитываются с помощью правил Кирхгофа. (4)

Задача 1. В электрической цепи, изображенной на схеме $R_1=50$ Ом, $R_2=180$ Ом, $R_3=220$ Ом. Найти мощность, выделяемую на резисторе R_1 , ток через резистор R_2 , напряжение на резисторе R_3 , если известно, что напряжение на зажимах цепи 100 В.



Решение: Чтобы рассчитать мощность постоянного тока, выделяемую на резисторе R_1 , необходимо определить ток I_1 , который является общим для всей цепи. Зная напряжение на зажимах и эквивалентное сопротивление цепи, можно его найти.

Эквивалентное сопротивление и ток в цепи

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 50 + \frac{180 * 220}{180 + 220} = 149 \text{ Ом}$$

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{100}{149} \approx 0.67 \text{ А}$$

Отсюда мощность, выделяемая на R_1

$$P = I^2 R_1 = 0.67^2 * 50 \approx 22,5 \text{ В}$$

Ток I_2 определим с помощью формулы делителя тока, учитывая, что ток I_1 для этого делителя является общим

$$I_2 = \frac{I_1 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{0.67 * 220}{180 + 220} = 0,369 \text{ А}$$

Так как, напряжение при параллельном соединении резисторов одинаковое, найдем U_3 , как напряжение на резисторе R_2

$$U_3 = U_2 = I_2 R_2 = 0.37 * 180 = 66.4 \text{ В}$$

Таким образом производится расчет простых цепей постоянного тока. (5)

Задача 2. Имеется 8 сопротивлений по 10 Ом. Необходимо их все соединить так, чтобы общее сопротивление составило 20 Ом.

Задача 3. Определить общее сопротивление электрической цепи, напряжение и мощность каждого проводника на рис.1 при $R_1 = 10\text{Ом}$, $R_2 = 25\text{Ом}$, $R_3 = 15\text{Ом}$ и $R_4 = 14\text{Ом}$. Напряжение источника напряжения $U = 16\text{В}$. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Измерение работы и мощности в цепи постоянного тока.

При протекании тока по однородному участку цепи электрическое поле совершает работу. За время Δt по цепи протекает заряд $\Delta q = I \Delta t$. Электрическое поле на выделенном участке совершает работу

$$\Delta A = (\varphi_1 - \varphi_2) \Delta q = \Delta \varphi_{12} I \Delta t = U I \Delta t,$$

где $U = \Delta \varphi_{12}$ - напряжение. Эту работу называют *работой электрического тока*.

Если обе части формулы

$$RI = U,$$

выражающей закон Ома для однородного участка цепи с сопротивлением R , умножить на $I \Delta t$, то получится соотношение

$$R I^2 \Delta t = U I \Delta t = \Delta A.$$

Это соотношение выражает закон сохранения энергии для однородного участка цепи.

Работа ΔA электрического тока I , протекающего по неподвижному проводнику с сопротивлением R , преобразуется в тепло ΔQ , выделяющееся на проводнике.

$$\Delta Q = \Delta A = R I^2 \Delta t.$$

Закон преобразования работы тока в тепло был экспериментально установлен независимо друг от друга Дж. Джоулем и Э. Ленцем и носит название *закона Джоуля-Ленца*.

Мощность электрического тока равна отношению работы тока ΔA к интервалу времени Δt , за которое эта работа была совершена:

$$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Работа электрического тока в СИ выражается в *джоулях* (Дж), мощность - в *ваттах* (Вт).

Рассмотрим теперь полную цепь постоянного тока, состоящую из источника с электродвижущей силой \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и внешнего однородного участка с сопротивлением R . Закон Ома для полной цепи записывается в виде

$$(R + r) I = \mathcal{E}.$$

Умножив обе части этой формулы на $\Delta q = I \Delta t$, мы получим соотношение, выражающее закон сохранения энергии для полной цепи постоянного тока:

$$R I^2 \Delta t + r I^2 \Delta t = \mathcal{E} I \Delta t = \Delta A_{\text{ст.}}$$

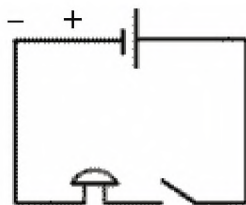
Первый член в левой части $\Delta Q = R I^2 \Delta t$ - тепло, выделяющееся на внешнем участке цепи за время Δt , второй член $\Delta Q_{\text{ист}} = r I^2 \Delta t$ - тепло, выделяющееся внутри источника за то же время.

Выражение $\mathcal{E} I \Delta t$ равно работе сторонних сил $\Delta A_{\text{ст.}}$, действующих внутри источника.

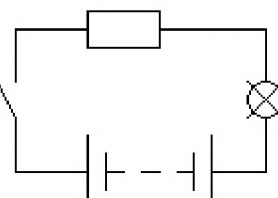
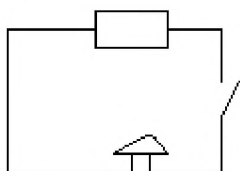
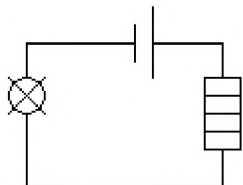
При протекании электрического тока по замкнутой цепи работа сторонних сил $\Delta A_{ст}$ преобразуется в тепло, выделяющееся во внешней цепи (ΔQ) и внутри источника ($\Delta Q_{ист}$).

$$\Delta Q + \Delta Q_{ист} = \Delta A_{ст} = \mathcal{E} I \Delta t$$

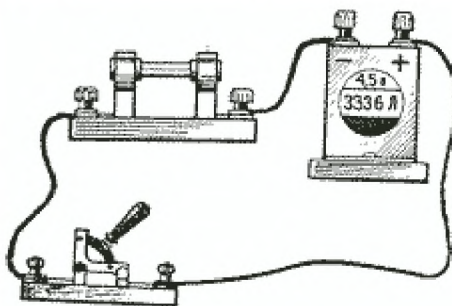
Задание 1. Укажите основные составные элементы, входящие в электрическую цепь.



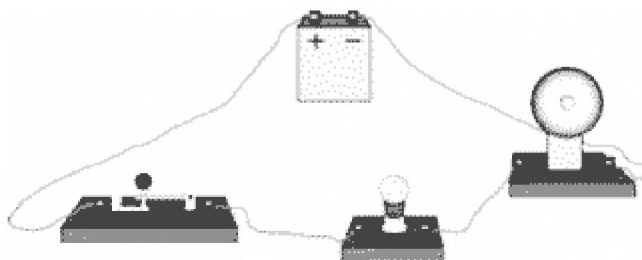
Задание 2. Перед вами схемы электрических цепей. Назовите, из каких приборов они состоят, и найдите “дефект” в каждой из схем.



Задание 3. На рисунке представлена простейшая электрическая цепь. Перечислите её составные части. Начертите схему этой электрической цепи.



Задание 4. Нарисуйте принципиальную схему электрической цепи, изображенной на рисунке.



Задание 5. Начертите схему электрической цепи, состоящей из источника тока, звонка, лампочки и двух ключей так, чтобы лампочку и звонок включались отдельно.

Задание 6. Нарисуйте схему соединения батареи элементов, двух лампочек и двух ключей, в которой каждая из лампочек включается и выключается независимо друг от друга.

Задание 7. Нарисуйте схему соединения аккумулятора, двух выключателей и одного звонка, при которой позвонить можно было бы из двух разных мест. Где на практике можно использовать такую схему?

Задание 8. Нарисуйте схему соединения батарейки, двух лампочек и трех ключей, в которой каждой из лампочек управляет свой ключ, а размыкание третьего ключа приводит к выключению обеих лампочек.

Задание 9. Нарисуйте схему соединения батарейки, лампочки, звонка и двух ключей. Лампочка включается всякий раз, когда звенит звонок, но может работать и при выключенном звонке.

Задание 10. Начертите схему установки, состоящей из аккумулятора и двух звонков, у каждого из них своя кнопка.

Задание 11. Начертите схему электрической цепи, содержащей источник тока, две электрические лампы, два ключа и один электрический звонок, так, чтобы звонок звонил, когда какая-нибудь лампа горит.

Практическая работа №13. Решение задач по теме: «ЭДС. Закон Ома для полной цепи».

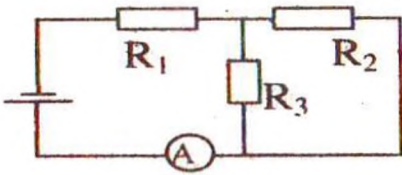
Цели: анализировать, знать, применять знания по теме; отработать навыки самостоятельной работы; способствовать развитию самостоятельности обучающихся; овладение моторикой мелких мышц рук; формировать трудолюбие обучающихся.

Электродвижущая сила.	
<p>Роль источника тока: разделить заряды за счет совершения работы сторонними силами. Любые силы, действующие на заряд, за исключением потенциальных сил электростатического происхождения (т. е. кулоновских) называются сторонними силами. (Сторонние силы объясняются электромагнитным взаимодействием между электронами и ядрами)</p>	 <p>The diagram shows a rectangular circuit with a current source at the top. Arrows indicate current flow. Forces $F_{эл}$ and $F_{ст}$ are shown acting on charges. Below, the equation $\vec{F} = q\vec{E}$ is written.</p>
<p>ЭДС — энергетическая характеристика источника. Это физическая величина, равная отношению работы, совершенной сторонними силами при перемещении электрического заряда по замкнутой цепи, к этому заряду: Измеряется в вольтах (В).</p>	$\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q}$
<p>Еще одна характеристика источника - внутреннее сопротивление источника тока: r.</p>	
Закон Ома для полной цепи.	
<p>Энергетические преобразования в цепи:</p> $\left. \begin{aligned} A &= I\mathcal{E}t \\ A_{внеш} &= I^2 R t \\ A_{внутр} &= I^2 r t \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = A_{внеш} + A_{внутр}$ <p style="text-align: right;">- закон сохранения энергии</p> <p>(A - работа сторонних сил; A_{внеш.} - работа тока на внешнем участке цепи сопротивлением R; A_{внутр.} - работа тока на внутреннем сопротивлении источника.)</p>	 <p>The diagram shows a simple circuit with a current source (represented by a battery symbol with \mathcal{E} and r) and a resistor R.</p>
$\Rightarrow \mathcal{E} = IR + Ir$	$\mathcal{E} = IR + Ir$
<p>Закон Ома: Сила тока в цепи постоянного тока прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению электрической цепи.</p>	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$

5. Закрепление изученного материала – решение задач (35 мин.).

Задача №1

В цепи, изображенной на схеме $R_1 = 2,9 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$, внутреннее сопротивление источника равно 1 Ом . Амперметр показывает ток 1 А . Определите ЭДС и напряжение на зажимах батареи.



Найдем общее сопротивление цепи. Резисторы R_2 и R_3 соединены параллельно, а к ним последовательно присоединен резистор R_1 .

$$R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}; R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$\varepsilon = I(R + r); \varepsilon = I \left(r + R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right); \varepsilon = 6 \text{ В}$$

$$U = IR; U = I \left(R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right); U = 5 \text{ В.}$$

Задача №2

Определить ЭДС батареи, если известно, что при увеличении сопротивления

нагрузки в $2,5$ раза напряжение на нагрузке возрастает от $3,5 \text{ В}$ до 8 В . Запишем закон Ома для полной цепи для каждого случая.

$$\varepsilon = U_1 + \frac{U_1}{R_1} r; \quad \varepsilon = U_2 + \frac{U_2}{R_2} r = U_2 + \frac{U_2}{2,5R_1} r$$

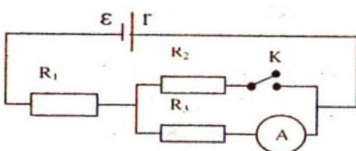
Приравниваем: $U_1 + \frac{U_1}{R_1} r = U_2 + \frac{U_2}{2,5R_1} r$

$$r \left(\frac{U_1}{R_1} - \frac{U_2}{2,5R_1} \right) = U_2 - U_1; \quad r \frac{2,5U_1 - U_2}{2,5R_1} = U_2 - U_1$$

$$r = \frac{2,5R_1(U_2 - U_1)}{2,5U_1 - U_2}$$

Отсюда $\varepsilon = U_1 + \frac{2,5R_1(U_2 - U_1)U_1}{2,5U_1 - U_2} = \frac{1,5U_1 U_2}{2,5U_1 - U_2}; \quad \varepsilon = 56 \text{ В.}$

Задача №3



При разомкнутом ключе амперметр показывает ток 1 А . Какой ток покажет амперметр при замкнутом ключе? ЭДС источника 10 В , внутреннее сопротивление источника 1 Ом , $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, R_3 неизвестно.

При разомкнутом ключе ток не идет через резистор R_2 .

При замкнутом ключе ток проходит через все резисторы. Т.к. сопротивления второго и третьего резисторов равны, то $R_{2,3} = R_2/2$.

$$\varepsilon = I_1(r + R_1 + R_3); \text{отсюда } R_3 = \frac{\varepsilon}{I_1} - r - R_1; R_3 = 4 \text{ Ом.}$$

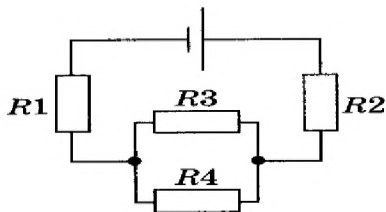
$$I_2 = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2/2}; I_2 = 1,25 \text{ А.}$$

Задача №4.

ЭДС источника тока 3 В, его внутреннее сопротивление 1 Ом, сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 1,75 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$. Какова сила тока в резисторе R_4 ?

$$R_{3,4} = \frac{R_3 R_4}{R_1 + R_2}; R = R_1 + R_2 + R_{3,4}$$

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



Так как соединение проводников последовательное, то $I = I_{3,4}$

При параллельном соединении $U_4 = U_{3,4} = I_{3,4} R_{3,4}; I_4 = \frac{U_4}{R_4}$

Выполнив вычисления, получаем: $I_4 = 0,125 \text{ А}$.

Цель: закрепить знания студентов по теме;
развитие вычислительных навыков и умений преобразования формул;
формирование умений логически мыслить, работать самостоятельно.

Краткая теория

Магнитными взаимодействиями называют взаимодействия между движущимися электрическими зарядами (или проводниками с током).

Взаимодействие параллельных проводников с токами: если по проводникам текут токи в одном направлении, эти проводники притягиваются, а если в противоположных - то отталкиваются.

Гипотеза Ампера: все магнитные взаимодействия обусловлены взаимодействием электрических токов.

Магнитное взаимодействие осуществляется посредством **магнитного поля**: движущиеся заряженные частицы (проводники, по которым текут токи) создают вокруг себя магнитное поле, которое действует на другие движущиеся заряженные частицы (проводники с токами).

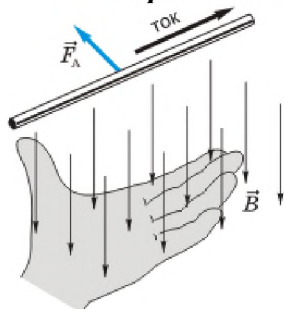
Основной характеристикой магнитного поля в данной точке является **магнитная индукция**.

За **направление магнитной индукции** принимают направление, на которое указывает северный полюс свободно вращающейся магнитной стрелки.

Модуль магнитной индукции равен отношению силы, действующей на проводник с током, расположенный перпендикулярно вектору магнитной индукции, к произведению силы тока в проводнике и длины проводника: $B = \frac{F}{Il}$.

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

Направление силы Ампера определяется по **правилу левой руки**:



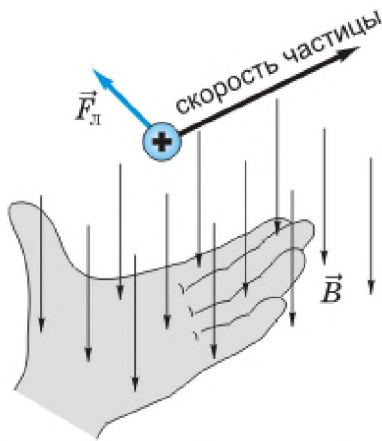
если раскрытую ладонь левой руки расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали направление тока в проводнике, то отогнутый в плоскости ладони большой палец покажет направление силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

Модуль силы Ампера $F_A = IlB \sin\alpha$, где I - сила тока в проводнике, l - длина проводника, B -

модуль магнитной индукции, α - угол между проводником и вектором магнитной индукции.

Силу, действующую на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле, называют **силой Лоренца**.

Направление силы Лоренца, действующей на положительно заряженную частицу, определяют с помощью **правила левой руки**:



если раскрытую ладонь левой руки расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали направление скорости **положительно** заряженной частицы, то отогнутый в плоскости ладони большой палец покажет направление силы, действующей на частицу.

Модуль силы Лоренца $F_L = qvB \sin \alpha$, где q - модуль заряда частицы, v - модуль ее скорости, B -

модуль магнитной индукции, α - угол между скоростью частицы и вектором магнитной индукции.

Линии магнитной индукции - это воображаемые линии, касательные к которым показывают направление вектора магнитной индукции в каждой точке. Густота линий магнитной индукции пропорциональна модулю магнитной индукции.

**Физические величины,
их обозначение и единицы измерения в СИ.**

Название величин	Буквенное обозначение	Единицы измерения в СИ	Формулы
Магнитная индукция	B	Тл (тесла)	$B = \frac{F}{Il}$
Сила тока	I	А (ампер)	
Длина	l	м	
Заряд частицы	q	Кл (кулон)	
Скорость	v	м/с	
Угол	α		
Сила Ампера	F_A	Н (ньютон)	$F_A = IlB \sin \alpha$
Сила Лоренца	F_L	Н (ньютон)	$F_L = qvB \sin \alpha$
Радиус окружности	r	м	$r = \frac{mv}{qB}$
Масса	m	кг	
Константы			

Элементарный заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Масса электрона	$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса протона	$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Практическая часть Примеры решения задач

1. С какой силой действует магнитное поле с индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

Дано $B = 10 \text{ мТл} = 0,01 \text{ Тл}$ $I = 50 \text{ А,}$ $L = 0,1 \text{ м,}$ $\alpha = 90^\circ$	Формула $F = IBL \sin \alpha$	Решение $F = 50 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot \sin 90^\circ =$ $= 50 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 1 = 0,05 \text{ Н}$ Ответ: $F = 0,05 \text{ Н.}$
Найти: F -?		

2. Какова индукция магнитного поля, в которой на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.

Дано $L = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м,}$ $I = 25 \text{ А,}$ $F = 50 \text{ мН} = 0,05 \text{ Н,}$	Формула $F = IBL \sin \alpha$ $B = F / I L \sin \alpha$	Решение $B = 0,05 \text{ Н} / 25 \text{ А} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,04 \text{ Тл}$ Ответ: $B = 0,04 \text{ Тл.}$
Найти: $B = ?$		

3. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

Дано: $v = 10 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ $B = 0,2 \text{ Тл}$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\alpha = 90^\circ$	Решение: $F_{\text{л}} = qvB \sin \alpha$ $F_{\text{л}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0,2 = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$ Ответ: $F_{\text{л}} = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$
Найти: $F_{\text{л}}$ -?	

Самостоятельная работа

1. Что наблюдается в опыте Эрстеда? Выберите правильное утверждение.

А. Проводник с током действует на электрические заряды.
 Б. Магнитная стрелка поворачивается вблизи проводника с током.
 В. Магнитная стрелка поворачивается вблизи заряженного проводника.

2. Выберите наиболее правильное продолжение фразы: «Магнитные поля создаются ...»
 А...неподвижными электрическими зарядами.

Б...как неподвижными, так и движущимися электрическими зарядами.

В... движущимися электрическими зарядами

3. Выберите наиболее правильное продолжение фразы: «Движущийся электрический заряд создает ...»

А. ...только магнитное поле.

Б. ...только электрическое поле.

В. ... как электрическое, так и магнитное поле.

4. Какое из приведенных ниже выражений характеризует силу действия магнитного поля на проводник с током? Выберите правильное утверждение.

А. $B\ell$

Б. $Bq\upsilon$

В. Eq

5. Как изменится сила Ампера, действующая на прямолинейный проводник с током в однородном магнитном поле, при увеличении силы тока в 2 раза? Выберите правильное утверждение.

А. Увеличится в 2 раза.

Б. Не изменится

В. Уменьшится в 2 раза.

6. Назовите прибор (устройство), в котором используется поворот рамки током в магнитном поле. Выберите правильное утверждение.

А. Громкоговоритель.

Б. Электромагнит

В. Амперметр.

7. Чем объясняется взаимодействие двух параллельных проводников с током? Выберите правильное утверждение.

А. Действием электрического поля одного проводника с током на ток в другом проводнике.

Б. Взаимодействием электрических зарядов.

В. Действием магнитного поля одного проводника с током на ток в другом проводнике.

8. Выберите наиболее правильное продолжение фразы: «Магнитные поля оказывает силовое действие ...»

А. ... только на покоящиеся электрические заряды.

Б. ...только на движущиеся электрические заряды.

В. ... как на движущиеся, так и на покоящиеся электрические заряды.

9. «Поворот магнитной стрелки вблизи проводника с током объясняется тем, что на нее действуют...»

Выберите правильное утверждение.

А.... электрическое поле, создаваемое зарядами проводника.

Б. ...магнитное поле, создаваемое движущимися в проводнике зарядами.

В. ...электрическое поле, созданное движущимися зарядами проводника.

10. Что наблюдалось в опыте Ампера? Выберите правильное утверждение.

А. Две магнитные стрелки взаимодействуют друг с другом.

Б. Магнитная стрелка поворачивается вблизи проводника с током.

В. Два проводника с током взаимодействуют друг с другом.

11. По какой из приведенных ниже выражений можно вычислить модуль индукции магнитного поля B по силе, действующей на проводник с током? Выберите правильное утверждение.

A. FI

B. $\frac{I}{FI}$

B. $\frac{F}{I}$

12. Как изменится сила Ампера, действующая на прямолинейный проводник с током в однородном магнитном поле, при уменьшении силы тока в 2 раза? Выберите правильное утверждение.

A. Увеличится в 2 раза.

B. Не изменится

B. Уменьшится в 2 раза.

13. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 3 см действует сила 25 мН? Сила тока в проводнике 20 А. Проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.

14. С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией 0,5Тл на прямолинейный проводник длиной 10 см с током 5 А, расположенный перпендикулярно вектору индукции магнитного поля?

15. На проводник с током 2А, расположенный перпендикулярно вектору магнитной индукции, действует сила 0,5 Н. Найдите длину проводника, если модуль индукции равен 0,4 Тл.

16. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 8 Мм/с в магнитном поле с индукцией 0,6 Тл перпендикулярно линиям индукции?

Практическая работа №15. Решение задач по теме: «Механические колебания и ВОЛНЫ».

Цель: Закрепить знания по теме «Колебания и волны», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

Теоретическая часть

Колебания, рассматриваемые в разделе «Механика», называются механическими, при которых рассматриваются изменения положений, скоростей, ускорений и энергий каких-либо тел или их частей.

Силу, под действием которой происходит колебательный процесс, называют возвращающей силой.

Виды колебаний: а) свободные, которые совершаются под действием одной возвращающей силы (первоначально сообщенной энергии); б) вынужденные колебания, происходящие под воздействием внешней периодической силы; в) автоколебания, происходящие при периодическом поступлении энергии от источника внутри колебательной системы.

Простейшим видом периодических колебаний являются гармонические колебания, происходящие по закону синуса или косинуса.

Отклонения от положения равновесия называют смещением, и обозначается X , а наибольшее смещение называется амплитудой колебания и обозначается A .

Периодические колебания совершаются циклично. Время одного полного колебания называется

периодом колебания (обозначается T). Если тело за время t совершает n полных колебаний то $T = \frac{t}{n}$, а

$\frac{1}{T} = \frac{n}{t} = \nu$ и называется частотой колебаний. Число колебаний за 2π единиц времени называется циклической (круговой) частотой и обозначается ω : $\omega = 2\pi\nu$.

Математическая запись гармонического колебания:

$$X = A \cos(\omega t + \varphi_0) = A \cos \varphi$$

$$X = A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \sin \varphi$$

где $\varphi = \omega t + \varphi_0$ – фаза колебания (физическая величина, определяющая положение колебательной системы в данный момент времени), φ_0 – начальная фаза колебания.

Простейшими колебательными системами являются:

а) математический маятник – материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити и совершающая колебания под действием силы тяжести.

Период колебания определяется уравнением:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Период T зависит лишь от длины маятника и местоположения (удалённости от центра Земли или другого небесного тела), которое определяется величиной ускорения свободного падения $\left(g = \gamma \frac{M}{r^2}\right)$;

б) пружинный маятник – материальная точка, закреплённая на абсолютно упругой пружине.

Период колебания определяется уравнением: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Волной называют процесс распространения колебаний в пространстве. Волны характеризуются длиной волны

$v = \frac{\lambda}{T}$ и скоростью распространения где v – скорость волны (м/с), λ – длина волны (м), T – период колебания (с).

Примеры решения задач

Пример 1. Какова масса груза, колеблющегося на пружине жесткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?

Дано:

$$k = 0,5 \text{ кН/м} = 500 \text{ Н/м},$$

$$x = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м},$$

$$v = 3 \text{ м/с}.$$

Найти: m

Решение.

$$\begin{aligned} \frac{mv^2}{2} &= \frac{kx^2}{2}; m = k \frac{x^2}{v^2} = k \left(\frac{x}{v} \right)^2 = ; \\ &= 500 \text{ Н/м} \cdot \left(\frac{0,06 \text{ м}}{3 \text{ м/с}} \right)^2 = 0,2 \text{ кг}. \end{aligned}$$

Ответ: $m = 0,2 \text{ кг}$.

Пример 2. При подвешивании груза массой 1 кг стальная пружина в положении равновесия удлинилась на 1 см. С каким периодом будет совершать колебания этот груз на пружине после смещения его по вертикали из положения равновесия?

Решение:

Под действием силы упругости пружины тело массой m совершает гармонические колебания с периодом, определяемым по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

где k - жесткость пружины.

Жесткость пружины можно найти по ее удлинению под действием силы тяжести груза массой m . По закону Гука

$$(F_y)_x = -kx$$

Для модуля силы упругости в положении равновесия выполняется равенство

$$F_y = kx_0 = mg,$$

следовательно,

$$k = \frac{mg}{x_0}$$

Подставляем полученное выражение в формулу для вычисления периода колебаний:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{mx_0}{mg}} = 2\pi \sqrt{\frac{x_0}{g}}; T \approx 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{10^{-2} \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} \approx 0,2 \text{ с}$$

Пример 3. Напишите уравнение гармонических колебаний, если амплитуда равна 7 см и за 2 мин совершается 240 колебаний. Начальная фаза колебаний равна $\pi/2$ рад.

Решение:

$$\begin{array}{l} x_M = 0,07 \text{ м} \\ \tau = 120 \text{ с} \\ n = 240 \\ \Phi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ рад} \\ x - ? \end{array} \left| \begin{array}{l} x = x_M \cos(\omega_0 t + \Phi_0) \\ \omega_0 = \frac{2\pi}{T} \\ T = \frac{\tau}{n} \\ x = x_M \cos\left(\frac{2\pi n}{\tau} t + \Phi_0\right) \end{array} \right. \begin{array}{l} x = 0,07 \cos\left(\frac{2\pi \cdot 240}{120} t + \frac{\pi}{2}\right), \\ x = 0,07 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right). \end{array}$$

Индивидуальные задания к практической работе № 11

Вариант №1

1. Найти массу груза, который на пружине жёсткостью 250Н/м делает 20 колебаний за 16 с.
2. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волны?
3. Маятник при свободных колебаниях отклонился в крайнее положение 15 раз в минуту. Какова частота колебаний?

Вариант №2

1. Пружинный маятник массой 0,16 кг совершает гармонические колебания. Какой должна стать масса этого маятника, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза?
2. Длина первого маятника 1 м, второго 2,25 м. За некоторое время первый маятник совершил 15 колебаний. Сколько колебаний за тот же промежуток времени совершил второй маятник?
3. Волна с периодом колебаний 0,5 с распространяется со скоростью 24м/с. Определите длину этой волны.

Вариант №3

1. Расстояние между ближайшими гребнями волн в море 4 м. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 3 м/с. С какой частотой волны ударяют о корпус лодки?
2. За одно и то же время первый математический маятник совершил 40 колебаний, а второй 60. Определите отношение длины первого маятника к длине второго.
3. К пружине жесткостью 200Н/м подвешен груз массой 0,4 кг. Определите частоту колебаний этого пружинного маятника.

Вариант №4

1. Длина звуковой волны частотой 440 Гц в некотором веществе равна 3,4 м. Чему равна скорость звука в этом веществе?
2. Груз массой 200г подвешен к пружине и совершает колебания. Как изменится частота колебаний, если к этой пружине вместо этого груза подвесить тело массой 0,8 кг?
3. Первый математический маятник совершает колебания с частотой 6 Гц. Длина нити второго маятника больше длины первого в 3, 24 раза. Чему равен период колебаний второго маятника?

Вариант №5

1. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны для самого высокого женского голоса достигает 25 см. Определите частоту колебаний этого голоса.
2. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0,2 \sin \pi \cdot t / 2$, где все величины заданы в единицах СИ. Определить амплитуду, период, частоту и циклическую частоту колебаний.
3. Груз массой 0,16 кг, подвешенный к пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы новый груз нужно подвесить вместо первого, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза?

Вариант №6

1. Груз, подвешенный на легкой пружине жесткостью 100 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. какой должна быть жесткость другой пружины, чтобы частота колебаний этого груза увеличилась в 4 раза?
2. На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал, имеющий скорость 1500 м/с вернулся назад через 0,4с?
3. Маятник длиной 1 м совершил 60 колебаний за 2 минуты. Найти ускорение свободного падения для данной местности.

Практическая работа №16. Решение задач по теме: «Колебания и волны».

Цель: научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Механические и электромагнитные волны».

Теоретическая часть.

$T = \frac{t}{N}$ - формула для определения периода колебаний.

$\nu = \frac{N}{t}$ - формула для определения частоты колебаний.

<i>Механические волны:</i>	<i>Электромагнитные волны</i>
<p>$\lambda = \nu \cdot T$ - формула для определения длины волны через период.</p> <p>$\lambda = \frac{\nu}{\nu}$ - формула для определения длины волны через частоту.</p> <p>$T = \frac{1}{\nu}, \nu = \frac{1}{T}$.</p> <p>$\lambda$ - длина волны [м]; ν - скорость [м/с]; ν - частота колебаний [Гц]; T - период колебаний [с].</p>	<p>$\lambda = c \cdot T$ - формула для определения длины волны через период.</p> <p>$\lambda = \frac{c}{\nu}$ - формула для определения длины волны через частоту.</p> <p>$T = 2\pi\sqrt{LC}$ - Формула Томсона (формула для вычисления периода колебаний).</p> <p>$R = \frac{c \cdot t}{2}$ - расстояние до цели (ее местонахождение).</p> <p>λ - длина волны, [м];</p> <p>$c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$ - скорость;</p> <p>ν - частота колебаний, [Гц]; T - период колебаний, [с]; C - емкость конденсатора, [Ф]; L - индуктивность катушки, [Гн]; R - расстояние, [м]; t - время, [с].</p>

Решить задачи:

1. Ответить на вопросы:
 - 1) Волна – это...
 - 2) Тембр звука – это...
 - 3) Громкость звука – это...
 - 4) Эхо – это...
 - 5) Когерентные источники – это...
 - 6) Перечислите виды электромагнитных излучений.
 - 7) Перечислите виды радиосвязи.
2. С какой скоростью распространяется волна, если длина волны 2 м, а период колебаний частиц в волне 0,2 с?
3. Лодка качается на волне с частотой 0,5 Гц. Какова скорость этой волны, если расстояние между соседними гребнями равно 3 м?
4. Человек, стоящий на берегу моря, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями волн равно 8 м. Кроме того, он подсчитал, что за 1 минуту мимо него прошло 24 волновых гребня. Определите скорость распространения волны.
5. Скорость распространения волны равна 400 м/с, а длина её — 2 м. Вычислите, какое количество полных колебаний будет совершено данной волной за время, равное 0,1 с?

6. Упругая волна переходит из одной среды, в которой ее скорость равна v , в среду, где ее скорость в 2 раза меньше. Как изменяется частота и длина волны?
7. Происходит ли перенос вещества и энергии при распространении бегущей волны в упругой среде?
8. Наблюдатель услышал раскат грома спустя 6 с после вспышки молнии. На каком расстоянии произошел грозовой разряд.
9. Определите скорость звука в воде, если источник звука, колеблющийся с периодом 2 мс, возбуждает в воде волны длиной 2,9 м.
10. При настройке приемника индуктивность катушки колебательного контура возросла в 4 раза, а емкость конденсатора увеличилась в 9 раз. Как изменилась длина волны принимаемых радиоволн?
11. Сила тока в открытом колебательном контуре изменяется в зависимости от времени по закону $i = 0,2 \sin 2 \cdot 10^5 \pi t$ (А). Чему равна длина излучаемой волны? Найдите период и частоту колебаний.
12. Радиолокационный импульс, отраженный от цели, возвратился через 0,8 мкс после излучения локатором. Чему равно расстояние от локатора до цели?
13. Ретранслятор телевизионной программы «Орбита» установлен на спутнике связи «Радуга», который движется по круговой орбите на высоте 36000 км над поверхностью Земли, занимая постоянное положение относительно Земли. Сколько времени распространяется сигнал от передающей станции до телевизоров системы «Орбита»?
14. Радиопередатчик работает на частоте 6 МГц. Рассчитайте индуктивность выходного контура передатчика, если его электроемкость 100 пФ.
15. Радиостанция ведет передачу на частоте 75 МГц. Найдите длину волны.
16. В радиоприемнике один из коротковолновых диапазонов может принимать передачи, длина волны которых 24-26 м. Найдите частотный диапазон.
17. Катушка приемного контура радиоприемника имеет индуктивность 1 мкГн. Какова емкость конденсатора, если идет прием станции, работающей на длине волны 1000 м?
18. На каком диапазоне длин волн работает приемник, если емкость конденсатора в его колебательном контуре можно плавно изменять от 200 до 1800 пФ, а индуктивность катушки постоянна и равна 60 мкГн?
19. Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с длиной волны 300 м за время, равное периоду звуковых колебаний с частотой 2 кГц?

Практическая работа №17. Решение задач по теме: «Волновая оптика».

Цель: научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Световые волны».

Теоретическая часть.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \text{const}; \quad n = \frac{c}{v}; \quad \lambda = \frac{v}{\nu}$$

$$\Delta d = 2k \cdot \frac{\lambda}{2} - \text{max (усиление света)}; \quad \Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} - \text{min (ослабление света)}.$$

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

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{ скорость света в}$$

вакууме.

n - показатель преломления, [-];

α - угол падения;

γ - угол отражения;

β - угол преломления;

λ - длина волны, [м];

v - скорость, [м/с];

ν - частота колебаний, [Гц].

Вещество	Показатель преломления относительно воздуха
Вода (при 20 °С)	1,33
Кедровое масло (при 20 °С)	1,52
Сероуглерод (при 20 °С)	1,63
Лед	1,31
Каменная соль	1,54
Кварц	1,54
Рубин	1,76
Алмаз	2,42
Различные сорта стекла	от 1,47 до 2,04

Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы
1	0,0175	0,0175	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
2	0,0349	0,0349	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
3	0,0523	0,0524	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
4	0,0698	0,0699	34	0,5592	0,6745	64	0,8988	2,050
5	0,0872	0,0875	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
6	0,1045	0,1051	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
7	0,1219	0,1228	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
8	0,1392	0,1405	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,475
9	0,1564	0,1584	39	0,6293	0,8098	69	0,9336	2,605
10	0,1736	0,1763	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
11	0,1908	0,1944	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
12	0,2079	0,2126	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
13	0,2250	0,2309	43	0,6820	0,9325	73	0,9563	3,271
14	0,2419	0,2493	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,487
15	0,2588	0,2679	45	0,7071	1,0000	75	0,9659	3,737
16	0,2756	0,2867	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
17	0,2924	0,3057	47	0,7314	1,72	77	0,9744	4,331
18	0,3090	0,3249	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
19	0,3256	0,3443	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
20	0,3420	0,3640	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
21	0,3584	0,3839	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
22	0,3746	0,4040	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
23	0,3907	0,4245	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,114
24	0,4067	0,4452	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
25	0,4226	0,4663	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
26	0,4384	0,4877	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
27	0,4540	0,5095	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
28	0,4695	0,5317	58	0,8480	1,600	88	0,9994	28,64
29	0,4848	0,5543	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,29
30	0,5000	0,5774	60	0,8660	1,732	90	1,0000	

Красный $(7,6-6,2)10^{-7}$ м
 Оранжевый $(6,2-5,9)10^{-7}$ м
 Желтый $(5,9-5,6)10^{-7}$ м

Зеленый $(5,6-5)10^{-7}$ м
 Голубой $(5-4,8)10^{-7}$ м
 Синий $(4,8-4,5)10^{-7}$ м
 Фиолетовый $(4,5-3,8)10^{-7}$ м

Решить задачи:

1. Ответить на вопросы:
 - 1) Астрономическим методом впервые измерил скорость света:
 - А) И. Физо; Б) О. Ремер; В) Г. Герц; Г) Х. Гюйгенс; Д) А.С. Попов.
 - 2) Какой ученый впервые измерил скорость света лабораторным методом?

- А) И. Физо; Б) О. Ремер; В) А. Майкельсон; Г) Х. Гюйгенс; Д) Т. Юнг.
- 3) Постоянная величина, входящая в закон преломления света, называется...
 - 4) Показатель преломления среды относительно вакуума называют...
 - 5) Волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз, называют...
 - 6) Зависимость показателя преломления вещества от частоты (длины) волны называется....
 - 7) Минимумы при интерференции от двух источников возникают при условии:
 - А) $\Delta d = k \cdot \lambda$; Б) $\Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; В) $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$; Г) $d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; Д) $\Delta d = k \cdot \lambda^2$
 - 8) Максимумы при интерференции от двух источников возникают при условии:
 - А) $\Delta d = k \cdot \lambda$; Б) $\Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; В) $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$; Г) $d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; Д) $\Delta d = k \cdot \lambda^2$
 - 9) Огибание волной малых препятствий называется....
 - 10) Сложение двух когерентных волн называется....
 - 11) Способность электромагнитной волны проходить через одноосный кристалл в определенном направлении называется.....
2. Показатель преломления воды для красного света 1,331, а для фиолетового 1,343. Найдите скорости распространения этих волн в воде.
 3. Длина волны красного света в воздухе 780 нм. Найдите частоту колебаний.
 4. Частота света $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Чему равна длина волны в воздухе, соответствующая этой частоте, и какова окраска света этой частоты?
 5. Два когерентных световых пучка достигают некоторой точки пространства с разностью хода 2 мкм. Что произойдет в этой точке: усиление или ослабление света, если свет 1) красного цвета ($\lambda = 760 \text{ нм}$); 2) желтого цвета ($\lambda = 600 \text{ нм}$); 3) фиолетового цвета ($\lambda = 400 \text{ нм}$).
 6. Сравнить скорость света во льду и каменной соли.
 7. Свет падает на поверхность рубина.
 - а) Каков угол преломления, если угол падения 30° ?
 - б) Каков угол падения, если угол преломления 15° ?
 8. Луч света переходит из воды в алмаз, угол падения равен 40° . Найдите угол преломления.
 9. Найдите показатель преломления алмаза, если предельный угол полного отражения для алмаза равен 25° .
 10. Луч света падает на поверхность льда под углом 30° . Под каким углом должен упасть луч на поверхность воды, чтобы угол преломления оказался таким же?
 11. Почему пальцы, опущенные в воду, кажутся короткими? Объясните?
 12. Построить изображение в собирающей линзе, если предмет находится между линзой и ее главным фокусом.
 13. Построить изображение в рассеивающей линзе, если предмет находится за двойным фокусом.
 14. Найдите период решетки, если дифракционное изображение первого порядка получено на расстоянии 2,43 см от центрального, а расстояние от решетки до экрана 1 м. Решетка была освещена светом с длиной волны 486 нм.
 15. Излучают ли обычные источники света когерентные волны?
 16. Каков характер световых волн?
 17. Как меняется частота фиолетового излучения при переходе луча из вакуума в воду?

Практическая работа №18. Решение задач по теме: «Строение атомного ядра. Энергия связи атомных ядер».

Цель: уметь определять продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа, энергетический выход ядерных реакций, применять правила смещения при альфа и бета-распадах.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач.
2. Рассмотреть примеры решения задач.
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

Теоретический материал

Ядро атома состоит из нуклонов:

протонов (p или ${}^1_1\text{H}$) и
нейтронов (${}^1_0\text{n}$)

Любой элемент таблицы Менделеева можно представить: ${}_Z^AX$

Z - это

порядковый номер элемента в таблице Менделеева;

число протонов в ядре (заряд ядра атома равен произведению элементарного электрического заряда e на его порядковый номер Z: $q = eZ$;

число электронов в атоме (атом в целом электрически нейтрален)

A - это

массовое число (в таблице Менделеева);

общее число нуклонов в ядре: $A = Z + N$, где N -- число нейтронов в ядре

Ядерные реакции - превращения одних атомных ядер в другие при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом.

Радиоактивность - способность атомных ядер некоторых элементов спонтанно распадаться, превращаясь в ядра другого элемента.

Закон сохранения зарядового числа (закон сохранения заряда): сумма нижних индексов частиц, вступивших в ядерную реакцию, равна сумме нижних индексов частиц, полученных в результате реакции.

Закон сохранения массового числа (закон сохранения массы): сумма верхних индексов частиц, вступивших в реакцию, равна сумме верхних индексов частиц, полученных в результате реакции.

Дефект массы ядра

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}$$

Энергия связи атомного ядра

$$\Delta E_{\text{св}} = \Delta mc^2$$

Энергия ядерной реакции

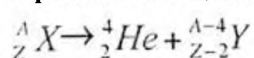
$$\Delta E = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ}$$

Альфа-частицы (α) - это ядра атома гелия: ${}^4_2\text{He}$.

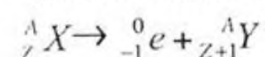
Бета-частицы (β) - это электроны, летящие со скоростью, близкой к скорости света: $v = 0,99c$; ${}^0_{-1}e$.

Гамма-кванты (γ) - жесткое электромагнитное излучение с длиной волны ($\lambda = 10^{-11} : 10^{-12} \text{ м}$)

Правило смещения при α -распаде



Правило смещения при β -распаде



Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \text{ или}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

$$\lambda = 2,71828$$

Период полураспада T- время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных атомов.

Примеры решения задач

Пример № 1

Вычислите энергию связи ядра атома дейтерия.

Решение

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{\frac{2}{1}H} = 2,01410 \text{ а.е.м.}$$

$$m_e = 0,00055 \text{ а.е.м.}$$

$$\Delta E - ?$$

Энергия связи ядра равна

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

где Δm - разность суммы масс свободных частиц, входящих в состав ядра, и массы ядра;

$$\Delta m = m_p + m_n - m_{\alpha} = m_p + m_n - \left(M_{\frac{2}{1}H} - m_e \right);$$

$$\Delta m = 1,00728 \text{ а.е.м.} + 1,00866 \text{ а.е.м.} - 2,01410 \text{ а.е.м.} + 0,00055 \text{ а.е.м.} = 0,00239 \text{ а.е.м.}$$

Но $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, поэтому

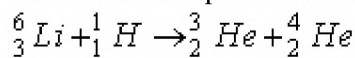
$$\Delta m = 0,00239 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 3,967 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$$

$$\text{а } \Delta E = 3,967 \cdot 10^{-30} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} = 3,57 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$\Delta E = \frac{3,57 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}}{1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{Дж}}{\text{эВ}}} = 2,23 \cdot 10^6 \text{ эВ} = 2,23 \text{ МэВ}$$

Пример № 2

Вычислите энергетический выход ядерной реакции



Решение:

Для вычисления энергетического выхода ядерной реакции необходимо найти разность масс частиц, вступающих в реакцию, и частиц - продуктов реакции

$$M_{\frac{6}{3}Li} = 6,01512 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{\frac{1}{1}H} = 1,00782 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{\frac{3}{2}He} = 3,01605 \text{ а.е.м.}$$

$$M_{\frac{4}{2}He} = 4,00260 \text{ а.е.м.}$$

$$\Delta E - ?$$

$$\Delta E = \Delta mc^2,$$

$$\Delta m = M_{\frac{6}{3}\text{Li}} + M_{\frac{1}{1}\text{H}} - M_{\frac{3}{2}\text{He}} - M_{\frac{4}{2}\text{He}};$$

$$\Delta m = 6,01512 \text{ а.е.м.} + 1,00782 \text{ а.е.м.} - 3,01605 \text{ а.е.м.} - 4,00260 \text{ а.е.м.} = 0,00429 \text{ а.е.м.}$$

Вычислим энергетический выход при изменении массы на 1 а.е.м.:

$$\Delta E = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \approx 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \approx 931 \text{ МэВ}$$

Выход ядерной реакции равен

$$\Delta E = 0,00429 \text{ а.е.м.} \cdot 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} = 4,0 \text{ МэВ}$$

Пример № 3.

В результате захвата альфа – частицы ядром изотопа азота ${}^7_{14}\text{N}$ образуется неизвестный элемент и протон. Написать ядерную реакцию и определить неизвестный элемент. Решение.

Запишем ядерную реакцию:



Поскольку суммы для массовых чисел и зарядов в правой и левой частях этого выражения должны быть равны, то

$$14 + 4 = 1 + A, \quad 7 + 2 = 1 + Z,$$

откуда

$$A = 17, \quad Z = 8.$$

Следовательно, полученный элемент можно символически записать в виде ${}^{17}_8\text{X}$. Из таблицы Менделеева найдем, что это изотоп кислорода ${}^{17}_8\text{O}$.

Индивидуальные задания к практической работе № 13

Вариант 1

1. Какие частицы использовались в следующих ядерных реакциях?



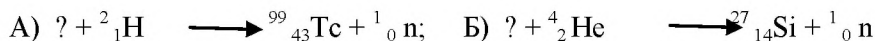
2. Произведите энергетический расчет ядерной реакции и выясните, выделяется или поглощается энергия в этой реакции:



3. Ядро висмута ${}^{211}_{83}\text{Bi}$ получилось из другого ядра после α -распада и β -распада. Что это за ядро?

Вариант 2

1. С какими атомными ядрами осуществлены следующие ядерные реакции:

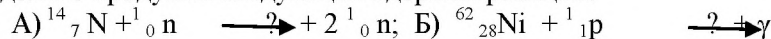


2. Какова энергия связи ядра атома углерода ${}^{13}_6\text{C}$?

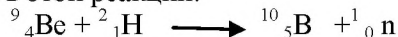
3. Во что превращается ядро атома урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ после α -распада и двух β -распадов?

Вариант 3

1. Определите продукты следующих ядерных реакций:



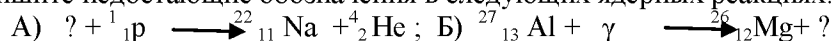
2. Произведите энергетический расчет ядерной реакции и выясните, выделяется или поглощается энергия в этой реакции:



3. Во что превращается ядро изотопа тория $^{234}_{90}\text{Th}$ после трех α -распадов?

Вариант 4

1. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:

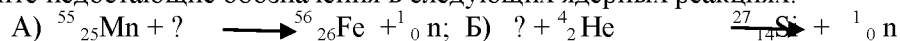


2. Какова энергия связи ядра атома кремния $^{30}_{14}\text{Si}$?

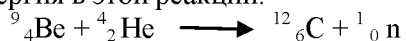
3. Ядро изотопа тория $^{232}_{90}\text{Th}$ претерпевает α -распад, два β -распада и еще один α -распад. Какие ядра после этого получаются?

Вариант 5

1. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



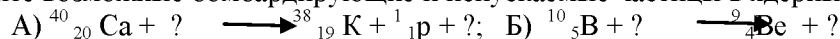
2. Произведите энергетический расчет ядерной реакции и выясните, выделяется или поглощается энергия в этой реакции:



3. В какое вещество превращается атом таллия $^{210}_{81}\text{Tl}$ после трех β -распадов и одного α -распада?

Вариант 6

1. Определите возможные бомбардирующие и испускаемые частицы в ядерных реакциях:



2. Какова энергия связи ядра атома кислорода $^{16}_8\text{O}$?

3. В результате какого радиоактивного распада натрий $^{22}_{11}\text{Na}$ превращается в магний $^{22}_{12}\text{Mg}$?

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

Рассмотрено
на заседании ЦМК преподавателей
общеобразовательного цикла
Севедь Тютюнникова Г. В.
Протокол № 1 » 31.08. 2020
года

Согласовано
заместитель директора по УР
Кошман А.В.
« 31 » 08 2020года

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для выполнения
внеаудиторной самостоятельной работы
по дисциплине **Физика**

по профессии: 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и
автоматике

Автор: Синченко Е.В.

г.Валуйки

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации к самостоятельным работам составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта

для профессии: 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике В соответствии с учебным планом на самостоятельную (внеаудиторную) работу студентов по дисциплине Физика отводится 66 часов.

В результате изучения учебной дисциплины «Физика» обучающийся должен:

знать/понимать:

- **смысл понятий:** физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная;
- **смысл физических величин:** скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;
- **смысл физических законов** классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- **вклад российских и зарубежных ученых**, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

уметь:

- **описывать и объяснять физические явления и свойства тел:** движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- **отличать** гипотезы от научных теорий;
- **делать выводы** на основе экспериментальных данных;
- **приводить примеры, показывающие, что:** наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- **приводить примеры практического использования физических знаний:** законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и

телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;

- **воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать** информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.
- **применять полученные знания для решения физических задач;**
- **определять** характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- **измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;**

использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

- для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;
- оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;
- рационального природопользования и защиты окружающей среды.

Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

Задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине Физика

№ п / п	Тема	Кол-во часов	Самостоятельная работа студентов	Вид самостоятельной работы студента. Вид контроля	Примечание
1.	Введение	1	- Составление таблицы обозначений физических величин и их измерений; -создание презентаций или написание рефератов на темы: 1. Объективность физических явлений и законов, 2. Материя, формы её движения и существования, 3. Соединение теории с экспериментом – необходимые условия построения современной физики.	Работа с учебником, конспектирование. Написание реферата. Подготовка сообщений и презентаций. Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	Защита рефератов, презентаций Выступление с информацией по изученному материалу перед студентами группы
2.	Механика	12	- создание презентаций: 1. жизнь и творчество И. Ньютона, 2. применение законов сохранения в природе и технике, 3. исследование космоса, 4. движение ИСЗ, 5. учёт и использование резонанса, 6. ультразвук и его применение; 7. Физические основы эха и реверберация звука, 8. Акустика театральных залов, 9. резонаторы в струнных	- РГЗ: расчёт характеристик равномерного прямолинейного и равноускоренного прямолинейного движений по графикам зависимости $S=S(t)$, $V=V(t)$, - РГЗ: расчёт тормозного пути автомобиля,	Защита рефератов, презентаций Выступление с информацией по изученному материалу перед студентами группы

			инструментах.	- РГЗ: расчёт космических скоростей,	
3.	Молекулярная физика и термодинамика. Термодинамика.	19	<p>- Составление таблиц: агрегатные состояния вещества, газовые законы, применение 1-го закона термодинамики к изопротессам.</p> <p>- создание презентаций или написание рефератов на темы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. закон сохранения энергии. Роль М.В. Ломоносова в его открытии, 2. Паровые машины и двигатели. История их изобретения и применения. 3. Паровые турбины и реактивные двигатели. 4. Двигатели внутреннего сгорания и борьба за чистоту атмосферы, 5. Невозможность создания вечного двигателя, 6. Д.И. Менделеев и его вклад в открытие газовых законов и изучение критического состояния вещества, 7. Термоэмиссионные преобразователи энергии. 8. Нобелевский лауреат академик П.И. Капица и его вклад в физику низких температур, 9. Великий физик – теоретик – Л.Д. Ландау, 10. Перегретый пар, перегретая жидкость и их практическое 	<p>- РГЗ: давление воздуха и пара,</p> <p>- РГЗ: Давление в жидкости,</p> <p>- РГЗ: мензурки,</p> <p>- РГЗ: измерение давления газа манометрами,</p> <p>- РГЗ: графики изотермы и адиабаты газа,</p> <p>- РГЗ: графики изменения состояния идеального газа в координатах V, T или p, T,</p> <p>- РГЗ: изменение внутренней энергии теплопередачей,</p> <p>- РГЗ: Гидравлический пресс.</p>	<p>Защита рефератов, презентаций</p> <p>Выступление с информацией по изученному материалу перед студентами группы</p>

			<p>применение, 11. Кондиционеры. 12. Использование жидкости в гидравлических приборах и устройствах, 13. Явление капиллярности и влажности воздуха и их практический учёт в будущей профессии (специальности), 14. механическая обработка металлов и создание произведений культуры и искусства, 15. Литейное производство и искусство.</p>		
4.	Электродинамика.	10	<p>электромагнитных излучений, - создание презентаций или написание рефератов на темы: 1. Электрон и его открытие, 2. История открытия электрического освещения, 3. Использование теплового действия тока, 4. Применение электрической энергии в металлургии, 5. Гальванические элементы и гальванотехника, 6. Академик А.Ф. Иоффе – один из основателей физической школы и физики полупроводников, 7. Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики,</p>	<p>- РГЗ: взаимодействие электрических зарядов, - РГЗ: конденсаторы, - РГЗ: Постоянный ток, - РГЗ: параллельное соединение проводников, - РГЗ: тепловое и химическое действие тока, - РГЗ: электронно – лучевая трубка - РГЗ: Работа и мощность переменного тока, - РГЗ: волновое движение, - РГЗ: Графики анодно – сеточных характеристик триодов, - РГЗ: спектроскоп,</p>	<p>Защита рефератов, презентаций Выступление с информацией по изученному материалу перед студентами группы</p>

				- составление таблицы: виды	
5.	Колебания и волны.	10	<p>- РГЗ: волновое движение, - РГЗ: Графики анодно – сеточных характеристик триодов, 1. Ферромагнетизм и его практическое применение, 2. История развития телефонной и телеграфной связи, 3. Академик Б.С. Якоби и его электродвигатель, 4. Вихревые токи, 5. Единая энергетическая система и вопросы экономии электроэнергии, 6. Магнитофоны, видеоманитофоны, DVD – обязательные принадлежности современной культуры, 7. Электромусыка. Её достоинства и недостатки, 8. Космическая связь</p>	Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	Выступление с информацией по изученному материалу перед студентами группы
6.	Оптика.	8	<p>- РГЗ: спектроскоп, 1. Физические основы телевидения. 2. оптические явления в атмосфере, 3. Линзы, зеркала, обман зрения, 4. Волоконная оптика, 5. Освещённость и здоровье человека, 6. От электрической дуги В.В. Петрова до современных источников света.</p>	Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	Выступление с информацией по изученному материалу перед студентами группы
7.	Строение атома и квантовая физика.	4	<p>- РГЗ: треки в камере Вильсона. презентации: 1. Меченые атомы,</p>	Подготовка сообщений и презентаций. Контроль работы над	Защита презентаций Выступление с

			<ul style="list-style-type: none"> 2. Космические лучи 3. Научный и гражданский подвиг академика И.В.Курчатова, 4. Ядерная энергетика и земная цивилизация, Чернобыль. 	учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	информацией по изученному материалу перед студентами группы
8.	Эволюция Вселенной.	2	<p>- презентации:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Влияние солнечной активности на растительный и животный мир, 2. модель горячей и расширяющейся Вселенной, 3. чёрные дыры во Вселенной, 4. квазары – объекты Вселенной, 5. пульсары – быстровращающиеся нейтронные звёзды 6. внутренне строение Земли и планет 	Работа с учебником, Подготовка сообщений и презентаций. Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	Защита презентаций Выступление с информацией по изученному материалу перед студентами группы

Литература.

Основные источники:

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений. – М: Просвещение, 2016
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б.. Физика. Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений. – М: Просвещение, 2016

Дополнительные источники:

1. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Сборник задач и вопросы по физике: учеб.пособие. – М., 2014.
2. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Физика (для нетехнических специальностей): учебник. – М., 2014.
3. Громов С.В. Физика: Механика. Теория относительности. Электродинамика: Учебник для 10 кл. общеобразовательных учреждений. – М., 2013.
4. Громов С.В. Физика: Оптика. Тепловые явления. Строение и свойства вещества: Учебник для 11 кл. общеобразовательных учреждений. – М., 2013.
Громов С.В. Шаронова Н.В. Физика, 10—11: Книга для учителя. – М., 2014.

Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Экспериментальные задания по физике. 9—11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., 2011.

Касьянов В.А. Методические рекомендации по использованию учебников В.А.Касьянова «Физика. 10 кл.», «Физика. 11 кл.» при изучении физики на базовом и профильном уровне. – М., 2011.

Касьянов В.А. Физика. 10, 11 кл. Тематическое и поурочное планирование. – М., 2012.

Лабковский В.Б. 220 задач по физике с решениями: книга для учащихся 10—11 кл. общеобразовательных учреждений. – М., 2014.

Федеральный компонент государственного стандарта общего образования / Министерство образования РФ. – М., 2014.