



ГБПОУ «Пермский политехнический колледж имени
Н.Г. Славянова»

Методические указания
для обучающихся по выполнению практических работ
по учебной дисциплине

ОУД.10 «Физика»
профессии

**13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию
электрооборудования (по отраслям)**

Рассмотрено и одобрено на заседании
Предметной цикловой комиссии
Дисциплин естественно-научного цикла
Протокол № 8 от 17 марта 2021 г.

 Председатель ПЦК
Меньшикова Е.В.

Автор:

преподаватель
ГБПОУ «ППК им.Н.Г. Славянова»
Онанко Галина Ивановна

Пермь – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка	4
2	Содержание практических занятий	5
	Практическая работа № 1 Решение задач по теме «Координаты движения. Проекция перемещения. Сложение скоростей»	5
	Практическая работа № 2 Решение задач по теме «Равномерное и неравномерное прямолинейное движение»	8
	Практическая работа № 3 Решение задач по теме «Равнопеременное прямолинейное движение»	11
	Практическая работа № 4 Решение задач по теме «Свободное падение. Движение тела, брошенного вертикально вверх. Движение тела, брошенного под углом к горизонту»	14
	Практическая работа № 5 Решение задач по теме «Равномерное движение по окружности»	19
	Практическая работа № 6 Решение задач по теме «Законы Ньютона»	23
	Практическая работа № 7 Решение задач по теме «Закон всемирного тяготения. Силы в механике»	26
	Практическая работа № 8 Решение задач по теме «Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Работа силы»	30
	Практическая работа № 9 Решение задач по теме «Мощность. Энергия. Закон сохранения механической энергии. Применение законов сохранения»	34
	Практическая работа № 10 Решение задач по теме «Размеры и масса молекул и атомов. Скорости движения молекул. Параметры состояния идеального газа. Основное уравнение МКТ»	37
	Практическая работа № 11 Решение задач по теме «Основы термодинамики»	40
	Практическая работа № 12 Решение задач по теме «Свойства паров. Влажность воздуха»	43
	Практическая работа № 13 Решение задач по теме «Электрические заряды. Закон Кулона»	47
	Практическая работа № 14 Решение задач «Электрическое поле. Потенциал. Напряжение»	49
	Практическая работа № 15 Расчет характеристик конденсатора	51
	Практическая работа № 16 Решение задач по теме «Законы постоянного тока»	53
	Практическая работа № 17 Решение задач по теме «Электрический ток в проводниках, электролитах, вакууме, газах»	58
	Практическая работа № 18 Решение задач по теме «Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы»	62
	Практическая работа № 19 Решение задач по теме «Магнитное поле. Сила Ампера. Сила Лоренца»	64
	Практическая работа № 20 Решение задач по теме «Электромагнитная индукция»	68
	Практическая работа № 21 Решение задач по теме «Механические колебания»	71
	Практическая работа №22 Решение задач по теме «Упругие волны»	74
	Практическая работа №23 Решение задач по теме «Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Переменный ток»	76

	Практическая работа №24 Решение задач по теме «Получение, передача и распределение электроэнергии»	79
	Практическая работа №25 Решение задач по теме «Зеркала. Линзы»	82
	Практическая работа №26 Решение задач по теме «Элементы теории относительности»	85
	Практическая работа №27 Решение задач по теме «Квантовая оптика»	87
	Практическая работа №28 Решение задач по теме ««Физика атома»	89
	Практическая работа №29 Решение задач по теме «Физика атомного ядра»	92
3	Критерии оценки за практические работы	97
4	Список источников и литературы	99

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических занятий обучающимися дисциплине ОУД.10 «Физика» предназначены для обучающихся по специальности *13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)*.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОУД.10 «Физика».

Настоящие методические указания содержат занятия, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по специальности *13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)*, направлены на формирование следующих компетенций:

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.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей)

Описание каждой практической работы содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, порядок выполнения работы, контрольные вопросы (при необходимости).

На выполнение практических занятий по дисциплине ОУД.10 «Физика», отводится *52 часа*.

Содержание практических занятий

Практическая работа №1 Решение задач по теме «Координаты движения. Проекция перемещения. Сложение скоростей»

Раздел 1: Механика

Тема 1.1: Кинематика

Количество часов: 2

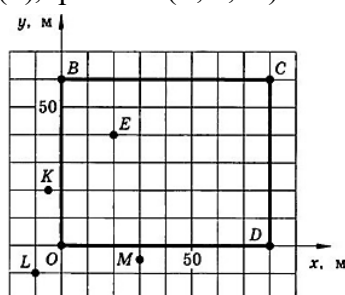
Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

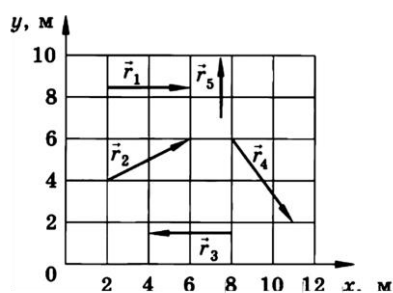
Задача № 1

На рисунке изображен план футбольного поля на пришкольном участке. Найти координаты угловых флажков (O, B, C, D), мяча (E), зрителей (K, L, M).



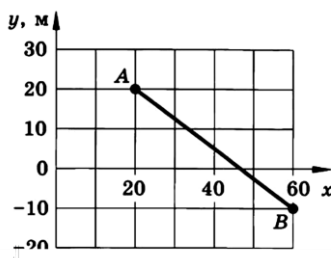
Задача № 2

На рисунке показаны перемещения пяти материальных точек. Найти проекции векторов перемещения на оси координат.



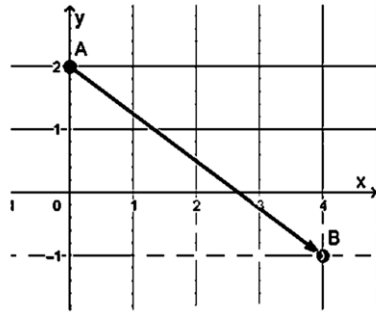
Задача № 3

На рисунке показана траектория движения материальной точки из A в B. Найти координаты точки в начале и конце движения, проекции перемещения на оси координат, модуль перемещения.



Задача № 4

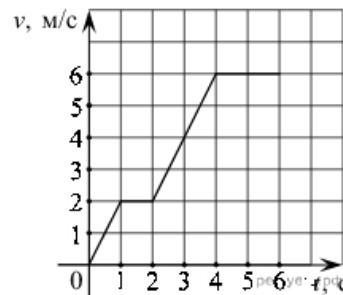
Тело переместилось из точки с координатами $x_1 = 0$ м, $y_1 = 2$ м в точку с координатами $x_2 = 4$ м, $y_2 = -1$ м. Сделать чертеж, найти перемещение и его проекции на оси координат.



- 1) $A(0; 2); B(4; -1)$ – координаты начала и конца;
- 2) Проекции перемещения на оси координат:
 $S_x = 4 - 0 = 4$ м; $S_y = -1 - 2 = -3$ м;
- 3) Модуль перемещения – это длина вектора перемещения:
 $S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{4^2 \text{ км}^2 + (-3)^2 \text{ км}^2} = 5$ м.

Задача № 5

По графику зависимости модуля скорости тела от времени, представленного на рисунке, определите путь, пройденный телом от момента времени 0 с до момента времени 2 с. (Ответ дайте в метрах.)



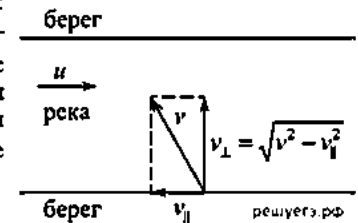
Задача №6

Катер плывёт по прямой реке, двигаясь относительно берега перпендикулярно береговой линии. Модуль скорости катера относительно берега равен 6 км/ч. Река течёт со скоростью 4,5 км/ч. Чему равен модуль скорости катера относительно воды? Ответ выразите в км/ч.

Решение.

Вектор скорости катера относительно воды разложим на две компоненты: $\vec{v} = \vec{v}_{\parallel} + \vec{v}_{\perp}$, где вектор \vec{v}_{\parallel} направлен параллельно берегу, а вектор \vec{v}_{\perp} – перпендикулярно берегу. Для того чтобы катер в системе отсчёта, связанной с берегом, двигался перпендикулярно к нему, необходимо, чтобы компонента скорости катера относительно воды вдоль реки v_{\parallel} в точности компенсировала скорость течения u . Тогда модуль скорости катера относительно воды будет равен (по теореме Пифагора)

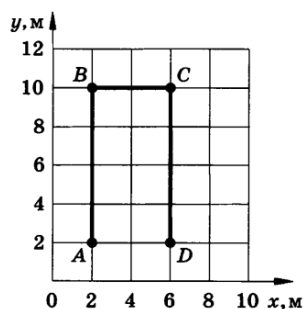
$$v = \sqrt{v_{\perp}^2 + u^2} = 7,5 \text{ км/ч.}$$



Ответ: 7,5 км/ч.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1



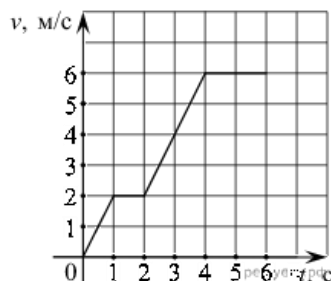
На рисунке показана траектория ABCD движения материальной точки из A в D. Найти координаты точки в начале и конце движения, пройденный путь, перемещение, проекции перемещения на оси координат.

Задача №2

Тело переместилось из точки с координатами $x_1 = -2$ м, $y_1 = 3$ м в точку с координатами $x_2 = 2$ м, $y_2 = 6$ м. Сделайте чертеж, определите модуль перемещения тела, проекции вектора перемещения на оси координат. По заданной траектории движения тела постройте вектор его перемещения.

Задача №3

На рисунке представлен график зависимости модуля скорости автомобиля от времени. Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 5 с после начала отсчета времени. (Ответ дайте в метрах.)

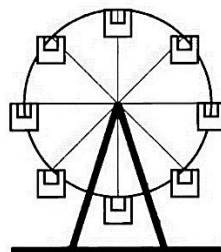
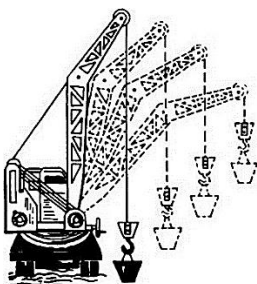


Задача №4

Катер плывёт по прямой реке, двигаясь относительно берега перпендикулярно береговой линии. Модуль скорости катера относительно берега равен 4,8 км/ч. Река течёт со скоростью 3,6 км/ч. Чему равен модуль скорости катера относительно воды? Ответ выразите в км/ч.

Контрольные вопросы

- 1 Рисунок воспроизводит несколько положений работающего подъемного крана. Можно ли считать поступательным движение стрелы? груза?
- 2 Какие элементы аттракциона «Колесо обозрения» движутся поступательно?



- 3 Указать, в каких из приведенных ниже случаях изучаемое тело можно принять за материальную точку: а) вычисляют давление трактора на грунт; б) определяют высоту поднятия ракеты; в) рассчитывают работу, совершенную при поднятии в горизонтальном положении плиты перекрытия известной массы на заданную высоту; г) определяют объем стального шарика, пользуясь измерительным цилиндром (мензуркой).
- 4 Сравнить пути и перемещения вертолета и автомобиля, траектории которых показаны на рисунке.



Практическая работа №2

Решение задач по теме «Равномерное и неравномерное прямолинейное движение»

Раздел 1: Механика
Тема 1.1: Кинематика
Количество часов: 2

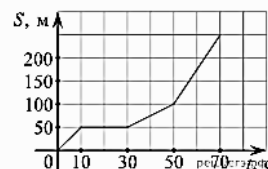
Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача № 1

На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t .
 Определите интервал времени после начала отсчета времени, когда велосипедист двигался со скоростью 5 м/с .



- 1) от 50 с до 70 с
- 2) от 30 с до 50 с
- 3) от 10 с до 30 с
- 4) от 0 до 10 с

Решение.

Для того чтобы по графику зависимости пути от времени найти скорость движения тела в некоторый момент, необходимо вычислить тангенс угла наклона графика в соответствующей точке. Из графика видно, что в интервале от 0 до 10 с скорость велосипедиста была постоянно и равнялась

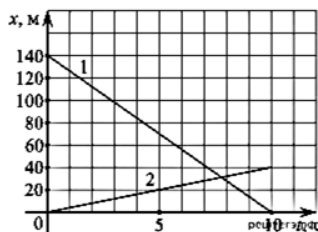
$$v = \frac{S(10 \text{ с}) - S(0 \text{ с})}{10 \text{ с}} = \frac{50 \text{ м} - 0 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 5 \text{ м/с}.$$

На других интервалах скорость была иная.

Правильный ответ указан под номером 4.

Задача № 2

Тела 1 и 2 движутся вдоль оси x . На рисунке изображены графики зависимости координат движущихся тел 1 и 2 от времени t .



Чему равен модуль скорости 1 относительно тела 2? (Ответ дайте в метрах в секунду.)

Решение.

Используя график, определим проекция скоростей обоих тел. Для тела 1 имеем

$$v_{x1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(10 \text{ с}) - x(0 \text{ с})}{10 \text{ с} - 0 \text{ с}} = \frac{0 \text{ м} - 140 \text{ м}}{10 \text{ с}} = -14 \text{ м/с}.$$

Для тела 2:

$$v_{x2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(10 \text{ с}) - x(0 \text{ с})}{10 \text{ с} - 0 \text{ с}} = \frac{40 \text{ м} - 0 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 4 \text{ м/с}.$$

Таким образом модуль скорости одного тела относительно другого равен

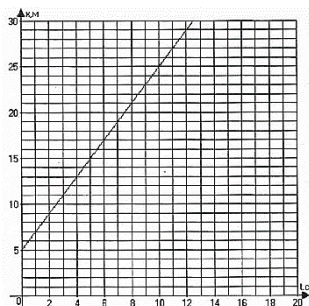
$$v_{\text{отн}} = |\vec{v}_2 - \vec{v}_1| = |v_{x2} - v_{x1}| = |4 \text{ м/с} - (-14 \text{ м/с})| = 18 \text{ м/с}.$$

Ответ: 18.

Задача № 3

Движение тела задано графиком координаты (зависимости координаты от времени). По графику определите:

- а) начальную координату тела;
- б) проекцию скорости тела;
- в) направление движения тела (по оси x или против оси x);
- г) запишите уравнение координаты.



Решение:

а) Начальная координата — это координата в момент времени $t = 0$. $x_0 = 5$ м.

$$б) v_x = \frac{x - x_0}{t} = \frac{25 - 5}{10} = 2 \text{ м/с}$$

в) Так как координата тела возрастает и проекция скорости положительна, тело движется по направлению координатной оси x .

$$г) x(t) = x_0 + v_x t = 5 + 2t$$

Задача № 4

Движение двух тел задано уравнениями $x_1 = 20 - 8t$ (м) и $x_2 = -16 + 10t$ (м). Определите для каждого тела начальную координату, проекцию скорости, направление скорости. Вычислите время и место встречи тел.

<p>Дано:</p> $x_1 = 20 - 8t$ $x_2 = -16 + 10t$		<p>Решение:</p> <p>I тело: $x_{01} = 20$ м $v_{x1} = -8$ м/с</p> <p>Тело движется против направления оси x.</p>	<p>II тело: $x_{02} = -16$ м $v_{x2} = 10$ м/с</p> <p>Тело движется по направлению оси x.</p>
$x_{01} - ?$ $v_{x1} - ?$ $x_{02} - ?$ $v_{x2} - ?$ $t - ?$ $x - ?$	$v_{x1} < 0$ $v_{x2} > 0$		

В момент встречи тела имеют одинаковую координату.

$$x_1 = 20 - 8t \quad x_2 = -16 + 10t$$

Значит, правые части уравнений можно приравнять.

$$20 - 8t = -16 + 10t$$

$$20 + 16 = 10t + 8t$$

$$36 = 18t$$

$$t = \frac{36}{18}$$

$$t = 2 \text{ (с)}$$

Ответ: 20 м; -8 м/с; -16 м; 10 м/с; 2 с; 4 м

Задача № 5

Автомобиль первые 40 мин двигался со скоростью 60 км/ч, следующие 20 мин — со скоростью 30 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля в м/с?

Дано:	СИ	Теоретический анализ содержания задачи
$t_1 = 40$ мин	2400 с	Автомобиль двигался неравномерно с разной скоростью. В первой половине пути он двигался равномерно со скоростью v_1 , а на второй половине — также равномерно, но с другой скоростью v_2 . Следовательно, пройденный путь на первой половине дороги определяется по формуле: $s_1 = v_1 \cdot t_1$, а на второй половине — $s_2 = v_2 \cdot t_2$. Средняя скорость неравномерного движения определяется путем деления всего пройденного пути ($s = s_1 + s_2$) на суммарное время, затраченное на первой и второй частях дороги ($t = t_1 + t_2$): $v_{\text{ср}} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$
$v_1 = 60$ км/ч	17 м/с	
$t_2 = 20$ мин	1200 с	
$v_2 = 30$ км/ч	8 м/с	
$v_{\text{ср}} - ?$		

Решение.

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2}{t_1 + t_2} = \frac{17 \text{ м/с} \cdot 2400 \text{ с} + 8 \text{ м/с} \cdot 1200 \text{ с}}{2400 \text{ с} + 1200 \text{ с}} = 14 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_{\text{ср}} = 50$ км/ч или, $v_{\text{ср}} = 14$ м/с.

Определим теперь арифметическое среднее значение скоростей v_1 и v_2 движения на обеих частях дороги:

$$v_{\text{ар}} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{17 \text{ м/с} + 8 \text{ м/с}}{2} = 12,5 \text{ м/с.}$$

Как видно, средняя скорость неравномерного движения отличается от средней арифметической скорости (14 м/с > 12,5 м/с).

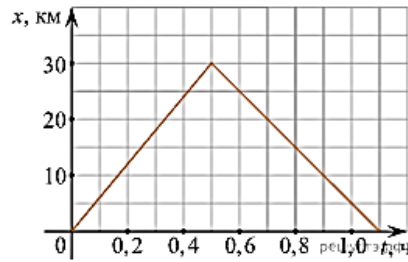


2

Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

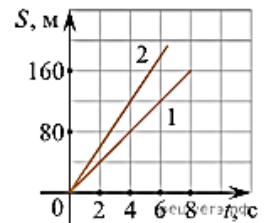
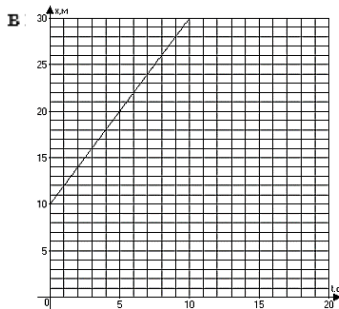
На рисунке представлен график движения автобуса из пункта *A* в пункт *B* и обратно.



Пункт *A* находится в точке $x = 0$, а пункт *B* — в точке $x = 30$ км. Чему равна максимальная скорость автобуса на всем пути следования туда и обратно? (Ответ дайте в километрах в час.)

Задача №2

На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. На какую величину Δv скорость второго тела v_2 больше скорости первого тела v_1 ? (Ответ дайте



Задача №3

Движение тела задано графиком координаты (зависимости координаты от времени).

По графику определите:

- начальную координату тела;
- проекцию скорости тела;
- направление движения тела (по оси x или против оси x);
- запишите уравнение координаты.

Задача №4

Движение двух велосипедистов задано уравнениями $x_1 = 2t$ (м) и $x_2 = 100 - 8t$ (м). Определите для каждого тела начальную координату, проекцию скорости, направление скорости. Найдите время встречи t и координату x места встречи велосипедистов. Велосипедисты двигаются вдоль одной прямой.

Задача №5

Товарный поезд проходит первые 10 км за полчаса, следующие 10 км — за 20 минут и еще 10 км — за 10 минут. Чему равна средняя скорость на всем пути в 30 км? Сравните среднюю скорость неравномерно движения со средней арифметической скоростью.

Контрольные вопросы

- Запишите формулу скорости равномерного прямолинейного движения.
- Запишите формулу координаты равномерного прямолинейного движения.
- Постройте график ускорения равномерного прямолинейного движения.
- Запишите закон сложения скоростей.
- Как меняется скорость по модулю и направлению при неравномерном прямолинейном движении?

Практическая работа №3

Решение задач по теме «Равнопеременное прямолинейное движение»

Раздел 1: Механика

Тема 1.1: Кинематика

Количество часов: 2

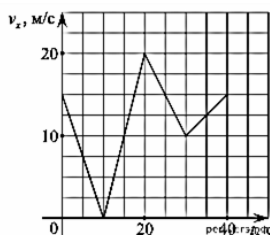
Цели: научиться решать графические и аналитические физические задачи, строить графики, работать в малых группах.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Чему равен максимальный модуль ускорения?



Решение.

На всех рассматриваемых интервалах времени скорость автомобиля меняется равномерно, следовательно, ускорение на каждом интервале постоянно. Рассчитаем ускорения:

$$\text{в интервале от 0 до 10 с: } a_x = \frac{0 - 15}{10} = -1,5 \text{ м/с}^2,$$

$$\text{в интервале от 10 до 20 с: } a_x = \frac{20 - 0}{10} = 2 \text{ м/с}^2,$$

$$\text{в интервале от 20 до 30 с: } a_x = \frac{10 - 20}{10} = -1 \text{ м/с}^2,$$

$$\text{в интервале от 30 до 40 с: } a_x = \frac{15 - 10}{10} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

Максимальный модуль ускорения равен 2 м/с^2 .

Ответ: 2.

Задача №2

Тело движется равноускоренно, не изменяя направления движения. За две секунды модуль скорости тела увеличился от 4 м/с до 5 м/с . Какой путь прошло тело за это время?

Решение.

Найдем ускорение тела

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

Путь можно найти по формуле

$$s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} = 9 \text{ м}.$$

Ответ: 9.

Задача №3

При прямолинейном движении зависимость координаты тела x от времени t имеет вид: $x = 5 + 2t + 4t^2$. Чему равна скорость тела в момент времени $t = 2 \text{ с}$ при таком движении?

Решение.

При равноускоренном движении зависимость координаты тела x от времени в общем виде следующая:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Сравнивая с выражением, данным в условии, получаем, что проекция начальной скорости равна $v_0 = 2 \text{ м/с}$, а ускорение $a = 8 \text{ м/с}^2$. Таким образом, скорость тела в момент времени $t = 2 \text{ с}$ равна

$$v(t = 2 \text{ с}) = v_0 + a \cdot 2 \text{ с} = 2 \text{ м/с} + 8 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 18 \text{ м/с}.$$

Ответ: 18.

Задача №4

Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой $U_x = 6t$. Написать уравнение движения $x = x(t)$, если в начальный момент ($t=0$) движущаяся точка находилась в начале координат ($x=0$). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 10 с.

Решение. Сравнивая формулы для скорости и перемещения при равноускоренном движении

$$v(t) = v(0) + at, \quad (1)$$

$$x(t) = x(0) + v(0)t + at^2/2 \quad (2)$$

с уравнением, заданным в условии, находим

$$v(0) = 0, \quad a = 6, \quad x(0) = 0. \quad (3)$$

Таким образом, уравнение $x = x(t)$ имеет вид $x = 3t^2$.

В частности, при $t = 10$ с $x = 300$ м.

Ответ: $x = 3t^2$; $x = 300$ м.

Задача №5

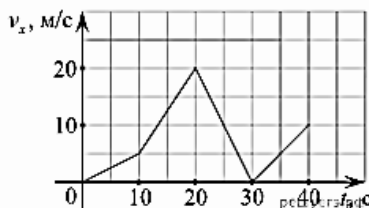
Движения 4-х материальных точек заданы следующими уравнениями соответственно: $x_1 = 10t + 0,4t^2$ и $x_2 = 2t - t^2$, $x_3 = -4t + 2t^2$ и $x_4 = -t - 6t^2$. Написать уравнение $U_x = U_x(t)$ для каждой точки; построить графики зависимости; описать движение каждой точки.

<p>Дано: 1) $x_1 = 10t + 0,4t^2$ 2) $x_2 = 2t - t^2$ 3) $x_3 = -4t + 2t^2$ 4) $x_4 = -t - 6t^2$ $v_x = v_x(t) - ?$</p> <p>Решение: 1) Сравним уравнение движения первой материальной точки с общим уравнением движения: $x_1 = 10t + 0,4t^2$ $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow x_{01} = 0; v_{01x} = 10 \text{ м/с}; a_{01x} = 0,8 \text{ м/с}^2$.</p> <p>Подставляя значения v_{01x} и a_{01x} в уравнение скорости $v_x = v_{0x} + a_x t$, получим $v_{1x} = 10 + 0,8t$. Первая материальная точка в момент начала наблюдения находилась в точке начала координат и двигалась в направлении, выбранном положительным, с начальной скоростью 10 м/с и ускорением 0,8 м/с².</p> <p>2) Аналогично первому случаю получаем: $x_2 = 2t - t^2$ $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow x_{02} = 0; v_{02x} = 2 \text{ м/с}; a_{2x} = -2 \text{ м/с}^2 \Rightarrow v_{2x} = 2 - 2t$.</p> <p>Вторая точка в момент начала наблюдения находилась в точке начала координат и двигалась в положительном направлении с начальной скоростью 2 м/с равнозамедленно с ускорением 2 м/с². Через $t = 1$ с скорость тела будет равна 0, и при продолжении движения по этому закону тело будет двигаться в сторону противоположную направлению оси Ox равноускоренно.</p> <p>3) Аналогично предыдущим случаям: $x_3 = -4t + 2t^2$ $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow x_{03} = 0; v_{03x} = -4 \text{ м/с}; a_{3x} = 4 \text{ м/с}^2 \Rightarrow v_{3x} = -4 + 4t$.</p> <p>Третья точка в момент начала наблюдения находилась в точке начала координат и двигалась в сторону противоположную направлению оси Ox с ускорением 4 м/с². Через 1 с скорость тела будет равна 0 и при дальнейшем движении точка будет двигаться по направлению оси X равноускоренно.</p>	<p>4) Аналогично предыдущим случаям: $x_4 = -t - 6t^2$ $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow$ $x_{04} = 0; v_{04x} = -1 \text{ м/с}; a_{4x} = -12 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$ $\Rightarrow v_{4x} = -1 - 12t$.</p> <p>Четвертая точка в момент начала наблюдения находилась в точке начала координат и двигалась в сторону противоположную направлению оси Ox с начальной скоростью 1 м/с равноускоренно с ускорением 12 м/с².</p> <p>Определим точки для построения графика: 1) $v_{1x} = 10 + 0,8t$ 2) $v_{2x} = 2 - 2t$ <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td>t</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>v_x</td><td>10</td><td>11,6</td></tr> </table> <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td>t</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>v_x</td><td>2</td><td>-2</td></tr> </table> 3) $v_{3x} = -4 + 4t$ 4) $v_{4x} = -1 - 12t$ <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td>t</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>v_x</td><td>-4</td><td>4</td></tr> </table> <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td>t</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>v_x</td><td>-1</td><td>-13</td></tr> </table> </p> <p>Ответ: $v_{1x} = 10 + 0,8t$, $v_{2x} = 2 - 2t$, $v_{3x} = -4 + 4t$, $v_{4x} = -1 - 12t$.</p>	t	0	2	v_x	10	11,6	t	0	2	v_x	2	-2	t	0	2	v_x	-4	4	t	0	1	v_x	-1	-13
t	0	2																							
v_x	10	11,6																							
t	0	2																							
v_x	2	-2																							
t	0	2																							
v_x	-4	4																							
t	0	1																							
v_x	-1	-13																							

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Автомобиль движется прямолинейно. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Чему равен минимальный модуль ускорения? Ответ выразите в метрах на секунду в квадрате.



Задача №2

Тело движется равнозамедленно, не изменяя своего направления движения. За две секунды модуль скорости тела уменьшился от 4 м/с до 3 м/с. Какой путь прошло тело за это время?

Задача №3

При прямолинейном движении зависимость координаты тела x от времени t имеет вид: $x = 1 + 4t - 2t^2$. Чему равна скорость тела в момент времени $t = 3$ с при таком движении? (Ответ дайте в метрах в секунду.)

Задача №4

Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой $U_x = 10t$. Написать уравнение движения $x = x(t)$, если в начальный момент ($t=0$) движущаяся точка находилась в начале координат ($x=0$). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 8с.

Задача №5

Движения 10 материальных точек заданы уравнениями соответственно № варианту. Написать уравнение $U_x = U_x(t)$ для каждой точки; построить графики зависимости; описать движение каждой точки.

№	1	2	3	4	5
$x(t)$	$x = 2 - 4t + 0,5 t^2$	$x = 4 - 2t + 0,5 t^2$	$x = -4 - 2t + t^2$	$x = 4 - 6t + 3 t^2$	$x = 2 - 6t + 2 t^2$
№	6	7	8	9	10
$x(t)$	$x = 4 - 8t + 2 t^2$	$x = -2 - 8t - 2 t^2$	$x = 2 - 6t + 2 t^2$	$x = - 8t + 2 t^2$	$x = 8t + 0,5 t^2$

Контрольные вопросы

- 1 Сформулируйте физический смысл ускорения. Напишите формулу ускорения и единицы измерения в СИ.
- 2 Как меняется скорость при равнопеременном прямолинейном движении?
- 3 Как направлен вектор ускорения при ускоренном движении?
- 4 Как направлен вектор ускорения при замедленном движении?
- 5 Как зависит угол наклона прямой графика скорости от величины ускорения?
- 6 Сравните графики зависимости скорости от времени при равноускоренном движении тела с положительным ускорением и отрицательным.
- 7 Сравните графики зависимости координаты от времени при равноускоренном движении тела с положительным ускорением и отрицательным.

Практическая работа №4

Решение задач по теме «Свободное падение. Движение тела, брошенного вертикально вверх. Движение тела, брошенного под углом к горизонту»

Раздел 1: Механика
Тема 1.1: Кинематика
Количество часов: 2

Цели: научиться устанавливать соответствие между физическими величинами и формулами, анализировать изменение физических величин, решать аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

При свободном падении тело достигает поверхности земли через 5 с. Какова скорость тела в момент падения и с какой высоты оно падало, если начальная скорость тела равна нулю?

Решение

$$V = V_0 + gt \quad V_0 = 0 \quad V = gt = 9,8 \cdot 5 = 50 \text{ м/с}$$

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 5^2}{2} = 125 \text{ м}$$

Задача №2

Определите глубину колодца h , если камень из состояния покоя свободно падает в нем в течение $t = 2$ с.

Дано:	Решение:
$t = 2 \text{ с}$	$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,8 \text{ м/с}^2 (2 \text{ с})^2}{2} = 19,6 \text{ м}$
$h = ?$	
	Ответ: $h = 19,6 \text{ м}$.

Задача №3

Высота башни Московского телевизионного центра 532 м, а высота нового здания Московского университета (со шпилем) 240 м. Кусочки строительного материала уронили из самых высоких частей этих сооружений. За какое время они упадут на землю?

Дано:	Решение:
$h_1 = 533 \text{ м}$	$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 532 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 10,4 \text{ с}$
$h_2 = 240 \text{ м}$	
$t_1, t_2 = ?$	$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 240 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 7 \text{ с}$
	Ответ: $t_1 = 10,4 \text{ с}; t_2 = 7 \text{ с}$.

Задача №4

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Чему равен модуль скорости тела через 0,5 с после начала отсчета времени?

Решение.

Поскольку сопротивлением воздуха можно пренебречь, на брошенное тело действует только сила тяжести, которая сообщает ему постоянное ускорение свободного падения, направленное вниз. Следовательно, скорость меняется со временем по закону $v(t) = v_0 - gt$. Таким образом, через 0,5 с скорость тела будет равна

$$v(t = 0,5 \text{ с}) = 20 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ с} = 15 \text{ м/с}.$$

Задача №5

Определите время свободного падения тела с высоты 100 м на планете Марс. Ускорение свободного падения на Марсе – 3,8 м/с².

Решение:

$$h = gt^2/2 \Rightarrow t = \sqrt{2h/g} \approx 7,3 \text{ с}$$

Задача №6

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Максимальная высота h над горизонтом	1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
Б) Расстояние S от точки броска до точки падения	2) $\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}$
	3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$
	4) $\frac{v^2 \sin \alpha}{g}$

Решение.

В пренебрежении силой сопротивления воздуха, изменение вертикальной проекции тела со временем описывается выражением:

$$v_y(t) = v \sin \alpha - gt.$$

Окончание подъема соответствует момент времени, когда вертикальная проекция скорости обращается в ноль, то есть

$$v_y(t) = 0 \Leftrightarrow t = \frac{v \sin \alpha}{g}.$$

Вертикальная координата тела зависит от времени согласно

$$y(t) = v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}.$$

Следовательно, к моменту окончания подъема, тело достигнет высоты

$$h = v \sin \alpha \frac{v \sin \alpha}{g} - \frac{g(v \sin \alpha / g)^2}{2} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

Время подъема равно времени опускания, поэтому время полета равно:

$$T = 2t = \frac{2v \sin \alpha}{g}.$$

Все это время тело по горизонтали движется с постоянной скоростью $v \cos \alpha$. Следовательно, расстояние S от точки броска до точки падения равно

$$S = v \cos \alpha T = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

Задача №7

Тело, брошенное с горизонтальной поверхности со скоростью v под углом α к горизонту, поднимается над горизонтом на максимальную высоту h , а затем падает на расстоянии S от точки броска. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Тело бросили с одинаковой начальной скоростью сначала под углом к горизонту 20° , а затем под углом 30° . Как изменились максимальная высота подъема и время полета тела? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Максимальная высота подъема, H	Время полета, t

Решение.

Для тела, брошенного под углом к горизонту, движение по вертикали — равноускоренное с ускорением g , направленным вниз. Максимальная высота подъема при равноускоренном движении $h = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{-2g}$. Учитывая, что в верхней точке траектории скорость направлена горизонтально и поэтому $v_y = 0$, а $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$, получаем, что $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$. Видно, что при увеличении угла броска максимальная высота подъема тела увеличится (1).

Вертикальная проекция скорости тела равна $v_y = v_{0y} - gt$, откуда время подъема $t_{\text{под}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$. Следовательно, время полета $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$. При увеличении угла бросания время полета увеличится (1).

Ответ: 11.

Задача №8

С башни высотой $h=200\text{ м}$ с горизонтальной скоростью $U_0=5\text{ м/с}$ бросили тело. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, через какой промежуток времени t и на каком расстоянии s от башни оно упадет.

Дано: $h = 200\text{ м}$; $v_0 = 5\text{ м/с}$.

Найти: t ; s .

Решение. За начало отсчета принята точка броска, ось Ox выбрана по направлению броска, ось Oy — вертикально вниз

Ось Oy :

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{gt^2}{2},$$

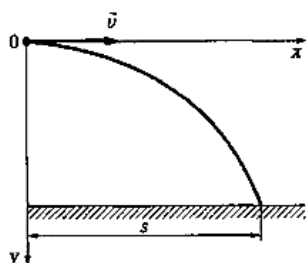
$$y = h; y_0 = 0; v_{0y} = 0, h = \frac{gt^2}{2},$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Ось Ox :

$$s = v_0 t$$

Ответ: $t = 6,39\text{ с}$; $s = 32\text{ м}$.



2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

С крыши дома высотой 20 м свободно падает шарик. Определите его скорость в момент падения на землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача №2

Какова глубина шахты h , если камень из состояния покоя свободно падает в нее в течение $t = 4\text{ с}$.

Задача №3

Определите время свободного падения тела: 1) с Эйфелевой башни в Париже ($h = 305\text{ м}$); 2) падающей башни в Пизе ($h = 54,5\text{ м}$).

Задача №4

Тело брошено вертикально вверх. Через 0,5 с после броска его скорость 20 м/с. Какова начальная скорость тела? Соппротивлением воздуха пренебречь.

Задача №5

Определите время свободного падения тела с высоты 100 м на планете Венера. Ускорение свободного падения на Венере определите по таблице.

Название небесного тела	$g, \frac{м}{с^2}$
Луна	1,62
Солнце	273,10
Меркурий	3,72
Земля	9,81
Уран	8,86
Венера	8,88
Сатурн	10,44

Задача №6

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Время подъёма t на максимальную высоту	1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
Б) Расстояние S от точки броска до точки падения	2) $\frac{v \cos^2 \alpha}{g}$
	3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$
	4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

Задача №7

Камень бросают с поверхности земли вертикально вверх. Через некоторое время он падает обратно на землю. Как изменяются в течение полета камня следующие физические величины: модуль скорости камня, пройденный камнем путь, модуль перемещения камня? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) сначала увеличивается, затем уменьшается;
- 2) сначала уменьшается, затем увеличивается;
- 3) все время увеличивается.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль скорости камня	Пройденный камнем путь	Модуль перемещения камня

Задача №8

С башни высотой 49 м в горизонтальном направлении брошен камень со скоростью 5 м/с. Определите, через какое время и на каком расстоянии от башни камень упал на поверхность земли.

Контрольные вопросы

- 1 Как направлен вектор ускорения свободного падения?
- 2 От чего зависит ускорение свободного падения?
- 3 Тело бросают вертикально вверх. Сравните время подъема и время падения тела с максимальной высоты при этом движении?
- 4 Может ли скорость движения тела быть равной нулю, а ускорение не равно нулю? Приведите примеры.
- 5 Если тело бросают не вверх, а горизонтально или под углом к горизонту, то по какой траектории движутся тела?

Практическая работа №5

Решение задач по теме «Равномерное движение по окружности»

Раздел 1: Механика

Тема 1.1: Кинематика

Количество часов: 2

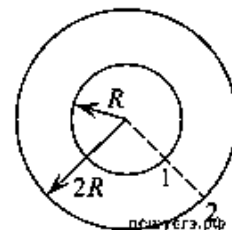
Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Два велосипедиста совершают кольцевую гонку с одинаковой угловой скоростью. Положения и траектории движения велосипедистов показаны на рисунке. Чему равно отношение центростремительных ускорений велосипедистов $\frac{a_2}{a_1}$?



Решение.

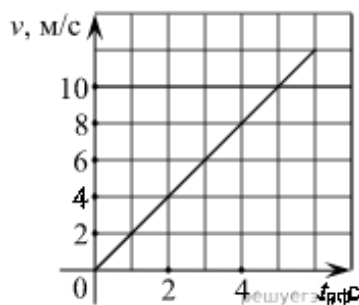
При движении по окружности угловая ω и линейная v скорости тела связаны с радиусом окружности r соотношением: $v = \omega r$. Центростремительное ускорение равно $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$. Поскольку велосипедисты едут с одинаковыми угловыми скоростями, для отношения центростремительных ускорения велосипедистов имеем:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\omega^2 \cdot 2R}{\omega^2 \cdot R} = 2.$$

Ответ: 2.

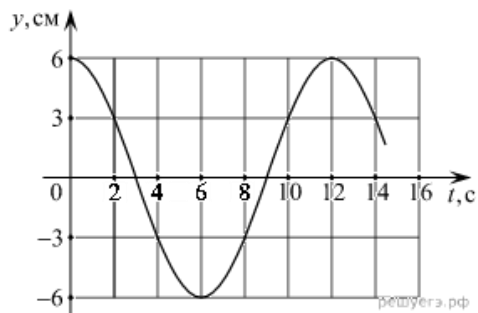
Задача №2

Материальная точка движется по окружности радиусом 4 м. На графике показана зависимость модуля её скорости v от времени t . Чему равен модуль центростремительного ускорения точки в момент $t = 3$ с?



Задача №3

Материальная точка равномерно движется по окружности, центр которой находится в начале O прямоугольной системы координат XOY . На рисунке показан график зависимости координаты x этой точки от времени t . Чему равен модуль V скорости этой точки? Ответ выразите в см/с и округлите до целого числа.



Решение.

При движении по окружности уравнение точки имеет вид $x = R \cos \alpha$. Из графика находим, что $R = 6$ см, $T = 12$ с. Скорость при равномерном движении по окружности равна

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6}{12} \approx 3 \text{ см/с.}$$

Ответ: 3.

Задача №4

С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение было равно ускорению свободного падения?

Решение. Центростремительное ускорение равно

$$a_{\text{цс}} = v^2/R;$$

если $a = g$, то

$$v = \sqrt{Rg}.$$

Вычисления:

$$v = \sqrt{40 \text{ м} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} \approx 20 \text{ м/с} = 72 \text{ км/ч.}$$

Ответ: $v = 20$ м/с.

Задача №5

Найдите модуль скорости вращения ребёнка на карусели, если радиус окружности, по которой происходит движение, равен 2,3 м, а время, за которое карусель совершает один полный оборот, равно 20 с.

Дано:
 $R = 2,3$ м
 $T = 20$ с

$v = ?$

Решение:

Модуль скорости движения на карусели можно найти по формуле (2):

$$v = \frac{2\pi R}{T},$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,3 \text{ м}}{20 \text{ с}} = \frac{14,444}{20} = 0,722 \text{ м/с.}$$

Задача №6

Радиус рабочего колеса гидротурбины в 8 раз больше, а частота обращения в 40 раз меньше, чем у паровой турбины. Сравнить скорости и центростремительные ускорения точек обода колес турбин.

Решение. Скорость вращения точек обода турбины

$$v_1 = 2\pi R_1 f_1; \quad v_2 = 2\pi R_2 f_2 = 2\pi \cdot 8R_1 \frac{f_1}{40} = 0,2v_1.$$

Центростремительное ускорение этих точек

$$a_{цс1} = (2\pi)^2 R_1 f_1^2;$$

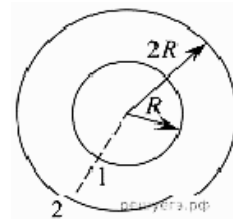
$$a_{цс2} = (2\pi)^2 R_2 f_2^2 = (2\pi)^2 \cdot 8R_1 \cdot \frac{f_1^2}{40^2} = 5 \cdot 10^{-3} a_1 = \frac{a_1}{200}.$$

Ответ: $v_2/v_1 = 1/5$; $a_2/a_1 = 1/200$.

2 Задачи для самостоятельного решения

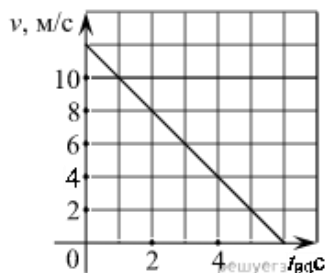
Задача №1

Два велосипедиста совершают кольцевую гонку с одинаковой угловой скоростью. Положения и траектории движения велосипедистов показаны на рисунке. Чему равно отношение линейных скоростей велосипедистов U_1/U_2 ?



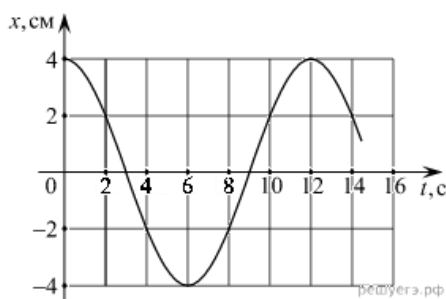
Задача №2

Материальная точка движется по окружности радиусом 4 м. На графике показана зависимость модуля её скорости v от времени t . Чему равен модуль центростремительного ускорения точки в момент $t = 5$ с?



Задача №3

Материальная точка равномерно движется по окружности, центр которой находится в начале O прямоугольной системы координат XOY . На рисунке показан график зависимости координаты x этой точки от времени t . Чему равен модуль V скорости этой точки? Ответ выразите в $см/с$ и округлите до целого числа.



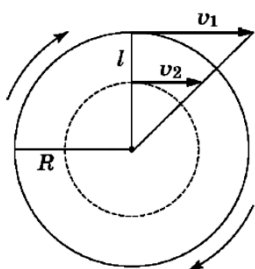
Задача №4

Верхнюю точку моста радиусом 100 м автомобиль проходит со скоростью 20 м/с. Чему равно центростремительное ускорение автомобиля? (Ответ дайте в метрах в секунду в квадрате.)

Задача №5

Земля делает один оборот вокруг Солнца за 365 дней. Расстояние от Солнца до Земли составляет $149,6 \cdot 10^6$ км. Определим линейную скорость движения Земли вокруг Солнца, считая орбиту окружностью.

Задача №6



Определите радиус вращающегося диска R , если известно, что линейная скорость U_1 точек обода в 2,5 раза больше линейной скорости U_2 точек, находящихся на 6 см ближе к оси диска.

Контрольные вопросы

- 1 Как направлена линейная скорость при равномерном движении по окружности?
- 2 Как направлено центростремительное ускорение при равномерном движении по окружности?
- 3 Что такое период обращения? Буквенное обозначение, единицы измерения.
- 4 Что такое частота обращения? Буквенное обозначение, единицы измерения.
- 5 Что такое угловая частота? Буквенное обозначение, единицы измерения.
- 6 Как связаны между собой линейная и угловую скорости?

Практическая работа №6
Решение задач по теме «Законы Ньютона»

Раздел 1: Механика

Тема 1.2: Законы механики Ньютона.

Количество часов: 2

Цель: научиться решать качественные, графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

В какую сторону отклоняются пассажиры автобуса при резком увеличении скорости? при внезапной остановке? Почему?

Ответ: пассажиры стремятся сохранить состояние покоя или равномерного прямолинейного движения в силу свойства инертности массы. Поэтому они стремятся остаться на месте, когда скорость автобуса резко увеличивается (отклоняются назад). Либо стремятся двигаться с прежней скоростью автобуса при внезапной остановке (отклоняются вперед).

Задача №2

Какое ускорение приобретет тело массой 500 г под действием силы 0,2 Н?

<i>Дано:</i>	<i>Решение:</i>
$F_{1x} = 30 \text{ Н}$	1) Найдем массу тела, применив II закон для первого тела.
$a_{1x} = 0,4 \text{ м/с}^2$	$F_{1x} = ma_{1x}; \quad m = \frac{F_{1x}}{a_{1x}}$
$a_{2x} = 2 \text{ м/с}^2$	
$F_{2x} - ?$	$m = \frac{30}{0,4} = 75 \text{ (кг)}$
	2) Найдем силу F_{2x} , применив II закон для второго тела.
	$F_{2x} = ma_{2x} = 75 \cdot 2 = 150 \text{ (Н)}$
	<i>Ответ:</i> 150 Н

Задача №3

Сила 30 Н сообщает телу ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщит тому же телу ускорение 2 м/с^2 ?

<p>Дано:</p> $F_{1x} = 30 \text{ Н}$ $a_{1x} = 0,4 \text{ м/с}^2$ $a_{2x} = 2 \text{ м/с}^2$ <hr/> $F_{2x} = ?$	<p>Решение:</p> <p>1) Найдем массу тела, применив II закон для первого тела.</p> $F_{1x} = ma_{1x}; \quad m = \frac{F_{1x}}{a_{1x}}$ $m = \frac{30}{0,4} = 75 \text{ (кг)}$ <p>2) Найдем силу F_{2x}, применив II закон для второго тела.</p> $F_{2x} = ma_{2x} = 75 \cdot 2 = 150 \text{ (Н)}$ <p>Ответ: 150 Н</p>
--	--

Задача №4

Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$?

<p>Дано:</p> $m_0 = 4 \text{ т};$ $a_0 = 0,3 \text{ м/с}^2;$ $a = 0,2 \text{ м/с}^2;$ <hr/> Найти: $\Delta m.$	<p>Решение.</p> $F = m_0 a_0 = (m_0 + \Delta m) a;$ $\Delta m = \frac{m_0(a_0 - a)}{a} = m_0 \left(\frac{a_0}{a} - 1 \right) = 4 \text{ т} \cdot \left(\frac{0,3 \text{ м/с}^2}{0,2 \text{ м/с}^2} - 1 \right) = 2$ <hr/> Ответ: $\Delta m = 2 \text{ т}.$
---	--

Задача №5

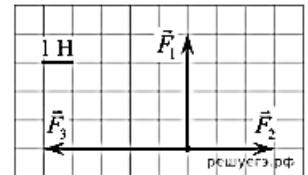
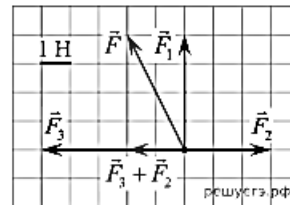
На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Чему равен модуль равнодействующей силы? (Ответ дайте в ньютонах и округлите до десятых.)

Решение.

Равнодействующая всех сил равна: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$.

Сначала сложим силы направленные вдоль одной оси $\vec{F}_2 + \vec{F}_3$. Так как F_3 больше F_2 , то результирующая будет направлена в сторону \vec{F}_3 . Тогда модуль равнодействующей всех сил можно определить из прямоугольного треугольника (см. рисунок). Таким образом $F = \sqrt{(F_3 - F_2)^2 + F_1^2} = 2\sqrt{5} \text{ Н} \approx 4,5 \text{ Н}.$

Ответ: 4,5.



Задача №6

Два человека тянут веревку в противоположные стороны с силой 30 Н. Разорвется ли веревка, если она выдерживает нагрузку 40 Н?

Ответ: нет не порвется, так как $F_1 = F_2 = F_H = 30 \text{ Н} < 40 \text{ Н}$

Задача №7

По горизонтальной шероховатой поверхности равномерно толкают ящик массой 20 кг, прикладывая к нему силу, направленную под углом 30° к горизонтали (сверху вниз). Модуль силы равен 100 Н. Чему равен модуль силы, с которой ящик давит на поверхность?

Решение.

Сила, с которой ящик давит на опору, по третьему закону Ньютона равна силе реакции опоры. Запишем второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось

$$0 = N - mg - F \sin \alpha.$$

Таким образом, ящик давит на поверхность с силой

$$N = mg + F \sin \alpha = 200 + 50 = 250 \text{ Н.}$$

Ответ: 250.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Мяч, лежащий на полу вагона движущегося поезда, покотился влево, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

Задача №2

Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с^2 ?

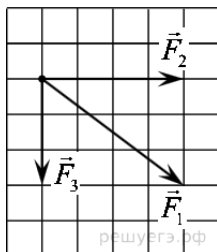
Задача №3

Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 2 м/с^2 . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы?

Задача №4

Некоторая сила придает пустой тележке массой 6 кг ускорение $1,5 \text{ м/с}^2$. Определите массу груза, положенного на тележку, если известно, что нагруженная тележка под действием той же силы движется с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$.

Задача №5



На рисунке представлены три вектора сил, лежащих в одной плоскости и приложенных к одной точке. Масштаб рисунка таков, что сторона одного квадрата сетки соответствует модулю силы 1 Н. Определите модуль вектора равнодействующей трех векторов сил.

Задача №6

Два человека тянут веревку в противоположные стороны силами по 100 Н каждая. Разорвется ли веревка, если она выдерживает натяжение не выше 190 Н? Объясните свой ответ.

Задача №7

По горизонтальной шероховатой поверхности равномерно толкают ящик массой 20 кг, прикладывая к нему силу, направленную под углом 30° к горизонтали (сверху вниз). Модуль силы равен 100 Н. Чему равен модуль силы, с которой ящик давит на поверхность?

Контрольные вопросы

1 Что такое сила? Буквенное обозначение, единицы измерения силы в СИ. Каким прибором измеряется сила?

2 Что такое равнодействующая сила? $F_1=5\text{Н}$; $F_2=7\text{Н}$. Укажите интервал значений равнодействующих сил.

- 3 Сформулируйте второй закон Ньютона. Как изменится ускорение тела, если массу тела и действующие на него силу увеличить в 3 раза?
- 4 Сформулируйте третий закон Ньютона. Почему силы взаимодействия не компенсируют друг друга?
- 5 Назовите и изобразите на рисунке силы взаимодействия двух тел: стол- книга.

Практическая работа №7

Решение задач по теме «Закон всемирного тяготения. Силы в механике»

Раздел 1: Механика

Тема 1.2: Законы механики Ньютона.

Количество часов: 2

Цель: научиться решать графические, аналитические и экспериментальные физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Земля притягивает к себе подброшенный мяч с силой 5 Н. С какой силой этот мяч притягивает к себе Землю?

Решение.

Согласно третьему закону Ньютона, сила, с которой Земля притягивает мяч, равна силе, с которой мяч притягивает Землю.

Задача №2

Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. У первой из них радиус

Чему равен модуль силы тяжести, действующей на тело массой 9 кг на высоте, равной половине радиуса Земли?

Решение.

По закону всемирного тяготения сила притяжения тела со стороны Земли обратно пропорциональна квадрату расстояния между ним и центром Земли: $F = \frac{GM_{\text{Зем}}m}{r^2}$.

Известно, что на поверхности Земли сила тяжести равна: $F = mg$. Значит, $\frac{GM_{\text{Зем}}}{R_{\text{Зем}}^2} = g$.

Расстояние от тела до центра Земли: $r = R_{\text{Зем}} + \frac{R_{\text{Зем}}}{2} = \frac{3R_{\text{Зем}}}{2}$.

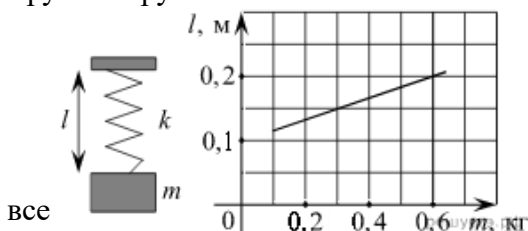
Тогда на высоте, равной половине радиуса Земли $F = \frac{4}{9} \cdot \frac{GM_{\text{Зем}}m}{R_{\text{Зем}}^2} = \frac{4}{9}mg = 40 \text{ Н}$.

Ответ: 40.

Задача №3

Задача №4

На графике представлены результаты измерения длины пружины l при различных значениях массы m подвешенных к пружине грузов.



Выберите

все

соответствующие результатам

измерений.

утверждения,

- 1) Длина недеформированной пружины равна 10 см.
- 2) При массе груза, равной 300 г, удлинение пружины составляет 15 см.
- 3) Коэффициент жёсткости пружины примерно равен 60 Н/м.
- 4) С увеличением массы груза коэффициент жёсткости пружины увеличивался.
- 5) Деформация пружины не изменялась.

Решение.

Проверим справедливость сформулированных в задании утверждений.

1) «Длина недеформированной пружины равна 10 см». Пружина не деформирована, если на ней нет грузов. Продолжим график до пересечения с вертикальной осью. Линия пересекает ось в точке с координатой 0,1 м = 10 см. Это и есть длина недеформированной пружины, т.е. утверждение верное.

2) «При массе груза, равной 300 г, удлинение пружины составляет 15 см». Находим по графику длину пружины при массе груза, равной 0,3 кг. Длина пружины равна 0,15 м = 15 см. Значит, удлинение пружины составляет 15 см – 10 см = 5 см — утверждение неверное.

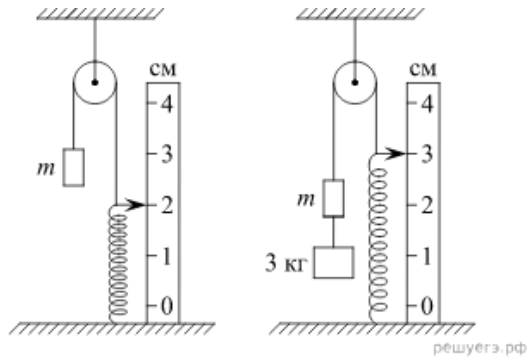
3) «Коэффициент жёсткости пружины примерно равен 60 Н/м». Для массы груза 0,3 кг удлинение составило $x = 0,15 \text{ м} - 0,1 \text{ м} = 0,05 \text{ м}$. Находим коэффициент жёсткости $k = \frac{mg}{x} = \frac{3}{0,05} = 60 \text{ Н/м}$ — утверждение верное.

4) «С увеличением массы груза коэффициент жёсткости пружины увеличивался». При расчёте коэффициента жёсткости для других значений массы получаются примерно равные значения. Утверждение неверное.

5) «Деформация пружины не изменялась». Утверждение неверное, так как при подвешенных грузах различной массы длина пружины изменялась. Следовательно, изменялась и деформация.

Задача №5

После аккуратного подвешивания к грузу m другого груза массой 3 кг пружина удлинилась так, как показано на рисунке, и система пришла в равновесие. Пренебрегая трением, определите, чему равен коэффициент жесткости пружины. Нить считайте невесомой. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .



Решение.

Блок можно рассматривать как равноплечий рычаг: сила натяжения нити с обеих сторон от блока одинаковая.

Для первой картинки (до прикрепления груза) имеем: $mg = k\Delta x_1$.

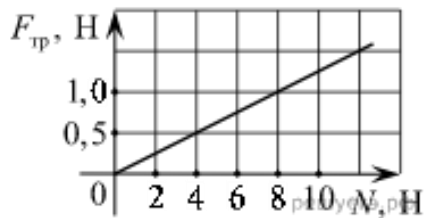
Для второй картинки (после прикрепления груза): $(m + 3 \text{ кг})g = k\Delta x_2$.

Таким образом, вычтя из второго уравнения первое, для жёсткости пружины получаем:

$$k = \frac{3 \text{ кг} \cdot g}{\Delta x_2 - \Delta x_1} = \frac{3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{0,01 \text{ м}} = 3000 \text{ Н/м}.$$

Ответ: 3000.

Задача №6



На графике приведена зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Каков коэффициент трения?

Решение.

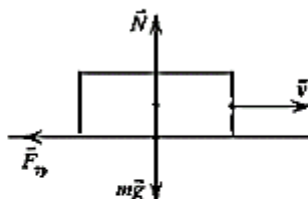
Сила трения скольжения связана с силой нормального давления соотношением $F_{\text{тр}} = \mu N$, где μ — коэффициент трения. Из графика видно, что $F_{\text{тр}} = 0,125N$. Значит, $\mu = 0,125$.

Задача №7

На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 20 Н. Чему будет равна сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 2 раза, если коэффициент трения не изменится?

Решение.

Сила трения скольжения связана с коэффициентом трения и силой реакции опоры соотношением $F_{тр} = \mu N$. Для бруска, движущегося по горизонтальной поверхности, по второму закону Ньютона $N = mg$.



Таким образом, сила трения скольжения пропорциональна произведению коэффициента трения и массы бруска. Если коэффициент трения не изменится, то после уменьшения массы тела в 2 раза сила трения скольжения также уменьшится в 2 раза и окажется равной

$$\frac{20 \text{ Н}}{2} = 10 \text{ Н.}$$

Ответ: 10.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Самолет притягивается к Земле с силой 250 кН. С какой силой Земля притягивается к самолету?

Задача №2

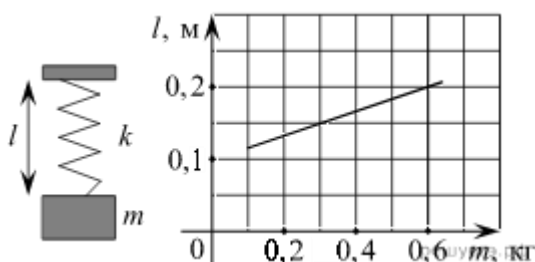
Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза больше, чем для второй. Каково отношение радиусов орбит первой и второй планет?

Задача №3

Чему равен модуль силы тяжести, действующей на тело массой 18 кг, на высоте, равной половине радиуса Земли?

Задача №4

На графике представлены результаты измерения длины пружины l при различных значениях массы m подвешенных к пружине грузов.

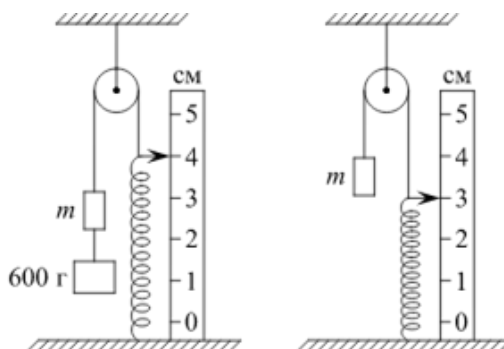


Выберите все утверждения, соответствующие результатам измерений.

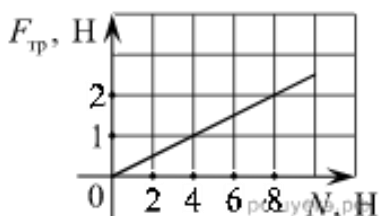
- 1) Длина недеформированной пружины равна 13 см.
- 2) При массе груза, равной 300 г, длина пружины составляет 15 см.
- 3) Коэффициент жёсткости пружины примерно равен 80 Н/м.
- 4) Коэффициент жёсткости пружины примерно равен 60 Н/м.
- 5) Деформация пружины не изменялась.

Задача №5

После того как груз массой 600 г аккуратно отцепили от груза m , пружина сжалась так, как показано на рисунке, и система пришла в равновесие. Пренебрегая трением, определите, чему равен коэффициент жесткости пружины. Нить считайте невесомой. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .



Задача №6



На рисунке приведён график зависимости модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Чему равен коэффициент трения?

Задача №7

На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 20 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если коэффициент трения уменьшится в 2 раза при неизменной массе?

Контрольные вопросы

- 1 Почему мы не замечаем силу тяготения между телами на поверхности Земли?
- 2 В чем отличие силы тяжести от силы тяготения?
- 3 Что ощущает человек в состоянии невесомости?
- 4 Что называется деформацией? Перечислите виды деформаций.
- 5 Что такое жесткость образца?
- 6 Перечислите виды сил трения.
- 7 Когда возникает сила трения покоя? Как она направлена?
- 8 Какова природа сил тяжести, упругости и трения?

Практическая работа №8

Решение задач по теме «Закон сохранения импульса.
Реактивное движение. Работа силы»

Раздел 1: Механика

Тема 1.3: Законы сохранения в механике

Количество часов: 2

Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5? (Ответ дайте в килограммах.)

Решение.

Импульс легкового автомобиля равен $p_1 = mv_1$. Импульс грузовика равен $p_2 = Mv_2$, где M — искомая масса. По условию

$$\frac{p_2}{p_1} = 1,5.$$

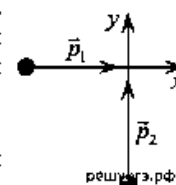
Таким образом, для массы грузовика имеем

$$M = \frac{1,5 \cdot mv_1}{v_2} = \frac{1,5 \cdot 1000 \text{ кг} \cdot 108 \text{ км/ч}}{54 \text{ км/ч}} = 3000 \text{ кг}.$$

Ответ: 3000.

Задача №2

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела равен 3 кг·м/с, а второго тела равен 4 кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара? (Ответ дайте в килограммах на метр в секунду.)



Решение.

В системе не действует никаких внешних сил, следовательно, выполняется закон сохранения импульса. Вектор полного импульса системы есть сумма векторов \vec{p}_1 и \vec{p}_2 . Так как эти вектора перпендикулярны, то модуль импульса системы равен по теореме Пифагора

$$\sqrt{|\vec{p}_1|^2 + |\vec{p}_2|^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ кг} \cdot \text{м/с} = 5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: 5.

Задача №3

Тело свободно падает без начальной скорости. Изменение модуля импульса этого тела за промежуток времени 2 с равно 10 кг·м/с. Чему равна масса тела? Соппротивлением воздуха можно пренебречь.

Решение.

Так как тело свободно падает и сопротивления воздуха нет, то второй закон Ньютона может быть записан в следующей форме:

$$ma = mg = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow m = \frac{\Delta p}{g \Delta t} = \frac{10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с}} = 0,5 \text{ кг}.$$

Ответ: 0,5.

Задача №4

Реактивный двигатель каждую секунду выбрасывает 10 кг продуктов сгорания топлива со скоростью 3 км/с относительно ракеты. Какую силу тяги он развивает?

Решение: запишем второй закон Ньютона в импульсной форме и найдем силу, которая действует на выбрасываемые продукты сгорания топлива:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{v\Delta m}{\Delta t}$$

$$F = 3 \cdot 10^3 \cdot 10 = 30 \text{ кН}$$

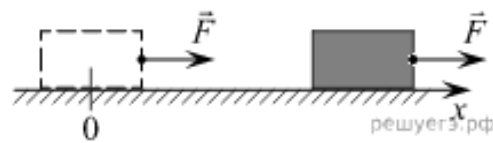
По третьему закону Ньютона

сила тяги будет равна

найденной силе. *Ответ:* 30 кН.

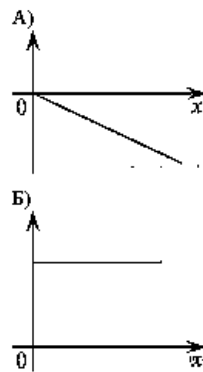
Задача №5

Брусок, находящийся на шероховатой горизонтальной поверхности, начинает двигаться равноускоренно под действием силы \vec{F} . В системе отсчета, связанной с горизонтальной поверхностью, принимая за начало отсчета положение покоящегося тела, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от координаты эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) Скорость бруска
- 2) Модуль силы трения скольжения
- 3) Работа силы F
- 4) Работа силы трения

А	Б

Решение.

Санки скользят, поэтому на них действует сила трения скольжения, которая определяется силой реакции опоры: $F_{\text{тр}} = \mu N$. Поскольку склон имеет постоянный наклон, сила реакции в обоих случаях имеет одинаковую величину: $N = mg \cos \alpha$, где α — угол наклона. Коэффициент трения уменьшается при выезде с шероховатого снега на обледеневший участок, поэтому модуль действующей на санки силы трения уменьшается (А — 2).

Модуль ускорения санок увеличивается (Б — 1), так как уменьшается тормозящая его сила трения ($ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$).

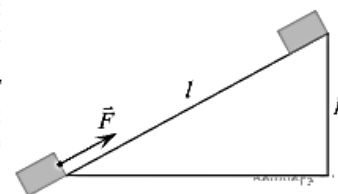
Работа силы есть скалярное произведение силы на перемещение. Сила тяжести всё время направлена вниз, угол наклона склона постоянен, поэтому модуль работы силы тяжести при перемещении вдоль склона на 1 метр не изменяется (Б — 3).

Ответ: 213.

Задача №6

Тело массой 2 кг под действием силы F перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м.

Вектор силы F направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы F равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила F против действия силы трения? (Ответ дайте в джоулях.) Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Решение.

Работа силы определяется как скалярное произведение вектора силы и вектора перемещения тела. Сила трения связана с силой реакции опоры и коэффициентом трения соотношением $F_{\text{тр}} = \mu N$. Согласно второму закону Ньютона, $N = mg \cos \alpha$, где α — угол наклона плоскости. Следовательно, сила трения при подъеме тела вверх по наклонной плоскости совершила работу

$$A_{\text{тр}} = \vec{F}_{\text{тр}} \cdot \Delta \vec{r} = -F_{\text{тр}} l = -\mu mg l \cos \alpha = -0,5 \cdot 2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ м} \cdot \frac{4}{5} = -40 \text{ Дж.}$$

Именно такую по модулю работу совершает сила F против силы трения: 40 Дж.

Ответ: 40.

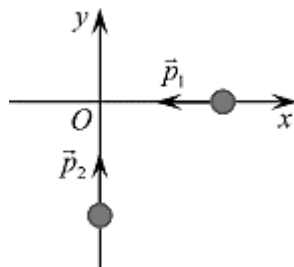
2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Масса мотоцикла 500 кг, масса автомобиля 1000 кг. Автомобиль движется со скоростью 108 км/ч. Отношение импульса автомобиля к импульсу мотоцикла равно 1,5. Какова скорость мотоцикла?

Задача №2

По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ и $p_2 = 3,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, как показано на рисунке. После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Определите модуль импульса первой шайбы после удара.



Задача №3

Тело массой 0,2 кг свободно падает без начальной скорости. За некоторый промежуток времени изменение модуля импульса тела равно $8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен этот промежуток времени? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Задача №4

Чему равна реактивная сила тяги двигателя, выбрасывающего каждую секунду 15 кг продуктов сгорания топлива со скоростью 3 км/с относительно ракеты?

Задача №5

Школьник скатывается на санках со склона широкого оврага и затем с разгона сразу же начинает заезжать на санках вверх, на противоположный склон оврага. Коэффициент трения полозьев санок о снег всюду одинаков, углы наклона склонов оврага к горизонту всюду одинаковы. Как в результате переезда с одного склона на другой изменяются

следующие физические величины: модуль действующей на санки силы трения, модуль ускорения санок, модуль работы силы тяжести при перемещении санок вдоль склона на 1 метр?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) Модуль действующей на санки силы трения	1) Увеличивается
Б) Модуль ускорения санок	2) Уменьшается
В) Модуль работы силы тяжести при перемещении вдоль склона на 1 метр	3) Не изменяется

А	Б	В

Задача №6

Тело массой 3 кг под действием силы F перемещается вниз по наклонной плоскости на расстояние 5 м, расстояние тела от поверхности Земли при этом уменьшается на 3 м. Вектор силы F направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы F равен 20 Н. Какую работу при этом перемещении в системе отсчёта, связанной с наклонной плоскостью, совершила сила трения? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu=0,5$.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое замкнутая система?
- 2 Что такое импульс силы?
- 3 Как направлен импульс тела?
- 4 Назовите примеры реактивного движения в природе и технике.
- 5 Приведите примеры, когда работа силы- положительная величина.
- 6 Приведите примеры, когда работа силы - отрицательная величина.
- 7 Приведите примеры, когда работа силы равна нулю.

Практическая работа №9
Решение задач по теме «Мощность. Энергия.
Закон сохранения механической энергии.
Применение законов сохранения»

Раздел 1: Механика

Тема 1.3: Законы сохранения в механике

Количество часов: 2

Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Тележка движется со скоростью 3 м/с. Её кинетическая энергия равна 27 Дж. Какова масса тележки?

Решение.

Кинетическая энергия тележки связана с массой тележки и скоростью ее движения соотношением

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}.$$

Таким образом, масса тележки равна

$$m = \frac{2E_{\text{кин}}}{v^2} = \frac{2 \cdot 27 \text{ Дж}}{(3 \text{ м/с})^2} = 6 \text{ кг}.$$

Ответ: 6.

Задача №2

Растянутая на 2 см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 4 Дж. На сколько человек взялся за конец лежащего на земле однородного стержня длиной 2 м и массой 100 кг и поднял этот конец на высоту 1 м. Какую работу он совершил? (Ответ дайте в джоулях.) Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Решение.

Человек совершал работу против силы тяжести, то есть совершая им работа шла на увеличение потенциальной энергии стержня. Поскольку он поднимал стержень за один конец, а второй конец оставался на земле, центр масс стержня в итоге оказался на высоте 0,5 м. Следовательно, потенциальная энергия стержня увеличилась на

$$\Delta E_{\text{пот}} = mg \frac{h}{2} = 100 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ м} = 500 \text{ Дж}.$$

Именно этой величине и равна его работа.

Ответ: 500.

Задача №3

Задача №4

Камень массой 1 кг брошен вертикально вверх с начальной скоростью 4 м/с. На сколько увеличится потенциальная энергия камня от начала движения к тому времени, когда

Решение.

Для камня выполняется закон сохранения полной механической энергии. Увеличение потенциальной энергии равно убыли кинетической энергии:

$$\Delta E_{\text{пот}} = -\Delta E_{\text{кин}} = -\left(\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}\right) = -\left(\frac{1 \cdot (2 \text{ м/с})^2}{2} - \frac{1 \cdot (4 \text{ м/с})^2}{2}\right) = 6 \text{ Дж}.$$

Ответ: 6.

скорость камня уменьшится до 2 м/с?

Задача №5

Мальчик толкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова скорость санок у подножия горки? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².

Решение.

Поскольку трением санок о снег можно пренебречь, для них выполняется закон сохранения полной механической энергии. Пусть m — масса санок, $h = 10$ м — высота горки, $v = 5$ м/с — начальная скорость, а u — искомая скорость санок у подножия горки. Выпишем закон сохранения энергии (потенциальную энергию будем отсчитывать от низа горки):

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{mu^2}{2} \Leftrightarrow \frac{v^2}{2} + gh = \frac{u^2}{2} \Leftrightarrow u = \sqrt{v^2 + 2gh} = \sqrt{5^2 + 2 \cdot 10 \cdot 10} = 15 \text{ м/с.}$$

Ответ: 15.

Задача №6

Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно упруго соударяются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после их столкновения?



- 1) ↗
- 2) ←
- 3) ↓
- 4) ↖

Решение.

Абсолютно упругий удар — удар, в результате которого сохраняется полная кинетическая энергия системы тел. Из рисунка видно, что проекции импульсов на вертикальную ось равны и противоположны, поэтому их сумма равна нулю. Следовательно, общий импульс будет равен сумме горизонтальных импульсов и будет направлен влево.

Правильный ответ указан под номером 2.

Задача №7

Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите высоту h , если общая кинетическая энергия брусков после столкновения равна 2,5 Дж. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Решение.

Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 gh$, что даёт выражение

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 gh.$$

Подставляя значения масс и энергии из условия, получим численное значение $h = 0,8$ м.
Ответ: $h = 0,8$ м.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Хоккейная шайба массой 160 г летит со скоростью 10 м/с без вращения. Какова её кинетическая энергия? (Ответ дайте в джоулях.)

Задача №2

Какова энергия упругой деформации сжатой на 10 см пружины, если её жёсткость равна 5000 Н/м?

Задача №3

Человек взялся за конец лежащего на земле однородного стержня длиной 3 м и массой 50 кг и поднял этот конец на высоту 1 м. Какую работу он совершил? (Ответ дайте в джоулях.) Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Задача №4

Камень массой 2 кг брошен вертикально вверх с начальной скоростью 5 м/с. На сколько увеличится потенциальная энергия камня от начала движения к тому времени, когда скорость камня уменьшится до 1 м/с?

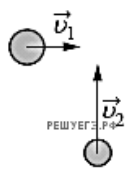
Задача №5

Мальчик толкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с, а у подножия горки она равнялась 15 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

Задача №6

Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?

- 1) \rightarrow
- 2) \nearrow
- 3) \searrow
- 4) \uparrow



Задача №7

Брусок массой $m_1 = 600 \text{ г}$ соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300 \text{ г}$. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите высоту h , если общая кинетическая энергия брусков после столкновения равна 3,5 Дж. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Контрольные вопросы

- 1 Какие силы называются консервативными?
- 2 Что называется механической мощностью? Напишите формулу, единицы измерения.
- 3 Напишите формулу мгновенной мощности.
- 4 Что такое КПД? По какой формуле и в чем измеряется КПД?
- 5 Какой удар называется абсолютно упругим?
- 6 Какой удар называется абсолютно неупругим?
- 7 Какие законы сохранения действуют при ударах или столкновениях?

Практическая работа №10

Решение задач по теме «Размеры и масса молекул и атомов. Скорости движения молекул. Параметры состояния идеального газа. Основное уравнение МКТ»

Раздел 2: Основы молекулярной физики и термодинамики

Тема 2.1: Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ.

Количество часов: 2

Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Какое количество вещества содержится в алюминиевой отливке массой 5,4 кг?

Дано: $m_{Al} = 5,4 \text{ кг}$ $v = ?$	Решение: Количество вещества — это величина, оцениваемая числом частиц, содержащихся в этом веществе.
---	--

Под частицами понимают тождественные структурные элементы вещества — атомы, молекулы, ионы и т. п. Единицей количества вещества служит *моль*. Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же частиц, сколько атомов содержится в 0,012 кг изотопа углерода ^{12}C . При решении задач часто используют понятие «молярная масса». Молярной массой M называют величину, равную отношению массы вещества m к количеству вещества ν :

$$M = \frac{m}{\nu}$$

В системе СИ она выражается в *кг/моль*. Чтобы узнать молярную массу любого вещества нужно определить его относительную молекулярную массу по таблице Менделеева. Далее берется количество граммов этого вещества, численно равное его молекулярной массе и выражается в единицах кг/моль. Например, алюминиевая отливка в качестве повторяющихся структурных элементов (частиц) имеет атомы алюминия. Относительная молекулярная масса Al приблизительно равна 27. Значит, его молярная масса M равна 27 г/моль = 0,027 кг/моль. Отсюда количество вещества в отливке составит:

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{5,4 \text{ кг}}{0,027 \text{ кг/моль}} = 200 \text{ моль.}$$

Ответ: $\nu = 200$ моль.

Задача №2

Сравнить массы и объемы двух тел, сделанных соответственно из олова и свинца, если в них содержатся равные количества вещества.

Дано: $\nu_{\text{св}} = \nu_{\text{ол}}$ $\rho_{\text{св}} = 7,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ $\rho_{\text{ол}} = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ $\frac{m_{\text{св}}}{m_{\text{ол}}} = ?$ $\frac{V_{\text{св}}}{V_{\text{ол}}} = ?$	Решение: По определению: $\nu = \frac{m}{M}$, $m = \rho V$, где ν — количество вещества, m — его масса, M — его молярная масса, ρ — плотность и V — объем вещества. Из равенства количества вещества имеем $\frac{m_{\text{св}}}{M_{\text{св}}} = \frac{m_{\text{ол}}}{M_{\text{ол}}} \Rightarrow \frac{m_{\text{св}}}{m_{\text{ол}}} = \frac{M_{\text{св}}}{M_{\text{ол}}}$
---	--

Определяем молярные массы олова и свинца по таблице Менделеева:

$$M_{\text{св}} = 0,119 \text{ кг/моль} \text{ и } M_{\text{ол}} = 0,207 \text{ кг/моль.}$$

Отсюда:

$$\frac{m_{\text{св}}}{m_{\text{ол}}} = \frac{0,207 \text{ кг/моль}}{0,119 \text{ кг/моль}} \approx 1,7.$$

Далее, выражая объем вещества через массу и плотность, получим:

$$\frac{V_{\text{св}}}{V_{\text{ол}}} = \frac{m_{\text{св}} \rho_{\text{ол}}}{m_{\text{ол}} \rho_{\text{св}}} = \frac{0,207 \text{ кг/моль} \cdot 7,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}{0,119 \text{ кг/моль} \cdot 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \approx 1,1.$$

Ответ: у свинцового тела масса в 1,7 раза больше, чем у оловянного, а объем больше в 1,1 раза.

Задача №3

Находившаяся в стакане вода массой 200 г полностью испарилась за 20 суток. Сколько в среднем молекул воды вылетало с ее поверхности за 1 с?

Дано: $m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$ $t = 20 \text{ сут}$ $N/t = ?$	Решение: Молярная масса M воды (H_2O) равна $0,018 \text{ кг/моль}$. В $0,2 \text{ кг}$ воды содержится: $N = \nu N_A = \frac{N_A m}{M} = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 0,2 \text{ кг}}{0,018 \text{ кг/моль}} =$ $= 6,7 \cdot 10^{24} \text{ молекул.}$ Такое количество молекул испарилось за время $t = 20 \text{ сут} = 480 \text{ час} = 480 \cdot 3600 \text{ с} = 1,728 \cdot 10^6 \text{ с.}$ Отсюда средняя скорость испарения будет $\frac{N}{t} = \frac{6,7 \cdot 10^{24}}{1,728 \cdot 10^6 \text{ с}} = 3,9 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}.$ Ответ: $N/t = 3,9 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}$.
--	---

Задача №4

В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в 4 раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость?

Дано: $p_2/p_1 = 4$ $v_{\text{ср.кв.2}}/v_{\text{ср.кв.1}} = ?$	Решение: Согласно молекулярно-кинетической теории газов, давление в сосуде p связано со средней квадратичной скоростью молекул $v_{\text{ср.кв.}}$ уравнением $p = \frac{nm_0 v_{\text{ср.кв.}}^2}{3},$ где n — концентрация молекул в сосуде, а m_0 — масса одной молекулы. Отсюда отношение давлений $\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_{\text{ср.кв.2}}^2}{v_{\text{ср.кв.1}}^2} \Rightarrow \frac{v_{\text{ср.кв.2}}}{v_{\text{ср.кв.1}}} = \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} = \sqrt{4} = 2.$ То есть средняя квадратичная скорость после нагревания возрастет в 2 раза. Ответ: средняя квадратичная скорость увеличилась в 2 раза.
---	--

Задача №5

Какое количество вещества содержится в газе, если при давлении 200 кПа и температуре 240 К его объем равен 40 л ?

Дано: $p = 200 \text{ кПа} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ $T = 240 \text{ К}$ $V = 40 \text{ л} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ $\nu = ?$	Решение: Количество вещества ν по определению называется отношением массы вещества m к его молярной массе M : $\nu = m/M$. Из уравнения Клапейрона-Менделеева $pV = \frac{RTm}{M}$ находим $\nu = \frac{m}{M} = \frac{pV}{RT} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 240 \text{ К}} = 4 \text{ моль.}$ Ответ: $\nu = 4 \text{ моль}$.
--	---

Задача №6

В закрытом сосуде с жесткими стенками находится кислород при некоторой температуре и давлении $55,5 \text{ кПа}$. Концентрация молекул кислорода $5,4 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. В этот сосуд добавляют азот при такой же температуре. Концентрация молекул азота в сосуде становится равной $7,2 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. Чему равно парциальное давление азота в этом сосуде? Ответ выразите в килопаскалях и округлите до целого числа.

Решение.

Основное уравнение МКТ связывает макроскопические параметры (давление, объём, температура) термодинамической системы с микроскопическими (масса молекул, средняя скорость их движения)

$$p = nkT,$$

где n — концентрация молекул газа.

Найдём температуру кислорода, которая по условию также равна температуре азота

$$T = \frac{p_1}{n_1 k}$$

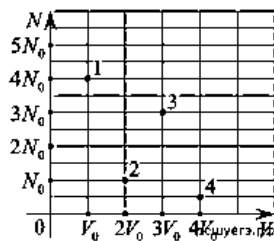
Парциальное давление азота тогда равно

$$p_2 = n_2 kT = \frac{n_2 p_1}{n_1} = \frac{7,2 \cdot 55,5}{5,4} = 74 \text{ кПа.}$$

Ответ: 74.

Задача №7

В сосуде под поршнем находится идеальный газ. В стенке сосуда есть клапан, с помощью которого можно изменять количество газа в сосуде. Перемещая поршень, можно изменять объём сосуда. На диаграмме изображены четыре равновесных состояния газа, соответствующие разным значениям числа N частиц в сосуде и занимаемого газом объёма V . Температура газа поддерживается постоянной. Определите отношение максимального давления в сосуде к минимальному.



Решение.

Из закона Авогадро $p = nkT = \frac{NkT}{V}$ найдем давление в каждой точке, используя значения из графика:

$$p_1 = \frac{4N_0kT}{V_0}, p_2 = \frac{N_0kT}{2V_0}, p_3 = \frac{3N_0kT}{V_0}, p_4 = \frac{N_0kT}{8V_0}.$$

Таким образом, максимальное значение давления в точке 1, минимальное — в точке 4. Таким образом, $\frac{p_1}{p_4} = 32$.

Ответ: 32.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Какова масса 500 моль углекислого газа?

Задача №2

Какой объём занимают 100 моль ртути?

Задача №3

Сравнить давления кислорода и водорода при одинаковых концентрациях молекул и равных средних квадратичных скоростях их движения.

Задача №5

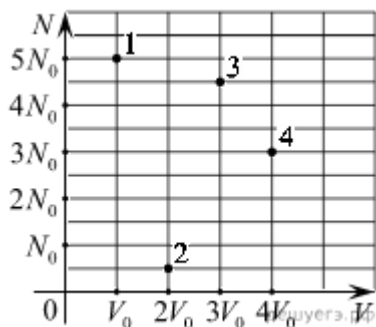
Каково давление сжатого воздуха, находящегося в баллоне вместимостью 20 л при температуре 12°C, если масса этого воздуха 2 кг?

Задача №6

В закрытом сосуде с жёсткими стенками находится кислород при некоторой температуре и давлении 55 кПа. Концентрация молекул кислорода $4 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. В этот сосуд добавляют азот при такой же температуре. Концентрация молекул азота в сосуде становится равной $7,2 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. На какую величину изменится давление в этом сосуде. Ответ выразите в килопаскалях.

Задача №7

В сосуде под поршнем находится идеальный газ. В стенке сосуда есть клапан, с помощью которого можно изменять количество газа в сосуде. Перемещая поршень, можно изменять объём сосуда. На диаграмме изображены четыре равновесных состояния газа, соответствующие разным значениям числа N частиц в сосуде и занимаемого газом объёма V . Температура газа поддерживается постоянной. Определите отношение максимального давления в сосуде к минимальному.



Практическая работа №11

Решение задач по теме «Основы термодинамики»

Раздел 2: Основы молекулярной физики и термодинамики

Тема 2.2: Основы термодинамики

Количество часов: 2

Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Какова внутренняя энергия 10 моль одноатомного газа при температуре 27°C?

Дано: $\nu = 10$ моль $t = 27^\circ\text{C} = 300\text{ K}$ $U = ?$	Решение: Внутренняя энергия термодинамической системы складывается из кинетической энергии теплового движения молекул и потенциальной энергии их взаимодействия.
--	---

Молекулы идеального газа не взаимодействуют друг с другом и, следовательно, его внутренняя энергия равна только кинетической энергии хаотического теплового движения молекул. Для одноатомного газа, у которого нет вращательных и колебательных движений и атомов в молекуле, средняя кинетическая энергия (энергия поступательного движения) теплового движения одной молекулы равна

$$E_{\text{ср}} = \frac{3kT}{2},$$

где k — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура. Так как в 1 моле вещества содержится N_A (число Авогадро) молекул, то внутренняя энергия одного моля одноатомного газа будет равна

$$U = N_A E_{\text{ср}} = \frac{3kN_A T}{2} = \frac{3RT}{2}.$$

Очевидно, что внутренняя энергия ν молей одноатомного газа составляет

$$U = \frac{3\nu RT}{2} = 1,5 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300\text{ K} = 37,4 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 37,4 \text{ кДж}.$$

Ответ: $U = 37,4$ кДж.

Задача №2

Как изменяется внутренняя энергия одноатомного газа при изобарном нагревании? при изохорном охлаждении? при изотермическом сжатии?

1. Запишем систему уравнений состояния идеального газа через внутреннюю энергию

$$\left. \begin{aligned} U_1 = p_1 V_1 = \frac{i}{2} \nu R T_1; \\ U_2 = p_2 V_2 = \frac{i}{2} \nu R T_2; \end{aligned} \right\}$$

2. Изобарное нагревание

$$U_2 - U_1 = p(V_2 - V_1),$$

при нагревании и постоянстве давления объем газа увеличивается, поэтому $U_2 > U_1$.

3. Изохорное охлаждение

$$U_1 - U_2 = \nu(p_1 - p_2); \quad p_1 > p_2; \Rightarrow \quad U_1 > U_2;$$

4. Изотермическое сжатие

$$p_1 V_1 = p_2 V_2; \Rightarrow \quad \Delta U = 0; \quad U_1 = U_2;$$

Задача №3

Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Какова работа, совершенная внешними силами над газом? (Ответ дайте в джоулях.)

Решение.

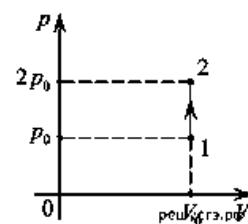
Согласно первому началу термодинамики, внутреннюю энергию системы можно изменить, передав системе тепло или совершив над ней работу: $\Delta U = Q + A'$. Отсюда находим, что работа, совершенная внешними силами над газом, равна

$$A' = \Delta U - Q = -100 \text{ Дж} - 100 \text{ Дж} = -200 \text{ Дж}.$$

Ответ: -200.

Задача №4

На PV -диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 20 кДж. Каково количество теплоты, полученное газом? (Ответ дайте в кДж.)



Решение.

Как видно из диаграммы, исследуемый процесс является изохорическим. Поскольку объём газа не изменялся, газ не совершал работы. Следовательно, согласно первому началу термодинамики, количество теплоты, полученное газом, равно изменению его внутренней энергии.

Ответ: 20.

Задача №5

Сколько дров надо сжечь в печи с КПД 40%, чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре -10°C , воду при 20°C ?

Дано: $m = 200 \text{ кг}$ $c_1 = 2100 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ $c_2 = 4190 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ $\eta = 40\%$ $t_1 = -10^\circ\text{C}$ $t_2 = 20^\circ\text{C}$ $\lambda = 330 \text{ кДж/кг} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ $q = 10^7 \text{ Дж/кг}$ $M = ?$ Масса дров	Решение: При сжигании массы M дров выделяется количество теплоты qM . Учитывая КПД печи на нагревание воды и снега идет количество энергии ηqM . Эта энергия идет на то, чтобы сначала нагреть снег от температуры t_1 до 0°C , затем расплавить его при 0°C и далее нагреть получившуюся воду от 0°C до t_2 . Для льда $Q_1 = mc_1(0^\circ - t_1) + m\lambda$, для воды $Q_2 = mc_2(t_2 - 0^\circ)$. Уравнение теплового баланса $\eta qM = Q_1 + Q_2 = m[c_1(0^\circ - t_1) + \lambda + c_2(t_2 - 0^\circ)]$.
--	--

$$M = \frac{m [c_1 (-t_1) + \lambda + c_2 t_2]}{\eta q}$$

$$= \frac{200 \text{ кг} \cdot \left[2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 10 \text{ К} + 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} + 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 20 \text{ К} \right]}{0,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}} = 21,74 \text{ кг} \approx 22 \text{ кг}.$$

Ответ: $M = 22 \text{ кг}$.

Задача №6

Температура нагревателя идеальной тепловой машины 117°C , а холодильника 27°C . Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1с, равно 60 кДж. Вычислить КПД машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику в 1 с, и мощность машины.

Дано: $T = 1 \text{ с}$ $t_1 = 117^\circ\text{C} = 390 \text{ К}$ $t_2 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ К}$ $Q_1 = 60 \text{ кДж}$ $\eta = ?$, $N = ?$, $Q_2 = ?$	Решение: КПД идеальной тепловой машины равен $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% = \frac{390 \text{ К} - 300 \text{ К}}{390 \text{ К}} \cdot 100\% = 23\%$. Для любой тепловой машины $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$,
--	--

где Q_1 — количество теплоты, полученное от нагревателя рабочим телом, Q_2 — количество теплоты, отданное рабочим телом холодильнику. Находим

$$Q_2 = Q_1 \left(1 - \frac{\eta}{100} \right) = 60 \text{ кДж} (1 - 0,23) = 46 \text{ кДж}.$$

Мощность машины равна отношению механической работы, совершенной ею, к промежутку времени, за который эта работа была совершена. По определению $A = Q_1 - Q_2$ и мощность

$$N = \frac{A}{T} = \frac{60 \text{ кДж} - 46 \text{ кДж}}{1 \text{ с}} = 14 \text{ кВт}.$$

Ответ: $\eta = 23\%$, $N = 14 \text{ кВт}$, $Q_2 = 46 \text{ кДж}$.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Сравнить внутренние энергии аргона и гелия при одинаковой температуре. Массы газов одинаковы.

Задача №2

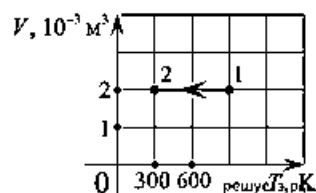
Какой объем занимают 100 моль ртути?

Задача №3

Каково изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 300 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 500 Дж? (Ответ дайте в джоулях.)

Задача №4

На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты, равное 3 кДж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия? Ответ дайте в килоджоулях.



Задача №6

Сколько стали, взятой при 20°C , можно расплавить в печи с КПД 50%, сжигая 2 т каменного угля?

Задача №7

Идеальная тепловая машина поднимает груз массой $m = 400 \text{ кг}$. Рабочее тело машины получает от нагревателя с температурой $t = 200^\circ\text{C}$ количество теплоты, равное $Q_1 = 80 \text{ кДж}$. Определить КПД двигателя и количество теплоты, переданное холодильнику Q_2 . На какую максимальную высоту H поднимет груз эта тепловая машина? Трением пренебречь. В качестве холодильника выступает окружающий воздух, находящийся при нормальных условиях.

Практическая работа №12

Решение задач по теме «Свойства паров. Влажность воздуха»

Раздел 2: Основы молекулярной физики и термодинамики

Тема 2.3: Свойства паров

Количество часов: 2

Цель: научиться решать качественные, графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Почему, если подышать себе на руку, чувствуется тепло, а если дунуть - ощущается прохлада? (Что можно сказать об интенсивности испарения с поверхности кожи в том и в другом случае? Какой воздух более теплый - тот, который мы выдыхаем, или тот, который окружает нас?).

Ответ. Температура выдыхаемого воздуха в обоих случаях одинакова. Но, если на руку подышать, то интенсивность испарения с поверхности кожи, не увеличивается, а если дунуть, то интенсивность испарения с поверхности кожи увеличивается и тело теряет большее количество теплоты. Отсюда ощущение прохлады. Воздух, который мы выдыхаем, теплее, чем окружающий нас, потому что температура человеческого тела выше температуры окружающего воздуха. Исключение составляет очень жаркий климат.

Задача №2

Английский ученый Блек для определения удельной теплоты парообразования воды поступал следующим образом. Он брал определенное количество воды при 0 °С и нагревал ее до кипения. Дальше он продолжал нагревать воду до тех пор, пока вся вода не обращалась в пар. При этом Блек заметил, что для выкипания всей воды требовалось времени в 5,33 раза больше, чем для того, чтобы это же количество воды от 0 °С нагреть до 100 °С. Чему равна по опытам Блека удельная теплота парообразования?

$$\text{Из опыта Блека } \frac{Q_{\text{исп}}}{Q_{\text{нагр}}} = 5,33, \text{ т.е. } \frac{Lm}{cm(t_2 - t_1)} = 5,33; \text{ сократим}$$

массу:

$$L = 5,33 \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 5,33 \cdot 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)} \cdot 100 \text{ °C} = 2,2 \text{ МДж}$$

Ответ: 2,2 МДж.

Задача №3

В закрытом сосуде вместимостью 5 л находится ненасыщенный водяной пар массой 50 мг. При какой температуре пар будет насыщенным?

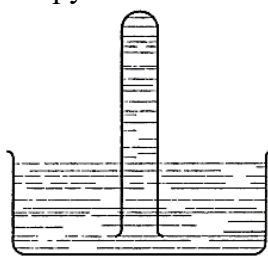
Дано:	Решение:
$V = 5 \text{ л}$	Найдем абсолютную влажность воздуха в сосуде. По определению,
$m = 50 \text{ мг}$	абсолютной влажностью называется масса пара в единице объема
$t = ?$	воздуха, т. е., фактически, плотность пара $\rho_n = m/V$. По условию
	$\rho_n = \frac{50 \text{ мг}}{5 \text{ л}} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{ г}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 10 \text{ г/м}^3.$

Такая плотность пара соответствует плотности насыщенного пара при температуре $t = 11 \text{ °C}$ (см. табл.). То есть, если данный сосуд охладить до 11 °C и ниже, то пар в нем станет насыщенным.

Ответ: $t \leq 11 \text{ °C}$.

Задача №4

Трубка, один конец которой закрыт, наполнена водой и открытым концом погружена в сосуд с водой. Вода в сосуде и трубке нагрета до температуры кипения. Что будет происходить с водой в трубке?



Решение. Температура кипения жидкости при уменьшении давления понижается. Поэтому, если бы уровень воды в трубке был выше уровня воды в сосуде на h , давление паров воды оказалось бы меньше атмосферного на ρgh (ρ — плотность воды) и началось бы кипение. Этот процесс прекратится,

когда уровень воды в трубке опустится до ее уровня в сосуде.

Ответ: уровень воды в трубке опустится до ее уровня в сосуде.

Задача №5

При каком давлении вода будет кипеть при 19°C ?

Дано: $t = 19^\circ\text{C}$
 $p = ?$

Решение: Кипение жидкости начинается, когда давление насыщенного пара над ее поверхностью становится равным внешнему давлению. По таблице находим, что давление насыщенного пара при $t = 19^\circ\text{C}$ равно 2,2 кПа. Следовательно, при внешнем давлении 2,2 кПа начнется кипение воды при 19°C .

Ответ: $p = 2,2$ кПа.

Задача №6

Парциальное давление водяного пара в воздухе при 19°C было 1,1 кПа. Найти относительную влажность.

Дано: $t = 19^\circ\text{C}$
 $p_n = 1,1$ кПа
 $\varphi = ?$

Решение: По определению, относительной влажностью φ называется отношение парциального давления пара к давлению насыщенного пара при той же температуре. По таблице находим, что при $t = 19^\circ\text{C}$ давление насыщенного пара равно 2,2 кПа. Следовательно, относительная влажность

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{н.л.}} \cdot 100\% = \frac{1,1 \text{ кПа}}{2,2 \text{ кПа}} \cdot 100\% = 50\%.$$

Ответ: $\varphi = 50\%$.

Зависимость давления p и плотности ρ насыщенного водяного пара от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
-5	0,40	3,2	11	1,33	10,0
0	0,61	4,8	12	1,40	10,7
1	0,65	5,2	13	1,49	11,4
2	0,71	5,6	14	1,60	12,1
3	0,76	6,0	15	1,71	12,8
4	0,81	6,4	16	1,81	13,6
5	0,88	6,8	17	1,93	14,5
6	0,93	7,3	18	2,07	15,4
7	1,0	7,8	19	2,20	16,3
8	1,06	8,3	20	2,33	17,3
9	1,14	8,8	25	3,17	23,0
10	1,23	9,4	50	12,3	83,0

Задача №6

Влажный термометр психрометра показывает 10°C , а сухой 14°C . Найти относительную влажность, парциальное давление и плотность водяного пара.

Дано: $t_c = 14^{\circ}\text{C}$
 $t_n = 10^{\circ}\text{C}$
 $\varphi = ?$
 $p_n = ?$
 $\rho_n = ?$

Решение:
 Находим $\Delta t = t_c - t_n = 14^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} = 4^{\circ}\text{C}$. По таблице определяем относительную влажность $\varphi = 60\%$. Для температуры $t = 14^{\circ}\text{C}$ парциальное давление насыщенного пара равно $p_{н.п.} = 1,60$ кПа, а его плотность $\rho_{н.п.} = 12,1$ г/м³ (см. таблицу). Зная φ , $p_{н.п.}$ и $\rho_{н.п.}$, находим парциальное давление

$$p_n = \frac{\varphi p_{н.п.}}{100\%} = \frac{60\% \cdot 1,60 \text{ кПа}}{100\%} = 0,96 \text{ кПа}$$

и плотность пара

$$\rho_n = \frac{\varphi \rho_{н.п.}}{100\%} = \frac{60\% \cdot 12,1 \text{ г/м}^3}{100\%} = 7,26 \text{ г/м}^3 \approx 7,3 \text{ г/м}^3.$$

Ответ: $\varphi = 60\%$, $p_n = 0,96$ кПа, $\rho_n = 7,3$ г/м³.

Психрометрическая таблица										
Показания сухого термометра, $^{\circ}\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Относительная влажность, %										
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34

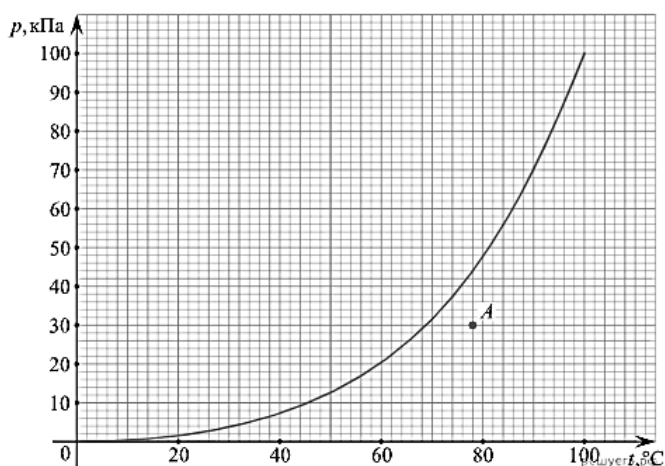
Задача №7

Чем объяснить появление зимой инея на оконных стеклах? С какой стороны стекла он появляется?

Ответ. Теплый и влажный воздух из комнаты около окна может иметь давление пара выше, чем давление насыщенного пара при температуре окна. В этом случае происходит конденсация. Если температура окна ниже температуры замерзания воды, то на внутренней стороне стекла появляется иней.

Задача №8

На рисунке изображена зависимость давления p насыщенного водяного пара от температуры t . Точкой A на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа процентов.



Решение.

Относительная влажность может быть вычислена как отношение давления пара к давлению насыщенного пара при той же температуре: $\varphi = \frac{30 \text{ кПа}}{44 \text{ кПа}} \cdot 100\% \approx 68\%$.

Ответ: 68.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Удельная теплота парообразования эфира значительно меньше удельной теплоты парообразования воды. Почему же смоченная эфиром рука ощущает более сильное охлаждение, чем при смачивании ее водой?

Задача №2

В закрытом сосуде вместимостью 2 л находится насыщенный водяной пар при 20°C . Сколько воды образуется в сосуде при понижении температуры до 5°C ?

Задача №3

При каком давлении вода будет кипеть при 25°C ?

Задача №4

Парциальное давление водяного пара в воздухе при 20°C было 1,3кПа. Найти относительную влажность.

Задача №5

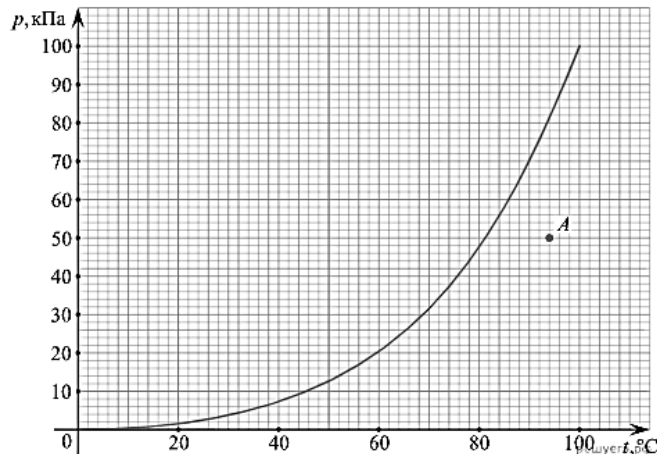
Почему иногда поверхности окон запотевают? Какие это поверхности - внешние или внутренние? При каких условиях на этих поверхностях образуется лед?

Задача №6

Влажный термометр психрометра показывает 12°C , а сухой 18°C . Найти относительную влажность, парциальное давление и плотность водяного пара.

Задача №7

На рисунке изображена зависимость давления p насыщенного водяного пара от температуры T . Точкой А на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха (в процентах) в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.



Контрольные вопросы

- 1 Какие открытия сделал английский ученый Блек?
- 2 Какое физическое явления описывает количественно точка росы?
- 3 Опишите устройство гигрометра (выполните рисунок).
- 4 Опишите устройство психрометра (выполните рисунок).
- 5 Что значит выражение «сухой воздух»? «Влажный воздух»?
- 6 Какие технические устройства могут изменить влажность воздуха (повысить или понизить)?

Практическая работа №13

Решение задач по теме «Электрические заряды. Закон Кулона»

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.1: Электрическое поле

Количество часов: 1

Цель: научиться решать экспериментальные, графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл. Ответ выразите в микроньютонах.

Решение.

$$\text{Точечные заряды взаимодействуют с силой } F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8 \cdot 10^{-8} \cdot 8 \cdot 10^{-8}}{4^2} = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 3,6 \text{ мкН.}$$

Ответ: 3,6.

Задача №2

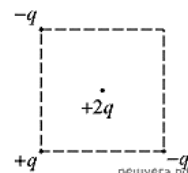
Между двумя точечными заряженными телами сила электрического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а заряд другого тела уменьшить в 3 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то какова будет сила взаимодействия между телами? (Ответ дайте в мН.)

Решение.

Согласно закону Кулона, сила взаимодействия электрических зарядов прямо пропорциональна произведению величин зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$. Таким образом, увеличение заряда одного из тел в 2 раза, уменьшение заряда второго тела в 3 раза и уменьшение расстояния между телами в 2 раза приведет к увеличению силы взаимодействия в $\frac{2 \cdot 1/3}{(1/2)^2} = \frac{8}{3}$ раза. Она станет равной $\frac{8}{3} \cdot 12 \text{ мН} = 32 \text{ мН}$.

Задача №3

В трёх вершинах квадрата размещены точечные заряды: $-q, +q, -q$ ($q > 0$) (см. рисунок). Куда направлена кулоновская сила, действующая со стороны этих зарядов на точечный заряд $+2q$, находящийся в центре квадрата?



- 1) \rightarrow
- 2) \swarrow
- 3) \nearrow
- 4) \nwarrow

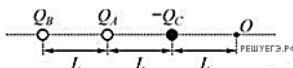
Решение.

Силы притяжения со стороны отрицательных зарядов уравновешивают друг друга, поэтому суммарная сила трёх зарядов совпадает с силой со стороны положительного заряда, который отталкивает центральный заряд по прямой их соединяющей, т. е. вправо вверх.

Правильный ответ указан под номером 3.

Задача №4

На одной прямой на одинаковом расстоянии друг от друга расположены точечные положительные заряды $+Q_A, +Q_B$ и точечный отрицательный заряд $-Q_C$ (см. рисунок), причём заряды Q_A и Q_C равны по модулю. При таком расположении зарядов напряжённость электрического поля в точке O равна нулю. Определите отношение модуля заряда Q_B к модулю заряда Q_A . Ответ дайте с точностью до сотых.



Решение.

Вектор напряжённости электростатического поля, создаваемого точечным зарядом направлен «от» положительного заряда, и «к» отрицательному. Напряжённость пропорциональна заряду и обратно пропорциональна квадрату расстояния до него. Используя эту информацию, выпишем условие обращения в нуль напряжённости электрического поля в точке O :

$$E_A + E_B - E_C = 0 \Leftrightarrow \frac{kQ_A}{(2L)^2} + \frac{kQ_B}{(3L)^2} - \frac{kQ_C}{L^2} = 0 \Leftrightarrow \frac{Q_A}{4} + \frac{Q_B}{9} - Q_C = 0 \Leftrightarrow \frac{3Q_A}{4} = \frac{Q_B}{9} \Leftrightarrow \frac{Q_B}{Q_A} = 6,75.$$

Ответ: 6,75.

Задача №5

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на длинной шелковой нити легкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на нее положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.

Решение.

- 1) Гильза притянется к пластине, коснется ее, а потом отскочит и зависнет в отклоненном состоянии.
- 2) Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдет ее электризация: та ее сторона, которая ближе к пластине (левая), будет иметь отрицательный заряд, а противоположная сторона (правая) — положительный. Поскольку сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет больше отталкивания правой стороны гильзы. Гильза будет притягиваться к пластине и двигаться, пока не коснется ее.
- 3) В момент касания часть электронов перейдет с гильзы на положительно заряженную пластину, гильза приобретет положительный заряд и оттолкнется от теперь уже одновременно заряженной пластины.
- 4) Под действием силы отталкивания гильза отклонится вправо и зависнет в положении, когда равнодействующая силы электростатического отталкивания, силы тяжести и силы натяжения нити станет равна нулю.



2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

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

Задача №2

Между двумя точечными заряженными телами сила электрического взаимодействия равна 24 мН. Если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а заряд другого тела уменьшить в 3 раза и расстояние между телами увеличить в 2 раза, то какова будет сила взаимодействия между телами? (Ответ дайте в мН.)

Задача №3

В вершинах правильного шестиугольника со стороной a помещены друг за другом заряды $+q, +q, +q, -q, -q, -q$. Найти силу, действующую на заряд $+q$, который находится в центре шестиугольника.

Задача №4

Заряды $+q$ и $-q$ расположены так, как показано на рисунке. Заряд помещают сначала в точку C , а затем в точку D . Сравните силы (по модулю), действующие на этот заряд, если $DA = AC = CB$.



Задача №5

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шелковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на неё отрицательный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.



Практическая работа №14

Решение задач «Электрическое поле. Потенциал. Напряжение»

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.1: Электрическое поле

Количество часов: 1

Цель: научиться решать качественные и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м?

<p>Дано: $q = 12 \text{ нКл} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ $E = 2 \text{ кВ/м} = 2 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ $F = ?$</p>	<p>Решение: По определению на заряд q в поле напряженностью \vec{E} действует сила $\vec{F} = q\vec{E}$. $F = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ В/м} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 24 \text{ мкН}$.</p>
--	--

Ответ: $F = 24 \text{ мкН}$.

Задача №2

Какова разность потенциалов между точками поля, если при перемещении заряда 12 мкКл из одной точки в другую электростатическое поле совершает работу $0,36 \text{ мДж}$? (Ответ дать в вольтах.)

Решение.

Разность потенциалов представляет собой работу по переносу единичного заряда между точками поля. Следовательно, разность потенциалов равна $\frac{0,36 \text{ мДж}}{12 \text{ мкКл}} = 30 \text{ В}$.

Ответ: 30.

Задача №3

Шар радиусом 10 см равномерно заряжен электрическим зарядом. В таблице представлены результаты измерений модуля напряженности E электрического поля от расстояния r до поверхности этого шара. Чему равен модуль заряда шара? (Ответ дать в нКл.) Коэффициент k принять равным $9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.

$r, \text{ см}$	10	20	30	40	50
$E, \text{ В/м}$	900	400	225	144	100

Решение.

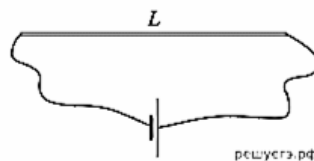
Напряженность электрического поля любого сферически симметричного распределения зарядов, вне этих зарядов рассчитывается по формуле $E = k \frac{q}{R^2}$, где R — расстояние от центра симметрии, в данном случае от центра шара. Заметим, что в таблице нам дано расстояние от поверхности шара. Если обозначить радиус шара за R_0 , то $R = R_0 + r$. Используя два любых соответственных значения E и r , найдем заряд шара:

$$q = \frac{E(R_0 + r)^2}{k} = \frac{900 \cdot (0,1 + 0,1)^2}{9 \cdot 10^9} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 4 \text{ нКл}.$$

Ответ: 4.

Задача №4

В электрическую цепь включена медная проволока длиной 20 см . При напряженности электрического поля 50 В/м сила тока в проводнике равна 2 А . Какое приложено



Решение.

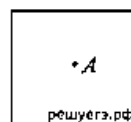
Разность потенциалов (напряжение) между двумя точками в однородном электрическом поле, расстояние между этими точками и напряженность поля связаны соотношением $Ed = U$. Внутри медной проволоки действует однородное электрическое поле, создаваемое источником. Следовательно, к концам проволоки приложено напряжение

$$U = 50 \text{ В/м} \cdot 0,2 \text{ м} = 10 \text{ В}.$$

напряжение к концам проволоки? (Ответ дать в вольтах.)

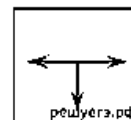
Задача №5

Проволочный каркас, изогнутый в виде буквы П, заряжен равномерно по длине положительным зарядом. Определите, как направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор напряжённости электростатического поля, создаваемого этим заряженным каркасом в точке A . Ответ запишите словом (словами).



Решение.

На каждом малом участке проводника Δl находится положительный заряд Δq , напряжённость поля которого в точке A направлена от заряда. Суммарная напряжённость поля, созданного левым проводником, направлена вправо, правым — влево, верхним — вниз. Используя принцип суперпозиции полей, получаем, что результирующий вектор напряжённости направлен вниз.



Ответ: вниз.

Задача №6

Если к незаряженному металлическому шару поднести, не касаясь, точечный положительный заряд, то на стороне шара, ближайшей к заряду, появится отрицательный заряд. Как называется это явление (электризация, электростатическая индукция, электромагнитная индукция, поляризация)?

Решение.

Явление наведения собственного электростатического поля при действии на тело внешнего электрического поля называется электростатической индукцией.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила $0,4 \text{ мкН}$. Найти напряженность поля в этой точке.

Задача №2

Модуль напряженности однородного электрического поля равен 100 В/м . Каков модуль разности потенциалов между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля на расстоянии 5 см ?

Задача №3

Шар радиусом 20 см равномерно заряжен электрическим зарядом. В таблице представлены результаты измерений модуля напряжённости E электрического поля от расстояния r до поверхности этого шара. Чему равен модуль заряда шара? (Ответ дать в нКл.) Коэффициент k принять равным $9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.

$r, \text{ см}$	20	40	60	80	100
$E, \text{ В/м}$	225	100	56,25	36	25

Задача №4

В электрическую цепь включена медная проволока длиной 30 см . При напряженности электрического поля 60 В/м сила тока в проводнике равна 4 А . Какое приложено напряжение к концам проволоки? (Ответ дать в вольтах.)

Задача №5



Проволочный каркас, изогнутый в виде буквы П, заряжен равномерно по длине отрицательным зарядом. Определите, как направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор напряжённости электростатического поля, создаваемого этим заряженным каркасом в точке A . Ответ запишите словом (словами).

Практическая работа №15

Расчет характеристик конденсатора

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.1: Электрическое поле

Количество часов: 1

Цель: научиться рассчитывать основные характеристики конденсаторов и их соединений, простые схемы включения конденсаторов в цепь.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Модуль напряжённости электрического поля в плоском воздушном конденсаторе ёмкостью 50 мкФ равен 200 В/м. Расстояние между пластинами конденсатора 2 мм. Чему равен заряд этого конденсатора? Ответ выразите в микрокулонах.

Решение.

Напряжённость поля в конденсаторе может быть вычислена по формуле:

$$E = \frac{U}{d} \Leftrightarrow U = Ed.$$

Заряд на обкладках конденсатора связан с ёмкостью и напряжением:

$$q = CU = CE d = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 200 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ мкКл.}$$

Ответ: 20.

Задача №2

Какова ёмкость конденсатора, если при его зарядке до напряжения 1,4 кВ он получает заряд 28 нКл?

<p>Дано: $U = 1,4 \text{ кВ} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ В}$ $q = 28 \text{ нКл} = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ $C = ?$</p>	<p>Решение: По определению $C = \frac{q}{U} = \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{1,4 \cdot 10^3 \text{ В}} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ Ф} = 20 \text{ пФ.}$</p>
<p>Ответ: $C = 20 \text{ пФ.}$</p>	

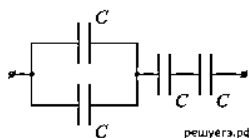
Задача №3

Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см², а расстояние между ними 1 см. Какова энергия поля, если напряжённость поля 500 кВ/м?

<p>Дано: $E = 500 \text{ кВ/м} = 5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ $d = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$ $S = 200 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ $W = ?$</p>	<p>Решение: Для энергии плоского конденсатора $W = CU^2/2$. Подставив в эту формулу выражения $C = \epsilon_0 \epsilon S/d$ и $U = Ed$, получим $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S E^2 d^2}{2d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S E^2 d}{2}$ $= 0,5 \cdot 8,8510 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 25 \cdot 10^{10} \text{ В}^2/\text{м}^2 \cdot 10^{-2} \text{ м} =$ $= 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ Дж} = 220 \text{ мкДж.}$ Ответ: $W = 220 \text{ мкДж.}$</p>
---	---

Задача №4

Четыре конденсатора одинаковой электроёмкости $C = 25 \text{ пФ}$ соединены так, как показано на схеме. Определите электроёмкость полученной батареи конденсаторов. Ответ выразите в пикофарадах.



Решение.

При параллельном соединении конденсаторов их ёмкости складываются. При последовательном соединении общая ёмкость конденсаторов находится по формуле:

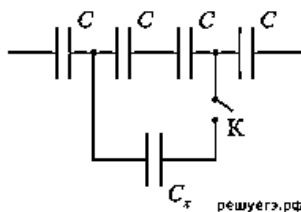
$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C+C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{5}{2C}.$$

Отсюда $C_{\text{общ}} = 0,4C = 10 \text{ пФ.}$

Ответ: 10.

Задача №5

Участок цепи, схема которого изображена на рисунке, до замыкания ключа К имел электрическую ёмкость 3 нФ. После замыкания ключа электроёмкость данного участка цепи стала равной 4 нФ. Чему равна электроёмкость конденсатора C_x (в нФ)?



Решение.

При последовательном соединении конденсаторов их общая ёмкость находится по формуле:

$$\frac{1}{C_{\text{общ1}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} = \frac{4}{C} = \frac{1}{3 \text{ нФ}}.$$

Отсюда $C = 12 \text{ нФ}$.

После замыкания ключа, учитывая что при параллельном соединении конденсаторов их ёмкости складываются, получаем:

$$\frac{1}{C_{\text{общ2}}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{(C/2 + C_x)} + \frac{1}{C} = \frac{1}{4 \text{ нФ}}.$$

Находим отсюда $C_x = 6 \text{ нФ}$.

Ответ: б.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см^2 . Заряд пластин $1,42 \text{ мкКл}$. Найти напряженность поля между пластинами.

Задача №2

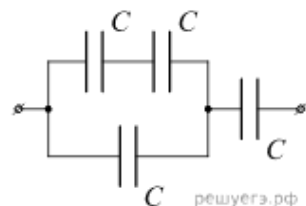
Наибольшая ёмкость лабораторного конденсатора 58 мкФ . Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения 50 В ?

Задача №3

Конденсатору ёмкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл . Какова энергия заряженного конденсатора?

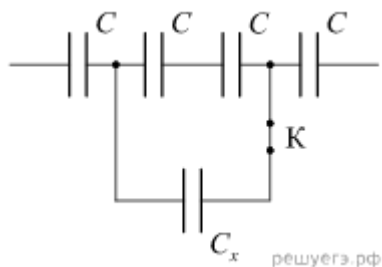
Задача №4

Четыре конденсатора одинаковой электроёмкости $C = 25 \text{ пФ}$ соединены так, как показано на схеме. Определите электроёмкость полученной батареи конденсаторов. Ответ выразите в пикофарадах.



Задача №5

Участок цепи, схема которого изображена на рисунке, до размыкания ключа К имел электрическую ёмкость 8 нФ . После размыкания ключа электроёмкость данного участка цепи стала равной 6 нФ . Чему равна электроёмкость конденсатора C_x ? Ответ выразите в нанофарадах.



Практическая работа №16

Решение задач по теме «Законы постоянного тока»

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.2: Законы постоянного тока

Количество часов: 2

Цель: научиться решать экспериментальные, графические и аналитические физические задачи, рассчитывать простые схемы электрических цепей постоянного тока.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 20 минут? (Ответ дайте в кулонах)

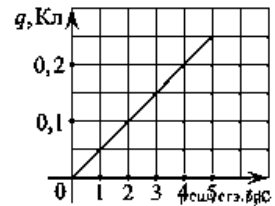
На графике представлена зависимость от времени заряда, прошедшего по проводнику. Какова сила тока в проводнике? (Ответ дайте в амперах)

Решение.

Сила тока, по определению, есть скорость протекания заряда через проводник. Из графика видно, что зависимость прошедшего по проводнику заряда от времени линейна, а значит, сила тока оставалась постоянной на протяжении всего времени наблюдения. Используя две любые удобные точки на графике, находим силу тока в проводнике:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{(0,2 \text{ Кл} - 0,1 \text{ Кл})}{(4 \text{ с} - 2 \text{ с})} = 0,05 \text{ А.}$$

Ответ: 0,05.



Задача №2

Задача №3

Обмотка реостата сопротивлением 84 Ом выполнена из никелиновой проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм². Какова длина проволоки?

Дано:

$$R = 84 \text{ Ом}$$

$$\rho = 42 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$$

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

$$l = ?$$

Решение:

Сопротивление проводника R выражается в виде $R = \rho l/S$, где ρ — удельное сопротивление, l — длина, S — площадь поперечного сечения проводника. Отсюда находим длину проволоки

$$l = \frac{RS}{\rho} = \frac{84 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ мм}^2}{42 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = 2 \cdot 10^2 \text{ м} = 200 \text{ м.}$$

Ответ: $l = 200 \text{ м.}$

Задача №4

Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины ученику выдали пять проводников, характеристики которых указаны в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	100 см	0,5 мм	алюминий
2	100 см	1,0 мм	алюминий
3	100 см	1,0 мм	медь
4	200 см	0,5 мм	медь
5	200 см	1,0 мм	алюминий

Решение.

Чтобы исследовать зависимость сопротивления проводника от его длины необходимо выбрать проводники из одного материала, одного диаметра, но разной длины. Для этой цели подходят проводники 2 и 5.

Задача №5

Можно ли включать в сеть с напряжением $U = 220$ В обмотку реостата, на котором написано: а) $R_1 = 30$ Ом, $I_1 = 5$ А; б) $R_2 = 2000$ Ом, $I_2 = 0,2$ А?

$$U_1 = I_1 R_1 = 150 \text{ В}; \quad U > U_1;$$

$$U_2 = I_2 R_2 = 400 \text{ В}; \quad U < U_2;$$

Задача №6

На графике показана зависимость силы тока I , текущего в цилиндрическом медном проводнике с площадью поперечного сечения $3,4$ мм², от приложенного к его концам напряжения U . Удельное сопротивление меди $0,017$ Ом · мм²/м.

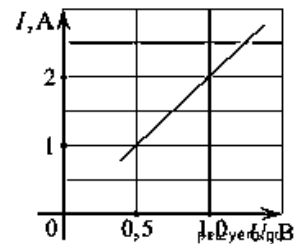
Чему равна длина этого проводника? Ответ запишите в метрах.

Решение.

Сопротивление проводника равно $R = \frac{U}{I}$, $R = \frac{\rho l}{S}$. Следовательно,

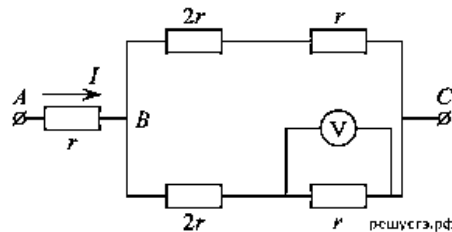
$$l = \frac{US}{\rho I} = \frac{1 \cdot 3,4}{2 \cdot 0,017} = 100 \text{ м.}$$

Ответ: 100.



Задача №7

На рисунке показана схема участка электрической цепи. По участку AB течёт постоянный ток $I = 6$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр, если сопротивление $r = 1$ Ом? (Ответ дайте в вольтах.)



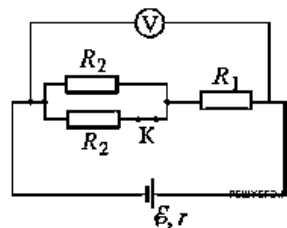
Решение.

Идеальный вольтметр покажет напряжение U на резисторе r , которое по закону Ома равно $I_2 r$. Верхний участок цепи и нижний участок цепи в параллельном участке имеют одинаковое сопротивление, поэтому сила тока в этих участках одинаковая и $I_1 = I_2 = 0,5I$. Тогда $U = 3 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} = 3 \text{ В}$.

Ответ: 3.

Задача №8

На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника напряжения с ЭДС 7 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, трёх резисторов, идеального вольтметра и замкнутого ключа K . Известно, что $R_1 = 1$ Ом и $R_2 = 3$ Ом. Определите, на какую величину изменится показание вольтметра, если разомкнуть ключ. Ответ дайте в вольтах.



Решение.

При замкнутом ключе общее сопротивление цепи равно $R_{\text{общ}} = \frac{R_2}{2} + R_1 = 2,5$ Ом.

По закону Ома для полной цепи сила тока равна $I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}} + r} = \frac{7}{3,5} = 2$ А. По закону

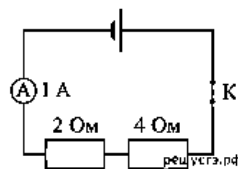
Ома для участка цепи напряжение на участке, к которому параллельно присоединен вольтметр равно $U = I \cdot R_{\text{общ}} = 2 \cdot 2,5 = 5$ В.

При разомкнутом ключе в цепи будет последовательное соединение двух резисторов, общее сопротивление которых равно $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 = 4$ Ом. Сила тока по закону Ома для полной цепи равна $I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}} + r} = \frac{7}{5} = 1,4$ А. Напряжение находим по закону Ома для участка цепи $U = I \cdot R_{\text{общ}} = 1,4 \cdot 4 = 5,6$ В. Отсюда следует, что напряжение увеличилось на 0,6 В.

Ответ: 0,6.

Задача №9

Ученик собрал электрическую цепь, изображенную на рисунке. Какая энергия выделится во внешней части цепи при протекании тока в течение 10 мин? (Ответ выразите в кДж. Необходимые данные указаны на схеме. Амперметр считать идеальным.)



Решение.

Согласно закону Джоуля — Ленца, энергия выделяющаяся за время t при протекании через сопротивление величиной R тока I равна $Q = I^2 R t$. На схеме ученика резисторы 2 Ом и 4 Ом соединены последовательно, а значит, их общее сопротивление равно $2 + 4 = 6$ Ом. Сила тока равна 1 А. Таким образом, во внешней цепи за 10 минут выделится $Q = (1 \text{ А})^2 \cdot 6 \text{ Ом} \cdot (10 \cdot 60 \text{ с}) = 3600 \text{ Дж} = 3,6 \text{ кДж}$.

Ответ: 3,6.

Задача №10

Электрический чайник мощностью 2,2 кВт рассчитан на включение в электрическую сеть напряжением 220 В. Определите силу тока в нагревательном элементе чайника при его работе в такой сети. Ответ приведите в амперах.

Решение.

Электрическую мощность можно рассчитать по формуле: $N = I^2 R = UI$, откуда $I = \frac{N}{U} = \frac{2,2 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{220 \text{ В}} = 10$ А.

Ответ: 10.

Задача №11

На плавком предохранителе указано: «30 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в сеть с напряжением 36 В, чтобы предохранитель не расплавился? Ответ приведите в ваттах.

Решение.

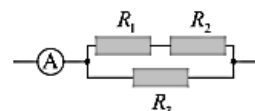
Мощность вычисляется по формуле: $P = IU$. Таким образом, предельная мощность равна $P = 36 \text{ В} \cdot 30 \text{ А} = 1080 \text{ Вт}$.

Ответ: 1080.

Задача №12

На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх одинаковых резисторов и идеального амперметра, который показывает силу тока 3 А.

Найдите отношение мощности, выделяемой в сопротивлении R_3 к мощности, выделяемой в сопротивлении R_1 .



Решение.

Поскольку резисторы одинаковы, то через резистор R_3 течёт ток силой 2 А, а через последовательно соединённые резисторы R_1 и R_2 течёт ток силой 1 А. Отношение мощностей:

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{I_3^2 R_3}{I_1^2 R_1} = \frac{I_3^2}{I_1^2} = \frac{2^2}{1^2} = 4.$$

Ответ: 4.

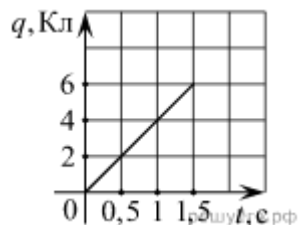
2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5 А. За сколько секунд заряд 60 Кл пройдет по проводнику?

Задача №2

По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, прошедшего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Какова сила тока в проводнике? (Ответ дайте в амперах.)



Задача №3

Обмотка реостата, изготовленная из никелиновой проволоки, имеет сопротивление 36 Ом. Какой длины эта проволока, если площадь ее поперечного сечения равна 0,2 мм²?

Задача №4

Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра (сечения) ученику выдали пять проводников, характеристики которых указаны в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	100 см	0,5 мм	алюминий
2	100 см	1,0 мм	алюминий
3	100 см	1,0 мм	медь
4	200 см	0,5 мм	медь
5	200 см	1,0 мм	алюминий

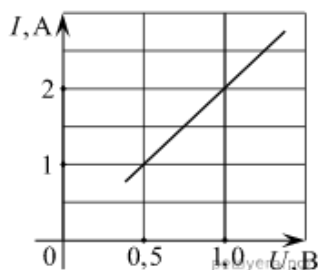
Задача №5

Можно ли включить в сеть напряжением 220 В реостат, на котором написано: а) 30 Ом, 5 А; б) 2000 Ом, 0,2 А?

Задача №6

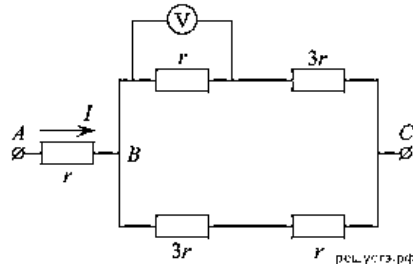
На графике показана зависимость силы тока I , текущего в цилиндрическом алюминиевом проводнике с площадью поперечного сечения 1,4 мм², от приложенного к его концам напряжения U . Удельное сопротивление алюминия 0,028 Ом · мм²/м.

Чему равна длина этого проводника? *Ответ запишите в метрах.*



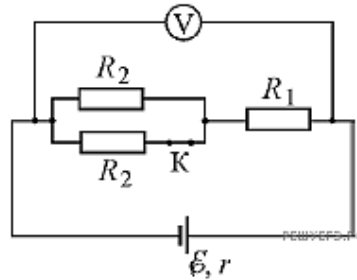
Задача №7

На рисунке показана схема участка электрической цепи. По участку AB течёт постоянный ток $I = 2$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр, если сопротивление $r = 1$ Ом? (Ответ дайте в вольтах.)



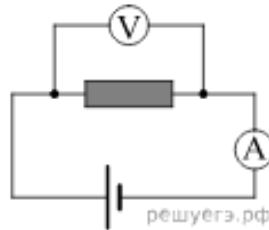
Задача №8

На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника напряжения с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, трёх резисторов, идеального вольтметра и замкнутого ключа К. Известно, что $R_1 = 3$ Ом и $R_2 = 1$ Ом. Определите, на какую величину изменится показание вольтметра, если разомкнуть ключ. Ответ дайте в вольтах.



Задача №9

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, измерительные приборы идеальные, вольтметр показывает значение напряжения 8 В, а амперметр — значение силы тока 2 А. Какое количество теплоты выделится в резисторе за 1 секунду? (Ответ дайте в джоулях)

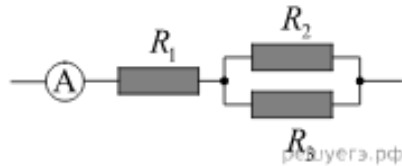


Задача №10

На плавком предохранителе сети напряжением 380 В указано: «10 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту сеть, чтобы предохранитель не расплавился? Ответ приведите в ваттах.

Задача №11

На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх одинаковых резисторов и идеального амперметра, который показывает силу тока 2 А. Найдите отношение мощности, выделяемой в сопротивлении R_1 к мощности, выделяемой в сопротивлении R_3 .



Практическая работа №17
Решение задач по теме «Электрический ток в проводниках, электролитах, вакууме, газах»

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.3: Электрический ток в различных средах

Количество часов: 2

Цель: научиться решать экспериментальные, аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Через проводник постоянного сечения течёт постоянный ток силой 1 нА. Сколько электронов в среднем проходит через поперечное сечение этого проводника за 0,72 мкс?

Решение.

Сила тока показывает какой заряд q проходит через поперечное сечение проводника за время t .

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Nq_e}{t},$$

где q_e — заряд электрона, N — число электронов.

Найдем отсюда число электронов:

$$N = \frac{It}{q_e} = \frac{1 \cdot 10^{-9} \cdot 0,72 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4500.$$

Ответ: 4500.

Задача №2

Для определения температурного коэффициента сопротивления меди на катушку медной проволоки подавали одно и то же напряжение. При погружении этой катушки в тающий лед сила тока была 14 мА, а при опускании в кипяток сила тока стала 10 мА. Найти по этим данным температурный коэффициент сопротивления меди.

<p>Дано: $I_1 = 14 \text{ мА}$ $I_2 = 10 \text{ мА}$ $\alpha = ?$</p>	<p>Решение: Пусть сопротивление проволоки при 0°C равно R_0. Тогда ее сопротивление при $t^\circ\text{C}$ равно $R = R_0(1 + \alpha t)$. Так как проволоку подключили к одному и тому же источнику напряжения, то $I_1 R_0 = I_2 R$. Отсюда $(1 + \alpha t) = R/R_0 = I_1/I_2$. Теперь находим температурный коэффициент сопротивления меди $\alpha = \frac{1}{t} \left(\frac{I_1}{I_2} - 1 \right) = 0,01 (1,4 - 1) = 0,004 \text{ К}^{-1}$</p>
---	---

Ответ: $\alpha = 0,004 \text{ К}^{-1}$.

Задача №3

Электрическую лампу включили в сеть последовательно с электролитической ванной, наполненной слабым раствором поваренной соли. Изменится ли накал лампы, если добавить в раствор еще некоторое количество соли?

Лампа и ванна соединены последовательно, значит сила тока в них одинакова.

Если в слабый раствор добавить некоторое количество соли, то увеличится концентрация ионов, а его сопротивление уменьшится.

Сопротивление электролитической ванны уменьшается, а сила тока в цепи увеличивается, следовательно накал лампы возрастает.

Задача №4

Две одинаковые электролитические ванны (А и В) наполнены раствором медного купороса. Концентрация раствора в ванне А больше, чем в ванне В. В какой из ванн выделится больше меди, если их соединить последовательно?

По закону Фарадея масса вещества, которая выделяется на электроде во время электролиза, прямо пропорциональна силе тока I и времени t его прохождения через электролит:

$$m = kIt = kq$$

Сила тока при последовательном соединении ванн, проходящая через них, одинакова. Значит масса выделяющейся меди тоже одинакова.

Задача №5

При электролитическом способе получения алюминия используются ванны, работающие под напряжением 5 В при силе тока 40 кА. Сколько времени потребуется для получения 1 т алюминия и каков при этом расход энергии?

<p>Дано: $U = 5 \text{ В}$ $I = 40 \text{ кА} = 4 \cdot 10^4 \text{ А}$ $m = 1 \text{ т} = 10^3 \text{ кг}$ $k = 0,093 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ $t = ?$, $A = ?$</p>	<p>Решение: Из первого закона Фарадея находим время получения алюминия $t = \frac{m}{kI} = \frac{10^3 \text{ кг}}{0,093 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ А}} = 2,688 \cdot 10^5 \text{ с} =$ $= 4480 \text{ мин} = 74,67 \text{ час} \approx 3,1 \text{ сут.}$ Расход электроэнергии составит $A = UI t = 5 \text{ В} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot 74,67 \text{ час} = 2 \cdot 10^5 \text{ Вт} \cdot 74,67 \text{ час} = 15 \text{ МВт} \cdot \text{час.}$ Ответ: $t = 3,1 \text{ сут.}$, $A = 15 \text{ МВт} \cdot \text{час.}$</p>
---	--

Задача №6

Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует ежесекундно 10^9 пар ионов в одном кубическом сантиметре? Площадь каждого из двух плоских параллельных электродов 100 см^2 , расстояние между ними 5 см.

Дано: $n = 10^9 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$ $S = 100 \text{ см}^2$ $d = 5 \text{ см}$ $I = ?$	Решение: Объем пространства между пластинами ионизатора $V = Sd$. За время t в объеме V образуется $N = Vnt$ пар ионов. Электрон и положительно заряженный ион каждой пары движутся в электрическом поле в противоположном направлении. Электрон нейтрализуется на положительно заряженной пластине, а ион — на отрицательно заряженной. Таким образом, на одной пластине заряд увеличивается на e , а на другой уменьшается. То есть одна пара ион—электрон переносит один заряд e через пространство ионизатора. Общее число перенесенных зарядов $q = eN = eVnt$. Так как постоянный электрический ток равен $I = q/t$, то $I = eVn = eSdn = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 100 \text{ см}^2 \cdot 5 \text{ см} \cdot 10^9 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1} =$ $= 8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/с} = 80 \text{ нА}$.
---	---

Ответ: $I = 80 \text{ нА}$.

Задача №7

Плоский конденсатор подключен к источнику напряжением 6 кВ. При каком расстоянии между пластинами произойдет пробой, если ударная ионизация воздуха начинается при напряженности поля 3 МВ/м?

Дано: $E_1 = 3 \text{ МВ/м} = 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}$ $U = 6 \text{ кВ} = 6 \cdot 10^3 \text{ В}$ $d = ?$	Решение: Между пластинами плоского конденсатора создается постоянное электрическое поле с напряженностью $E = U/d$. Уменьшая расстояние d , мы увеличиваем напряженность поля. Пробой произойдет, когда $E \geq E_1$. Отсюда $d = \frac{U}{E_1} = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ В}}{3 \cdot 10^6 \text{ В/м}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \text{ мм}$.
--	--

Ответ: $d = 2 \text{ мм}$.

Задача №8

Молния представляет собой прерывистый разряд, состоящий из отдельных импульсов длительностью примерно 1 мс. Заряд, проходящий по каналу молнии за один импульс, равен 20 Кл, а среднее напряжение на концах канала равно 2 ГВ. Какова сила тока и мощность одного импульса? Какая энергия выделяется при вспышке молнии, если она состоит из 5 разрядов?

Дано: $t = 1 \text{ мс} = 10^{-3} \text{ с}$ $q = 20 \text{ Кл}$ $U = 2 \text{ ГВ} = 2 \cdot 10^9 \text{ В}$ $n = 5$ $I = ?$, $P = ?$, $A = ?$	Решение: По определению средний ток в искре $I = \frac{q}{t} = \frac{20 \text{ Кл}}{10^{-3} \text{ с}} = 2 \cdot 10^4 \text{ А} = 20 \text{ кА}$. Мощность электрического тока в импульсе $P = UI = 2 \cdot 10^9 \text{ В} \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ А} = 4 \cdot 10^{13} \text{ Вт} = 40 \text{ ТВт}$. Энергия, выделяемая при вспышке, состоящей из n импульсов, $A = Pnt = 4 \cdot 10^{13} \text{ Вт} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ с} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Дж} = 200 \text{ ГДж}$.
---	--

Ответ: $I = 20 \text{ кА}$, $P = 40 \text{ ТВт}$, $A = 200 \text{ ГДж}$.

Задача №9

Скорость электрона при выходе с поверхности катода, покрытого оксидом бария, уменьшилась в 2 раза. Найти скорость электрона до и после выхода из катода.

Дано: $v_2 = v_1/2$ $v_1 = ?$ $v_2 = ?$	Решение: Разность кинетических энергий электрона в металле катода и вне его равна работе выхода электрона из оксида бария: $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = A_{\text{вых}} \text{ или } m(v_1^2 - v_2^2) = 2A_{\text{вых}}$. Подставим $v_1 = 2v_2$ в полученное уравнение. Отсюда $m(4v_2^2 - v_2^2) = 2A_{\text{вых}} \Rightarrow v_2^2 = \frac{2A_{\text{вых}}}{3m}$. Для оксида бария $A_{\text{вых}} = 0,016 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ (см. табл.). Окончательно, $v_2 = \sqrt{\frac{2A_{\text{вых}}}{3m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,016 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} = 0,34 \cdot 10^6 \text{ м/с} = 340 \text{ км/с}$. $v_1 = 2v_2 = 2 \cdot 340 \text{ км/с} = 680 \text{ км/с}$.
--	---

Ответ: $v_1 = 680 \text{ км/с}$, $v_2 = 340 \text{ км/с}$.

Работа выхода электронов

Вещество	эВ	аДж	Вещество	эВ	аДж
Вольфрам	4,5	0,72	Платина	5,3	0,85
Калий	2,2	0,35	Серебро	4,3	0,69
Литий	2,4	0,38	Цезий	1,8	0,29
Оксид бария	1,0	0,16	Цинк	4,2	0,67

Задача №10

В вакуумном диоде электрон подходит к аноду со скоростью 8 Мм/с. Найти анодное напряжение.

$$v = 8 \text{ Мм/с} = 8 \cdot 10^6 \text{ м/с}; U = ?$$
$$eU = \frac{mv^2}{2}; U = \frac{mv^2}{2e} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 64 \cdot 10^{12}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 182 \text{ В.}$$

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Через поперечное сечение проводников за 8 с прошло 1020 электронов. Какова сила тока в проводнике?

Задача №2

На баллоне электрической лампы написано 220 В, 100 Вт. Для измерения сопротивления нити накала в холодном состоянии на лампу подали напряжение 2 В, при этом сила тока была 54 мА. Найти приблизительно температуру накала вольфрамовой нити.

Задача №3

Две одинаковые электролитические ванны (А и В) наполнены раствором медного купороса. Концентрация раствора в ванне А больше, чем в ванне В. В какой из ванн выделится больше меди, если их соединить параллельно?

Задача №4

Каков расход энергии на рафинирование 1 т меди, если напряжение на электролитической ванне по техническим нормам равно 0,4 В?

Задача №5

При какой напряженности поля начнется самостоятельный разряд в водороде, если энергия ионизации молекул равна $2,5 \cdot 10^{-18}$ Дж, а средняя длина свободного пробега 5 мкм? Какую скорость имеют электроны при ударе о молекулу?

Задача №6

При какой наименьшей скорости электрон может вылететь из серебра?

Контрольные вопросы

- 1 Какие заряженные частицы являются основными носителями тока в металлических проводниках? Как называется такая проводимость?
- 2 Почему электрические лампы накаливания чаще всего перегорают в момент включения?
- 3 Какое физическое явление называют «сверхпроводимостью»?
- 4 Какие заряженные частицы являются основными носителями тока в электролитах? Как называется такая проводимость?
- 5 С какой целью покрывают один металл тонким слоем другого металла? Как называется этот процесс? Приведите примеры.

- 6 Какие заряженные частицы являются основными носителями тока в ионизированном газе? Как называется такая проводимость?
- 7 В каких источниках света используются электрический разряд?
- 8 Как называется физическое явление, когда нагретый металл начинает испускать электроны? Что называют «электронными пучками»?
- 9 В каких устройствах используются электронные пучки?

Практическая работа №18
Решение задач по теме «Электрический ток в полупроводниках.
Полупроводниковые приборы»

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.3: Электрический ток в различных средах

Количество часов: 2

Цели: научиться решать качественные, аналитические физические задачи, рассчитывать простые электрические схемы.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

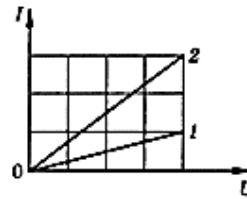
Доказать рассуждением, что соединение InAs (арсенид индия), в котором количества (в молях) индия и мышьяка одинаковы, обладает проводимостью типа собственной проводимости элементов четвертой группы (Ge, Si). Какого типа будет проводимость при увеличении концентрации индия? мышьяка?

Ответ. Валентность As – V, валентность In – III. В итоге на два атома приходится 8 валентных электронов, как у Ge или Si. Таким образом, в In As будет собственная проводимость типа собственной и Ge, и Si. При увеличении индия проводимость будет дырочной, мышьяка – электронной

Задача №2

На рисунке приведены графики зависимости силы тока, идущего через фоторезистор, от приложенного напряжения. Какой график относится к освещенному фоторезистору и какой к находящемуся в темноте? Применим ли закон Ома к данному фоторезистору и при каких условиях? Во сколько раз сопротивление освещенного фоторезистора меньше затемненного?

Решение. Концентрация носителей заряда в зоне проводимости в фоторезисторе увеличивается с увеличением его освещенности. Чем больше освещенность, тем больше сила тока



$$I = nevS$$

при одном и том же приложенном напряжении. Следовательно, график 2 на рисунке соответствует освещенному фоторезистору.

Закон Ома справедлив, если концентрация носителей постоянна, поэтому он применим к фоторезистору, находящемуся в условиях постоянного освещения.

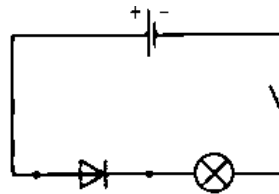
Из графика определяем отношение сопротивлений освещенного R_2 и затемненного R_1 резисторов:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{U/I_2}{U/I_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$$

Ответ: график 2 относится к освещенному фоторезистору; закон Ома применим только при постоянном освещении; сопротивление освещенного фоторезистора меньше в 3 раза.

Задача №3

Начертите схему включения диода в прямом направлении. Охарактеризуйте основные параметры электрической цепи: напряжение, ток, сопротивление. Сформулируйте правило включения диодов в прямом направлении.



Задача №4

Найти сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде 0,5 В сила тока 5 мА, а при напряжении 10 В сила тока 0,1 мА.

Дано:

$$U_1 = 0,5 \text{ В}$$

$$U_2 = 10 \text{ В}$$

$$I_1 = 5 \text{ мА} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$I_2 = 0,1 \text{ мА} = 10^{-4} \text{ А}$$

$$R_1 = ?$$

$$R_2 = ?$$

Решение:

Сопротивление диода в прямом направлении (оно разное для разных значений прямого тока через диод) находим из закона Ома:

$$R_1 = U_1/I_1 = 0,5 \text{ В} / 5 \cdot 10^{-3} \text{ А} = 100 \text{ Ом.}$$

Сопротивление диода в обратном направлении (к диоду приложено напряжение противоположного знака и ток течет в обратном направлении) будет:

$$R_2 = U_2/I_2 = 10 \text{ В} / 10^{-4} \text{ А} = 10^5 \text{ Ом} = 100 \text{ кОм.}$$

Ответ: $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 100 \text{ кОм}$.

Задача №5

В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна 12 мА, в цепи базы 600 мкА. Найти силу тока в цепи коллектора.

Дано: $I_3 = 12 \text{ мА}$ $I_6 = 600 \text{ мкА} = 0,6 \text{ мА}$ $I_k = ?$	Решение: В транзисторе при любом способе включения его в цепь ток эмиттера равен сумме токов коллектора и базы: $I_3 = I_k + I_6$. Находим ток коллектора $I_k = I_3 - I_6 = 12 \text{ мА} - 0,6 \text{ мА} = 11,4 \text{ мА}$.
---	--

Ответ: $I_k = 11,4 \text{ мА}$.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технике часто применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в германий, чтобы получить электронную проводимость?

Задача №2

Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм, включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же направлении) увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление фоторезистора?

Задача №3

Найти сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде 0,6 В сила тока 7 мА, а при напряжении 10 В сила тока 0,2 мА.

Задача №4

Начертите схему включения диода в обратном направлении. Охарактеризуйте основные параметры электрической цепи: напряжение, ток, сопротивление. Сформулируйте правило включения диодов в обратном направлении.

Задача №5

В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна 11 мА, в цепи базы 500 мкА. Найти силу тока в цепи коллектора.

Практическая работа №19

Решение задач по теме «Магнитное поле. Сила Ампера. Сила Лоренца»

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.4: Магнитное поле

Количество часов: 2

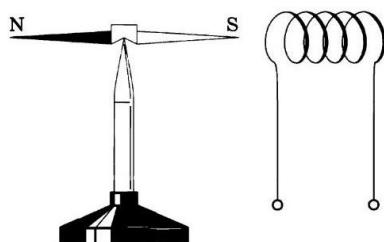
Цель: научиться решать качественные, графические, аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Обозначить полюсы источника тока, питающего соленоид, чтобы наблюдалось указанное на рисунке взаимодействие.



Линия магнитной индукции – это линия, в каждой точке которой вектор магнитной индукции направлен по касательной к ней. Линии магнитной индукции для магнитного поля прямолинейного проводника с током.

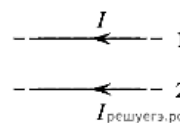
Так как магнитная стрелка N направлена в левую сторону, то правилу буравчика, вектор магнитной индукции направлен справа налево.

Так как, ток протекает от клеммы с положительным полюсом к клемме с отрицательным, то правую клемму нужно пометить «+», а левую «-».

Задача №2

На рисунке изображен горизонтальный проводник, по которому течет электрический ток в направлении от вас. Как направлен (или какой) вектор индукции магнитного поля в

Как направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) сила Ампера, действующая на проводник 1 со стороны проводника 2 (см. рисунок), если проводники тонкие, длинные, прямые, параллельны друг другу? (I — сила тока.) Ответ запишите словом (словами).



Решение.

1 способ.

При прохождении тока по прямолинейному проводнику вокруг него возникает магнитное поле. Магнитные силовые линии этого поля располагаются по концентрическим окружностям, в центре которых находится проводник с током. Направление поля определяется по правилу буравчика. Таким образом, проводник 2 создает магнитное поле, которое направлено от наблюдателя в месте, где расположен проводник 1. По правилу левой руки за счет этого поля возникает сила Ампера, действующая на проводник 1 и направленная вниз.

2 способ.

Два параллельных проводника с сонаправленными токами притягиваются друг к другу. Сила Ампера, действующая на проводник 1, направлена в сторону проводника 2, т. е. вниз.

Ответ: вниз.

Задача №3

Задача №4

Максимальный вращающий момент, действующий на рамку площадью 1 см^2 , находящуюся в магнитном поле, равен $2 \text{ мкН} \cdot \text{м}$. Сила тока в рамке $0,5 \text{ А}$. Найти индукцию магнитного поля.

<p>Дано: $S = 1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$ $M = 2 \text{ мкН} \cdot \text{м} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}$ $I = 0,5 \text{ А}$ $B = ?$</p>	<p>Решение: По определению модуль вектора магнитной индукции B равен отношению максимального вращательного момента M к произведению силы тока I, текущего в рамке, на площадь поверхности S, отхватываемой этим контуром.</p> $B = \frac{M}{IS} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,5 \text{ А} \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 0,04 \text{ Тл.}$
--	--

Ответ: $B = 0,04 \text{ Тл}$.

Задача №5

Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см^2 при индукции поля $0,4 \text{ Тл}$, если эта поверхность: а) перпендикулярна вектору индукции поля; б) расположена под углом 45° к вектору индукции; в) расположена под углом 30° к вектору индукции?

Решение. Используя выражение для потока Φ , находим:

а) $\alpha = 0$, $\Phi_1 = BS = 0,4 \text{ Тл} \cdot 0,005 \text{ м}^2 = 2 \text{ мВб}$;

б) $\alpha = 45^\circ$, $\Phi_2 = BS \cos 45^\circ = 2 \text{ мВб} / \sqrt{2} = 1,4 \text{ мВб}$;

в) $\alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$, $\Phi_3 = BS \cos 60^\circ = 1 \text{ мВб}$.

Задача №6

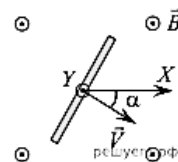
Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН ? Сила тока в проводнике 25 А . Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.

$$F = Il \sin \alpha$$

$$B = \frac{F}{I \cdot l \cdot \sin \alpha} = \frac{0,05}{25 \cdot 0,05 \cdot 1} = 0,04 \text{ Тл} = 40 \text{ мТл}$$

Задача №7

Прямой проводник длиной 50 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление которого совпадает с направлением вертикальной оси Y (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника направлена перпендикулярно ему, и составляет угол 30° с горизонтальной осью X , как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 25 мВ, модуль индукции магнитного поля 0,1 Тл. Определите модуль скорости движения этого проводника. (Ответ дать в метрах в секунду.)



Примечание: вектор скорости лежит в плоскости рисунка.

Решение.

При движении проводника в магнитном поле, на электрические заряды в проводнике действует сила Лоренца: $F_n = qVB$.

Под действием силы Лоренца внутри проводника происходит распределение положительных и отрицательных зарядов вдоль всей длины проводника l . Сила Лоренца является в данном случае сторонней силой, и в проводнике возникает ЭДС индукции, а на концах проводника АВ возникает разность потенциалов:

$$\varepsilon = \frac{A}{q} = \frac{F_n l}{q} = \frac{qVB l}{q} = VB l.$$

Отсюда можем получить величину скорости проводника: $V = \frac{\varepsilon}{Bl} = 0,5$ м/с.

Ответ: 0,5.

Задача №8

Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией $B=4$ мТл. Найти период T обращения электрона.

Решение. Период обращения электрона, движущегося по окружности под действием силы Лоренца, связан с угловой скоростью ω выражением

$$T = 2\pi/\omega.$$

Учитывая, что линейная скорость

$$v = \omega R$$

или

$$v = \frac{eBR}{m},$$

получаем выражение

$$T = \frac{2\pi m}{eB}.$$

Вычисления:

$$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}} = 8,9 \text{ нс}.$$

Ответ: $T = 8,9$ нс.

Задача №9

Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,5 \text{ м}^2$ под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,2$ Вб. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля? (Ответ дать в теслах.)

Решение.

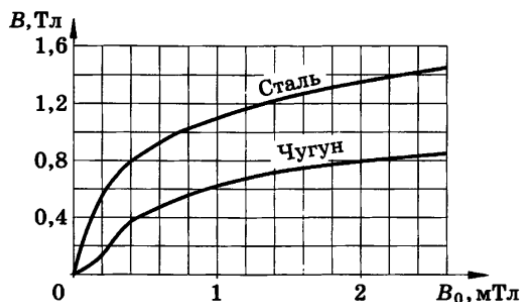
Поток вектора магнитной индукции через поверхность площадью S вычисляется по формуле $\Phi = BS \cos \alpha$, где α — угол между вектором \vec{B} и нормалью к плоскости рамки. В условии задачи дан угол между плоскостью рамки и вектором индукции, следовательно, угол $\alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$. Откуда

$$B = \frac{\Phi}{S \cos \alpha} = \frac{0,2}{0,5 \cdot \cos 60^\circ} = 0,8 \text{ Тл}.$$

Ответ: 0,8.

Задача №9

Во сколько раз изменится магнитный поток, если чугунный сердечник в соленоиде заменить стальным таких же размеров? Индукция намагничивающего поля $B_0 = 2,2$ мТл. Использовать рисунок.



Решение. Магнитный поток Φ индукции поля B

$$\Phi = BS \cos \alpha. \quad (1)$$

Если заменить чугунный сердечник стальным таких же размеров, то отношение потоков будет равно отношению индукций поля в соленоидах со стальным и чугунным сердечниками:

$$\Phi_c / \Phi_{\text{ч}} = B_c / B_{\text{ч}}.$$

Из графика найдем отношение индукций поля при $B_0 = 2,2$ мТл:

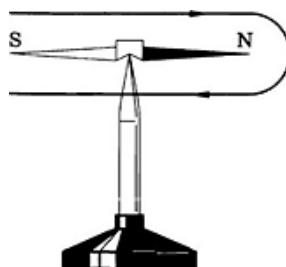
$$B_c / B_{\text{ч}} = 1,4 \text{ Тл} / 0,8 \text{ Тл} = 1,75.$$

Ответ: $\Phi_c / \Phi_{\text{ч}} = 1,75$.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

В каком направлении повернется магнитная стрелка в контуре с током, как показано на рисунке?



Задача №2



На рисунке изображен горизонтальный проводник, по которому течет электрический ток в направлении «к нам». Как направлен (вверх, вниз, влево, вправо) вектор индукции магнитного поля в точке А? Ответ запишите словом.

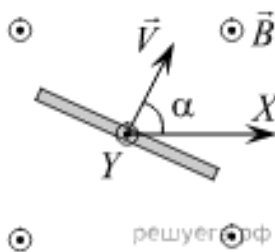
Задача №3

Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А?

Задача №4

С какой силой действует магнитное поле 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.

Задача №5



Прямой проводник длиной 25 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление которого совпадает с направлением вертикальной оси Y (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника равна 1 м/с, направлена перпендикулярно проводнику, и составляет угол 60° с горизонтальной осью X, как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 75 мВ. Определите модуль индукции магнитного поля. Примечание: вектор скорости лежит в плоскости рисунка.

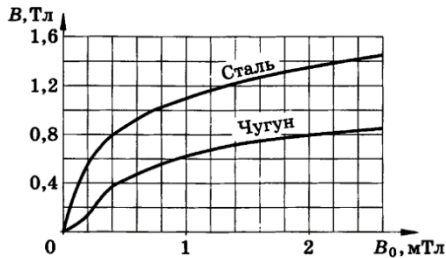
Задача №6

Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.

Задача №7

Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью 1 м² под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный 0,2 Вб. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля? (Ответ дать в теслах.)

Задача №8



По графику определить магнитную проницаемость стали при индукции B_0 намагничивающего поля 0,4 и 1,2 мТл.

Практическая работа №20

Решение задач по теме «Электромагнитная индукция»

Раздел 3: Электродинамика

Тема 3.5: Электромагнитная индукция

Количество часов: 2

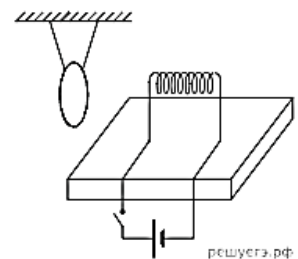
Цель: научиться решать экспериментальные, аналитические физические задачи, читать простые электрические схемы.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Замкнутое медное кольцо подвешено на длинных нитях вблизи катушки индуктивности, закрепленной на столе и подключенной к источнику постоянного тока (см. рисунок). Первоначально электрическая цепь катушки разомкнута. Как будет двигаться кольцо при замыкании цепи? Ответ поясните, используя физические закономерности.



Решение.

1. При замыкании цепи катушки начинает изменяться поток вектора магнитной индукции через кольцо. По закону электромагнитной индукции в кольце возникает ЭДС индукции, появляется индукционный ток. В соответствии с правилом Ленца взаимодействие токов в кольце и в катушке приводит к тому, что кольцо отталкивается от катушки.

2. Затем кольцо возвращается в исходное положение, т. к. ток в катушке достигает максимального значения, вследствие чего поток вектора магнитной индукции через кольцо становится постоянным. Индукционный ток в отсутствие ЭДС индукции затухает. Кольцо перестаёт отталкиваться от катушки.

3. Индукционный ток в неподвижном кольце вблизи катушки с постоянным током равен нулю, магнитные свойства меди выражены слабо, поэтому, вернувшись в исходное положение равновесия, кольцо остаётся неподвижным.

Задача №2

В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения B_{\max} за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 12 мВ. Какая ЭДС индукции возникнет в рамке, если T уменьшить в 3 раза, а B_{\max} уменьшить в 2 раза? Ответ дайте в мВ.

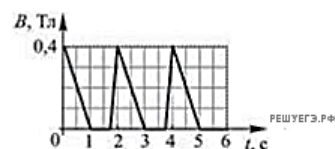
Решение.

Изменение магнитного потока через контур $\Delta\Phi = \Delta B = B_{\max}S$. По закону электромагнитной индукции ЭДС индукции, возникающее в контуре, равна $|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B_{\max}S}{T}$. При уменьшении B_{\max} 2 раза и уменьшении T в 3 раза ЭДС индукции увеличится в 1,5 раза и станет равной $1,5 \cdot 12 = 18$ мВ.

Ответ: 18.

Задача №3

Из тонкой проволоки сделана рамка площадью 100 см^2 и сопротивлением $0,2 \text{ Ом}$. Рамку помещают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. Модуль индукции магнитного поля изменяется так, как показано на графике. Чему равна сила тока, который течет в рамке в момент времени $t = 2,7 \text{ с}$? Ответ приведите в миллиамперах.



Решение.

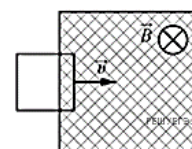
Согласно закону электромагнитной индукции Фарадея, при изменении магнитного потока через замкнутый контур в нем возникает ЭДС индукции, равная по величине скорости изменения потока: $\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$. Так как площадь и ориентация рамки не изменяются, поток меняется только за счет изменения магнитного поля: $\Delta\Phi = S\Delta B$. Наконец, по закону Ома, величина возникающего индукционного тока связана с ЭДС индукции и сопротивлением рамки соотношением: $I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{S|\Delta B|/\Delta t}{R} = \frac{S}{R} \cdot \frac{|\Delta B|}{\Delta t}$. Из графика видно, что на протяжении интервала времени от 2 с до 3 с величина магнитного поля убывала равномерно, поэтому скорость изменения магнитного поля в момент времени $t = 2,7 \text{ с}$ можно найти следующим образом: $\frac{|\Delta B|}{\Delta t} = \frac{|0 \text{ Тл} - 0,4 \text{ Тл}|}{3 \text{ с} - 2 \text{ с}} = 0,4 \text{ Тл/с}$. Таким образом, сила тока в этот момент времени равна:

$$I_i = \frac{0,01 \text{ м}^2}{0,2 \text{ Ом}} \cdot 0,4 \text{ Тл/с} = 0,02 \text{ А} = 20 \text{ мА}.$$

Ответ: 20.

Задача №4

В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле $B = 0,1 \text{ Тл}$. Квадратную проволочную рамку со стороной $l = 10 \text{ см}$ перемещают в плоскости рисунка в этом поле поступательно со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. Чему равно сопротивление рамки, если в положении, показанном на рисунке, в рамке возникает индукционный ток силой 1 мА ? Ответ приведите в омах.



Решение.

Согласно закону Фарадея, при изменении магнитного потока через замкнутый контур, в нем возникает ЭДС индукции величиной

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Для магнитного поля, перпендикулярного плоскости рамки, магнитный поток определяется как произведение величины индукции магнитного поля на площадь части рамки, пронизываемой полем: $\Phi = BS$. Поле не изменяется по величине, поэтому изменение потока определяется только за счет изменения площади S . При этом пока рамка пересекает границы магнитного поля (то есть в состоянии 1) площадь изменяется на величину $\Delta S = v\Delta t$ за время Δt . Следовательно, в рамке возникает ЭДС величиной $\varepsilon_i = Bv l$.

Величину сопротивления можно найти из закона Ома:

$$R = \frac{\varepsilon_i}{I_i} = \frac{Bvl}{I_i} = \frac{0,1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м/с} \cdot 0,1 \text{ м}}{10^{-3} \text{ А}} = 10 \text{ Ом}$$

Ответ: 10.

Задача №5

Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нем ЭДС индукции 120 В .

<p>Дано: $n = 2000$ $\varepsilon = 120 \text{ В}$ $\varepsilon_1 = ?$</p>	<p>Решение: Так как в соленоиде витки соединены последовательно, то их ЭДС складываются. То есть, если в одном витке наводится ЭДС ε_1, то в соленоиде будет ЭДС $\varepsilon = n\varepsilon_1$. Скорость изменения магнитного потока $\Delta\Phi/\Delta t$ в каждом витке одна и та же и равна по модулю ЭДС индукции ε_1. Таким образом</p>
--	---

$$\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \varepsilon_1 = \frac{\varepsilon}{n} = \frac{120 \text{ В}}{2000} = 60 \text{ мВ} = 60 \text{ мВб/с}.$$

Ответ: $\varepsilon_1 = 30 \text{ мВб/с}$.

Задача №6

В витке, выполненном из алюминиевого провода длиной 10 см и площадью поперечного сечения $1,4 \text{ мм}^2$, скорость изменения магнитного потока 10 мВб/с . Найти силу индукционного тока.

<p>Дано: $l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ $\rho = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ $S = 1,4 \text{ мм}^2$ $\Delta\Phi/\Delta t = 10 \text{ мВб/с} =$ $= 10^{-2} \text{ Вб/с}$ $I = ?$</p>	<p>Решение: В витке наводится ЭДС индукции: $\mathcal{E} = \left \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right$. Сопротивление витка $R = \rho l/S$. Поэтому в нем протекает ток $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\Delta\Phi S}{\Delta t \rho l} = \frac{10^{-2} \text{ Вб/с} \cdot 1,4 \text{ мм}^2}{2,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 0,1 \text{ м}} = 5 \text{ А}$.</p>
--	--

Ответ: $I = 5 \text{ А}$.

Задача №7

Найти индуктивность проводника, в котором при равномерном изменении силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждается ЭДС самоиндукции 20 мВ.

<p>Дано: $\Delta I = 2 \text{ А}$ $\Delta t = 0,25 \text{ с}$ $\mathcal{E} = 20 \text{ мВ} =$ $= 0,02 \text{ В}$ $L = ?$</p>	<p>Решение: Если индуктивность проводника L остается постоянной, то из формулы $\Phi = LI$ получаем, что изменение магнитного потока $\Delta\Phi$ в контуре связано с изменением тока ΔI в нем как $\Delta\Phi = L\Delta I$. По определению ЭДС самоиндукции $\mathcal{E} = \left \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right = \left \frac{L\Delta I}{\Delta t} \right$.</p> <p>Отсюда находим индуктивность проводника $L = \frac{\mathcal{E}\Delta t}{\Delta I} = \frac{0,02 \text{ В} \cdot 0,25 \text{ с}}{2 \text{ А}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 2,5 \text{ мГн}$.</p>
--	---

Ответ: $L = 2,5 \text{ мГн}$.

Задача №8

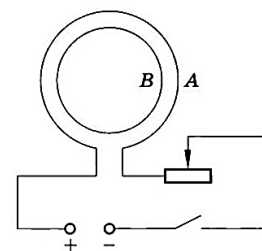
Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

$$E = \frac{LI^2}{2}; L = \frac{\Phi}{I} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ Гн}; E = \frac{0,05 \cdot 100}{2} = 2,5 \text{ Дж}$$

2 Задачи для самостоятельного решения

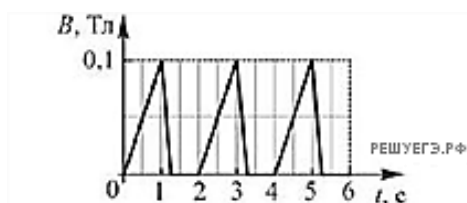
Задача №1

Определить направление индукционного тока, возникающего в витке В, если в цепи витка А ключ замыкают и, если этот ключ размыкают. Указать также направление индукционного тока, если при замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают вправо или его передвигают влево.

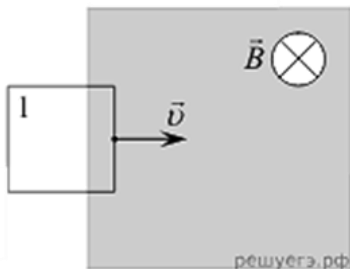


Задача №2

Из тонкой проволоки сделана рамка площадью 400 см² и сопротивлением 0,1 Ом. Рамку помещают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. Модуль индукции магнитного поля изменяется так, как показано на графике. Чему равна сила тока, который течёт в рамке в момент времени 4,3 с? Ответ приведите в миллиамперах.



Задача №3



В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно плоскости рисунка с индукцией 0,1 Тл. Квадратную проволочную рамку, сопротивление которой 10 Ом и длина стороны 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью U . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 1 мА. Какова скорость движения рамки?

Задача №4

За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.

Задача №5

Какой магнитный поток возникает в контуре индуктивностью 0,2 мГн при силе тока 10 А?

Контрольные вопросы

- 1 Почему колебания стрелки компаса быстрее затухают, если корпус прибора латунный, и медленнее, если корпус прибора пластмассовый?
- 2 Почему отключение от питающей сети мощных электродвигателей производят плавно и медленно при помощи реостата?

Практическая работа №21

Решение задач по теме «Механические колебания»

Раздел 4: Колебания и волны

Тема 4.1: Механические колебания

Количество часов: 2

Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

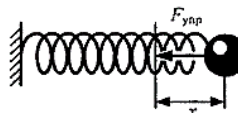
Задача №1

Частота колебаний крыльев комара 600 Гц, а период колебаний крыльев шмеля 5 мс. Какое из насекомых сделает при полете больше взмахов крыльями за 1 мин и на сколько?

Дано:	Решение:
$\nu_k = 600 \text{ Гц}$	$n_k = t \cdot \nu_k = 60 \text{ с} \cdot 600 \text{ с}^{-1} = 36 \cdot 10^3$
$T_{ш} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	$n_{ш} = \frac{t}{T} = \frac{60 \text{ с}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ с}} = 12 \cdot 10^3$
$t = 60 \text{ с}$	
$n_k - ?$	$n_k - n_{ш} = 24 \cdot 10^3$
$n_{ш} - ?$	Ответ: Комар делает больше взмахов на $24 \cdot 10^3$.

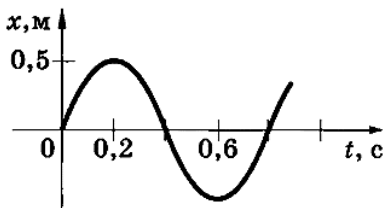
Задача №2

На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой 640 г, закрепленный на пружине жесткостью 0,4 кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с?

<p>Дано:</p> <p>$m = 0,64 \text{ кг}$ $K = 0,4 \text{ кН/м}$ $v = 1 \text{ м/с}$ $x = ?$</p>	<p>Решение:</p>  <p>В отведенном положении маятник будет обладать только потенциальной энергией упругой деформации, в положении равновесия только кинетической энергией: $E_p = E_k$ (по закону сохранения полной механической энергии).</p> $\frac{Kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}, \quad x = \sqrt{\frac{m}{K}} \cdot v^2$ $x = \sqrt{\frac{0,64 \text{ кг}}{0,4 \cdot 10^3 \text{ Н/м}}} \cdot (1 \text{ м/с})^2 = 0,04 \text{ м}$ <p>Ответ: 4 см.</p>
---	--

Задача №3

Определить по графику, приведенному на рисунке, амплитуду, период и частоту колебаний. Найти максимальную силу, действующую на тело массой 100 г.

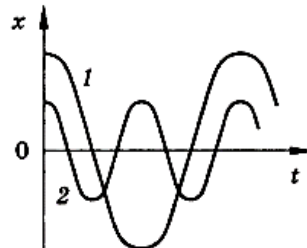


<p>Дано:</p> <p>$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$ $A = ?$ $T = ?$ $\nu = ?$ $F_{\text{max}} = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>Из графика определяем амплитуду и период колебаний:</p> <p>$A = 0,5 \text{ м}$ и $T = 0,8 \text{ с}$.</p> <p>Частота колебаний $\nu = 1/T = 1/0,8 \text{ с} = 1,25 \text{ Гц}$.</p> <p>Максимальное ускорение</p> $a_{\text{max}} = A\omega_0^2 = A(2\pi\nu)^2 = 4A\pi^2\nu^2.$ <p>Максимальная сила по второму закону Ньютона</p> $F_{\text{max}} = ma_{\text{max}} = 4mA\pi^2\nu^2.$ $F_{\text{max}} = 4 \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м} \cdot (3,14)^2 \cdot (1,25 \text{ с}^{-1})^2 = 3,1 \text{ Н}.$ <p>Ответ: $A = 0,5 \text{ м}$, $T = 0,8 \text{ с}$, $\nu = 1,25 \text{ Гц}$, $F_{\text{max}} = 3,1 \text{ Н}$.</p>
--	---

Задача №4

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени $x(t)$ двух колебательных движений. Сравнить амплитуды, периоды и частоты колебаний.

- Решение. 1.** Амплитуда колебания 1 в 2 раза больше амплитуды колебания 2.
- 2.** Период колебания 1 в 2 раза больше периода колебания 2.
- 3.** Частота колебания 1 в 2 раза меньше частоты колебания 2.



Задача №5

Чтобы помочь шоферу вытащить автомобиль, застрявший в грязи, несколько человек раскачивают автомобиль, причем толчки, как правило, производятся по команде. Важно ли, через какие промежутки времени подавать команду?

- Для того, чтобы толчки имели максимальную эффективность необходимо, чтобы между силой толчков и колебательным движением автомобиля возник резонанс;
- Для возникновения резонанса, требуется подавать команды через промежутки времени, равные периоду колебания автомобиля;

Задача №6

Какое значение ускорения свободного падения получил ученик при выполнении лабораторной работы, если маятник длиной 80 см совершил за 1 мин 34 колебания?

<p>Дано: $t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$ $l = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$ $N = 34$ $g = ?$</p>	<p>Решение: Воспользуемся формулой: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, где $T = \frac{t}{N} \Rightarrow \frac{t}{N} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2 N^2 l}{t^2}$. $g = \frac{4 \cdot (3,14)^2 \cdot (34)^2 \cdot 0,8 \text{ м}}{(60 \text{ с})^2} = 10,1 \text{ м/с}^2$.</p>
--	---

Ответ: $g = 10,1 \text{ м/с}^2$.

Задача №7

Груз массой 400 г совершает колебания на пружине жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найти полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость движения груза.

<p>Дано: $m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$ $k = 250 \text{ Н/м}$ $A = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$</p>	<p>Решение: $E = \frac{kA^2}{2} = \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{250 \text{ Н/м} \cdot (0,15 \text{ м})^2}{2} \approx 5,6 \text{ Дж}$ $v_{\text{max}} = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0,15 \text{ м} \sqrt{\frac{250 \text{ Н/м}}{0,4 \text{ кг}}} \approx 3,8 \text{ м/с}$.</p>
<p>Найти E, v_{max}.</p>	<p>Ответ: $E \approx 5,6 \text{ Дж}, v_{\text{max}} \approx 3,8 \text{ м/с}$.</p>

Задача №8

Скорость тела, совершающего гармонические колебания меняется с течением времени в соответствии с уравнением $v = 3 \cdot 10^{-2} \sin 2\pi t$, где все величины выражены в СИ. Какова амплитуда колебаний скорости? (Ответ дайте в метрах в секунду.)

Решение.

Общий вид закона изменения скорости тела со временем, совершающего колебания, имеет вид

$$v = v_{\text{max}} \sin(\omega t + \varphi_0),$$

где v_{max} — амплитуда колебаний скорости. Сравнивая с $v = 3 \cdot 10^{-2} \sin 2\pi t$, заключаем, что амплитуда колебаний скорости равна $v_{\text{max}} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с} = 0,03 \text{ м/с}$.

Ответ: 0,03.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

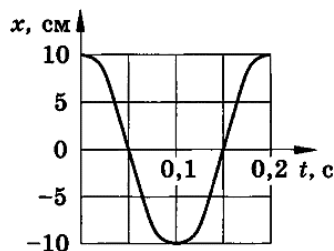
Грузик, колеблющийся на пружине, за 8 с совершил 32 колебания. Найти период и частоту колебаний.

Задача №2

Какова масса груза, колеблющегося на пружине жесткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?

Задача №3

По графику, приведенному на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний.



Задача №4

Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?

Задача №5

Если к некоторому грузу, колеблющемуся на пружине, подвесить гирию массой 100 г, то частота колебаний уменьшится в 1,41 раза. Какой массы груз был первоначально подвешен к пружине?

Контрольные вопросы

- 1 Как привести в колебания маятник стенных часов, сообщив ему: а) потенциальную энергию; б) кинетическую энергию?
- 2 Колебания каких из приведенных ниже тел будут свободными: а) поршень в цилиндре двигателя; б) игла швейной машины; в) ветка дерева после того, как с нее слетела птица; г) струна музыкального инструмента; д) конец стрелки компаса; е) мембрана телефона при разговоре; ж) чаши рычажных весов?
- 3 Чтобы отвести качели с сидящим на них человеком на большой угол, необходимо приложить значительную силу. Почему же раскачать качели до такого же угла отклонения можно с помощью значительно меньшего усилия?

Практическая работа №22

Решение задач по теме «Упругие волны»

Раздел 4: Колебания и волны

Тема 4.1: Упругие волны

Количество часов: 1

Цель: научиться решать качественные и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Диапазон голоса мужского баса занимает частоты от $\nu_1 = 80$ Гц до $\nu_2 = 400$ Гц. Каково отношение граничных длин

Для экспериментального определения скорости звука ученик встал на расстоянии 30 м от стены и хлопнул в ладоши. В момент хлопка включился электронный секундомер, который выключился отраженным звуком. Время, отмеченное секундомером, равно 0,18 с. Какова скорость звука, определенная учеником? (Ответ дайте в метрах в секунду, округлив до целых.)

Решение.

Звук проделал путь до стены и обратно перед тем, как выключить секундомер. Следовательно, скорость звука, определенная учеником, равна

$$v = \frac{2S}{t} = \frac{2 \cdot 30 \text{ м}}{0,18 \text{ с}} \approx 333 \text{ м/с.}$$

Ответ: 333.

Задача №2

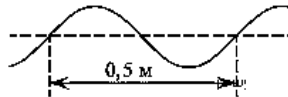
Задача №3

При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем?

<p>Дано: $\Delta t = 0,6 \text{ с}$ $v = 1400 \text{ м/с}$ $h = ?$</p>	<p>Решение: Глубина моря определяется по формуле: $h = \frac{\Delta t v}{2}$</p> <p>Δt — время распространения звука до дна и обратно. $\Delta t = \frac{0,6 \text{ с} \cdot 1400 \text{ м/с}}{2} = 420 \text{ м}$</p> <p>Ответ: $h = 420 \text{ м}$.</p>
--	--

Задача №4

Учитель продемонстрировал опыт по распространению волны по длинному шнуру.



В один из моментов времени форма шнура оказалась такой, как показано на рисунке. Скорость распространения колебаний по шнуру равна 2 м/с. Определите частоту колебаний. (Ответ дайте в герцах.)

Решение.

Из рисунка видно, что длина волны равна 0,5 м. Частота колебаний равна отношению скорости распространения волны к длине волны: $\nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{2 \text{ м/с}}{0,5 \text{ м}} = 4 \text{ Гц}$.

Ответ: 4.

Задача №5

Найти разность фаз между двумя точками звуковой волны, отстоящими друг от друга на 25 см, если частота колебаний 680 Гц, а скорость звука 340 м/с.

$$\nu = \lambda \nu$$

$$\lambda = \frac{v}{\nu};$$

$$\lambda = \frac{340 \text{ м/с}}{680 \text{ с}^{-1}} = 0,5 \text{ м}.$$

В задаче требуется найти разность фаз колеблющихся точек, отстоящих друг от друга на расстояние, равное половине длины волны: $\frac{l}{\lambda} = \frac{0,25 \text{ м}}{0,5 \text{ м}} = 0,5; \quad l = 0,5 \lambda$

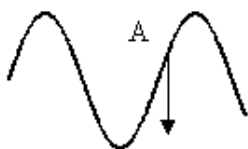
Расстояние, равное половине длины волны волна пробегает за половину периода $t = T / 2$. Значит, вторая точка запаздывает со своими колебаниями по сравнению с первой на половину периода. Но каждая точка колеблется по закону синуса $x = x_m \sin \omega t$. Период синуса равен 2π .

Поэтому $\Delta\phi = 0,5 \cdot 2\pi = \pi = 180^\circ$.

Ответ: $\Delta\phi = \pi = 180^\circ$.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1



В бегущей волне частица А имеет направление скорости, указанное на рисунке. В каком направлении «движется» волна?

Задача №2

Диапазон звуков скрипки занимает частотный интервал от $\nu_1 = 200 \text{ Гц}$ до $\nu_2 = 2000 \text{ Гц}$. Каково отношение граничных длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ этого интервала?

Задача №3

По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны 3 м?

Задача №4

Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м, а для самого высокого женского голоса 25 см. Найти частоты колебаний этих голосов.

Задача №5

Расстояние до преграды, отражающей звук, 68 м. Через какое время человек услышит эхо?

Контрольные вопросы

- 1 Почему не могут быть поперечными упругие волны в газе?
- 2 Могут ли космонавты при выходе в открытый космос общаться между собой при помощи звуковой речи?
- 3 Чтобы нас услышали, мы кричим и при этом прикладываем руки ко рту. Для чего мы это делаем?
- 4 Сквозь открытую дверь можно хорошо слышать разговор даже в том случае, когда разговаривающие находятся за пределами видимости. Какое явление обеспечивает такую возможность?
- 5 Почему пористые строительные материалы (пеногипс, строительный войлок и др.) обладают хорошими звукоизоляционными свойствами?
- 6 Может ли возникнуть эхо в степи?

Практическая работа №23

Решение задач по теме «Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Переменный ток»

Раздел 4: Колебания и волны

Тема 4.3: Электромагнитные колебания

Количество часов: 2

Цели: научиться решать графические и аналитические физические задачи, рассчитывать простые электрические схемы.

Порядок выполнения работы:

- 1 Решение типовых задач

Задача №1

В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m=10$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m=4,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 3,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad \text{или} \quad \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$$

Из равенств следует:

$$I^2 = I_m^2 - \frac{C}{L}U^2 \quad \text{и} \quad \frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}.$$

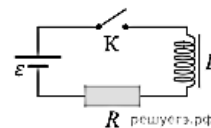
В результате получаем:

$$I = I_m \sqrt{1 - \frac{U^2}{U_m^2}}.$$

Ответ: $I = 6$ мА.

Задача №2

Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R=40$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице. Чему равна ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t = 2,0$ с? (Ответ дайте в вольтах.)



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Решение.

Когда ток в катушке установится, то есть исчезнет напряжение самоиндукции в катушке, напряжение на резисторе станет равным ЭДС источника тока. Из таблицы видно, что ток в катушке устанавливается через 5 с после замыкания ключа, в этот момент напряжение на резисторе становится равным

$$U(5) = I(5) \cdot R = 0,3 \text{ А} \cdot 40 \text{ Ом} = 12 \text{ В.}$$

В момент времени $t = 2,0$ с напряжение на резисторе равно

$$0,26 \text{ А} \cdot 40 \text{ Ом} = 10,4 \text{ В.}$$

ЭДС самоиндукции катушки равно разности ЭДС источника тока и напряжения на резисторе

$$12 \text{ В} - 10,4 \text{ В} = 1,6 \text{ В.}$$

Ответ: 1,6.

Задача №3

Катушку какой индуктивности надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить частоту свободных колебаний 10 МГц?

<p>Дано: $C_k = 50 \text{ пФ} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$ $\nu = 10 \text{ МГц} = 10^7 \text{ Гц}$ $L = ?$</p>	<p>Решение: Из формулы для частоты собственных колебаний колебательного контура</p> $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
---	---

находим

$$L = \frac{1}{C(2\pi\nu)^2} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-11} \text{ Ф} \cdot 39,5 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-2}} = 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} = 5,1 \text{ мкГн.}$$

Ответ: $L = 5,1$ мкГн.

Задача №4

Конденсатор какой емкости надо включить в колебательный контур, чтобы при индуктивности катушки, равной 5,1 мкГн, получить колебания с частотой 10 МГц?

$$L = 5,1 \text{ мкГн} = 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}; \nu = 10 \text{ МГц} = 10^7 \text{ Гц}; C = ?$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; C = \frac{1}{4\pi^2 \nu^2 L} = \frac{1}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 10^{14} \cdot 5,1 \cdot 10^{-6}} \approx 5 \cdot 10^{-11} \text{ Ф.}$$

Задача №5

По графику найти амплитудное значение переменной ЭДС, ее период и частоту. Записать формулу изменения ЭДС со временем.

Решение. Амплитуда колебаний ЭДС равна $\mathcal{E}_m = 50$ В, период колебаний $T = 0,4$ с. Частота колебаний определяется через период соотношением

$$\nu = 1/T$$

и равна

$$\nu = 2,5 \text{ Гц.}$$

Уравнение колебаний ЭДС

$$e = \mathcal{E}_m \cos(2\pi\nu t + \varphi)$$

имеет вид:

$$e = 50 \cos 5\pi t.$$

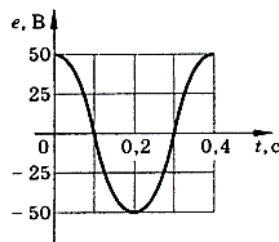


Рис. 47

Ответ: $\mathcal{E}_m = 50$ В; $T = 0,4$ с; $\nu = 2,5$ Гц; $e = 50 \cos 5\pi t$.

Задача №6

Ток в цепи меняется по гармоническому закону. Мгновенное значение силы тока для фазы равно 6 А. Определить амплитудное и действующее значения силы тока.

Дано: $\varphi = \pi/6$

Решение: Рассмотрим два случая.

1. Пусть ток в цепи меняется по закону $i = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$. Аргумент синуса является фазой колебаний: $\varphi = \omega t + \varphi_0$. Тогда связь мгновенного i и амплитудного I_m значений тока имеет вид: $i = I_m \sin \varphi$.

Отсюда $I_m = i / \sin \varphi$. Подставляя данные, получим

$$I_m = \frac{6 \text{ А}}{\sin \pi/6} = \frac{6 \text{ А}}{\sqrt{3}/2} = 6,9 \text{ А.}$$

Действующее значение силы тока

$$I_A = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 4,9 \text{ А.}$$

2. Если ток в цепи меняется по закону косинуса, то

$$I_m = \frac{i}{\cos \varphi} = \frac{6 \text{ А}}{0,5} = 12 \text{ А}; \quad I_A = \frac{12 \text{ А}}{\sqrt{2}} = 8,5 \text{ А.}$$

Ответ: 1. $I_m = 6,9 \text{ А}$; $I_A = 4,9 \text{ А}$, если ток меняется по закону синуса;

2. $I_m = 12 \text{ А}$; $I_A = 8,5 \text{ А}$, если ток меняется по закону косинуса.

Задача №7

Конденсатор емкостью 250 мкФ включается в цепь переменного тока. Определите его сопротивление при частотах 50 Гц, 200 Гц и 400 Гц.

$$C = 250 \text{ мкФ} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Ф}; \quad \nu_1 = 50 \text{ Гц}; \quad \nu_2 = 200 \text{ Гц}; \quad \nu_3 = 400 \text{ Гц}$$

$$X_1 = \frac{1}{2\pi \nu_1 C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}} = 12,7 \text{ Ом};$$

$$X_2 = \frac{1}{2\pi \nu_2 C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}} = 3,2 \text{ Ом};$$

$$X_3 = \frac{1}{2\pi \nu_3 C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 400 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}} = 1,6 \text{ Ом.}$$

Задача №8

Каково индуктивное сопротивление проводника с индуктивностью 0,05 Гн в цепи переменного тока частотой 50 Гц?

Дано:

$$L = 0,05 \text{ Гн} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Гн};$$

$$\nu = 50 \text{ Гц}$$

Найти:

$$X_L - ?$$

Решение:

По определению индуктивное сопротивление $X_L = \omega L$, где $\omega = 2\pi\nu$ — циклическая частота колебаний, тогда:

$$X_L = 2\pi\nu L; \quad X_L = \left[\text{Гц} \cdot \text{Гн} = \frac{\text{Гц}}{\text{с}} = \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}} \cdot \frac{1}{\text{с}} = \frac{\text{В}}{\text{А}} = \text{Ом} \right]$$

$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 3,14 \cdot 100 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \approx 15,7 \text{ Ом}$$

Ответ: $X_L \approx 15,7 \text{ Ом}$.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

В идеальном LC-контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке $I_m=5$ мА, амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе $U_m=2$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найти силу тока в катушке в этот момент времени.

Задача №2

Катушку какой индуктивности необходимо включить в идеальный колебательный контур, чтобы, имея конденсатор ёмкостью 2 мкФ, получить свободные электромагнитные колебания с частотой 1000 Гц?

Задача №3

В параллельном LC контуре индуктивность катушки $L=10$ мГн. Конденсатор какой ёмкости необходимо использовать, чтобы подучить электромагнитные колебания частотой $\nu = 400$ Гц?

Задача №4

Каково сопротивление конденсатора емкостью 4 мкФ в цепях с частотой переменного тока 50 и 400 Гц?

Задача №5

Каково индуктивное сопротивление катушки индуктивностью 0,2 Гн при частоте тока 50 Гц? 400 Гц?

Практическая работа №24

Решение задач по теме «Получение, передача и распределение электроэнергии»

Раздел 4: Колебания и волны

Тема 4.3: Электромагнитные колебания

Количество часов: 2

Цель: научиться решать аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Мощность гидроэлектростанции 595,35 МВт. Какую работу совершает станция в сутки?

Дано:	Решение:
$N = 595,35$ МВт	$A = Nt$
$t = 24$ ч	$A = 595,35 \cdot 10^6 \text{ Вт} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 51,4 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$
$A = ?$	Ответ: $51,4 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$.

Задача №2

Мощность гидроэлектростанции, вырабатывающей постоянный ток, равна 600 МВт. Напряжение между проводами линии электропередачи равно 500 кВ. Определите силу тока в проводах линии.

Дано:	Решение:
P	$P = IU$
$= 6 \cdot 10^8$ Вт	$I = \frac{P}{U}$
$U = 5 \cdot 10^5$ В	$I = \frac{6 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^5} = 1200 \text{ А}$
$I = ?$	

Задача №3

На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии передачи, если действующее напряжение 430 кВ?

В линиях электропередач протекает переменный синусоидальный ток. Для синусоидального напряжения действующее (эффективное) значение меньше амплитудного в $\sqrt{2}$ раз. Значит амплитудное значение напряжения в линии равно $430 \cdot \sqrt{2}$ кВ или 610 кВ. На это напряжение и должны рассчитываться изоляторы.

Задача №4

Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза меньше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В? (Ответ дать в вольтах)

Решение.

Напряжения на первичной и вторичной обмотках трансформатора в режиме холостого хода относятся как числа витков: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$. Поскольку, согласно условию $\frac{N_1}{N_2} = 2$, получаем, что амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки в два раза меньше амплитуды колебаний напряжения на концах первичной обмотки и равна 25 В.

Ответ: 25.

Задача №5

Трансформатор включен в сеть с переменным напряжением $U_1 = 220$ В. Напряжение на зажимах вторичной обмотки $U_2 = 20$ В, ее сопротивление $r = 1$ Ом, сила тока во вторичной обмотке $I_2 = 2$ А. Найти коэффициент трансформации и КПД трансформатора, пренебрегая потерями в первичной обмотке и сердечнике.

<p>Дано: $U_1 = 220$ В $U_2 = 20$ В $r = 1$ Ом $I_2 = 2$ А $\eta = ?$ $k = ?$</p>	<p>Решение: Коэффициент трансформации k есть отношение числа витков n_1 в первичной обмотке к числу витков n_2 во вторичной обмотке: $k = n_1/n_2$. Отношение числа витков в пренебрежении потерями магнитного потока в сердечнике трансформатора равно отношению ЭДС индукции: $n_1/n_2 = \mathcal{E}_1/\mathcal{E}_2$. В первичной обмотке $\mathcal{E}_1 = U_1$. Во вторичной обмотке по закону Ома $U_2 = \mathcal{E}_2 - I_2 r$, откуда $\mathcal{E}_2 = U_2 + I_2 r$. Тогда коэффициент трансформации</p> $k = \frac{U_1}{U_2 + I_2 r} = \frac{220 \text{ В}}{20 \text{ В} + 2 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом}} = 10.$
---	--

КПД трансформатора

$$\eta = \frac{N_{\text{полезн}}}{N_{\text{потр}}} \cdot 100\%.$$

где $N_{\text{потр}}$ — потребляемая от сети мощность, а $N_{\text{полезн}}$ — полезная мощность. Так как потерями в первичной обмотке в сердечнике можно пренебречь, то $N_{\text{потр}} = I_1 U_1 = I_2 U_2$. Полная мощность $N_{\text{полезн}} = N_{\text{потр}} - I_2^2 r$, где $I_2^2 r$ — потери мощности во вторичной обмотке. Тогда

$$\eta = \frac{I_2 U_2 - I_2^2 r}{I_2 U_2} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{I_2 r}{U_2}\right) \cdot 100\%.$$

Подставим данные:

$$\eta = \left(1 - \frac{2 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом}}{20 \text{ В}}\right) \cdot 100\% = 90\%.$$

Ответ: $k = 10$, $\eta = 90\%$.

Задача №6

Лампа накаливания мощностью $P = 200$ Вт включена в сеть переменного тока напряжением $U_{\text{эф}} = 220$ В. Определите действующее $I_{\text{эф}}$ и амплитудное I_0 значения силы тока в цепи.

Дано	Решение
$P = 200 \text{ Вт}$ $U_{\text{эф}} = 220 \text{ В}$ $I_{\text{эф}} = ? \quad I_0 = ?$	Мощность переменного тока $P = U_{\text{эф}} I_{\text{эф}}$, отсюда $I_{\text{эф}} = \frac{P}{U_{\text{эф}}}$.

Амплитудное значение силы переменного тока $I_0 = I_{\text{эф}} \sqrt{2}$.

Вычисления: $I_{\text{эф}} = \frac{200 \text{ Вт}}{220 \text{ В}} = 0,9 \text{ А}; \quad I_0 = 0,9 \text{ А} \cdot \sqrt{2} = 1,3 \text{ А}.$

Ответ: $I_{\text{эф}} = 0,9 \text{ А}; \quad I_0 = 1,3 \text{ А}.$

Задача №7

Определите коэффициент мощности электрической цепи переменного тока, если средняя потребляемая мощность $P=1,76 \text{ кВт}$, а вольтметр и амперметр, подключенные к цепи, показывают соответственно 220 В и 10 А .

$\langle P \rangle = 1,76 \text{ кВт} = 1,76 \cdot 10^3 \text{ Вт}$ $U = 220 \text{ В}$ $I = 10 \text{ А}$ $\cos \varphi = ?$
--

Решение.

$$\langle P \rangle = \frac{1}{2} I_m U_m \cos \varphi,$$

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad I_m = \sqrt{2} I,$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \quad U_m = \sqrt{2} U, \quad \langle P \rangle = IU \cos \varphi,$$

$$\cos \varphi = \frac{\langle P \rangle}{IU},$$

$$[\cos \varphi] = \frac{\text{Вт}}{\text{А} \cdot \text{В}} = \frac{\text{Дж/с}}{\text{А} \cdot \text{В}} = \frac{\text{Дж}}{\text{А} \cdot \text{В} \cdot \text{с}} = 1.$$

Ответ: $\cos \varphi = 0,8$.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Мощность гидроэлектростанции 650 МВт . Какую работу совершает станция за 12 часов ?

Задача №2

На какое напряжение U_0 должны быть рассчитаны изоляторы линии электропередачи переменного тока напряжением $U_{\text{эф}}=1 \text{ МВ}$?

Задача №3

Мощность гидроэлектростанции, вырабатывающей постоянный ток, равна 600 МВт . Напряжение между проводами линии электропередачи равно 610 кВ . Определите силу тока в проводах линии.

Задача №4

Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза меньше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В ? (Ответ дать в вольтах.)

Задача №5

Трансформатор повышает напряжение с $U_1=220 \text{ В}$ до $U_2=3000 \text{ В}$. Во вторичной обмотке протекает ток $I_2=0,1 \text{ А}$. Определите силу тока I_1 в первичной обмотке, если КПД трансформатора 96% .

Задача №6

Лампа накаливания мощностью $P=100 \text{ Вт}$ включена в сеть переменного тока напряжением $U_{\text{эф}}=220 \text{ В}$. Определите действующее $I_{\text{эф}}$ и амплитудное I_0 значения силы тока в цепи.

Задача №7

Определите коэффициент мощности электрической цепи переменного тока, если средняя потребляемая мощность $P=2$ кВт, а вольтметр и амперметр, подключенные к цепи, показывают соответственно 220 В и 11 А.

Практическая работа №25 Решение задач по теме «Зеркала. Линзы»

Раздел 5: Оптика

Тема 5.1: Природа света

Количество часов: 2

Цель: научиться решать качественные, графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

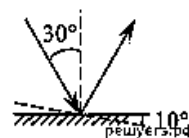
Задача №1

Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 30° . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Угол падения света на горизонтальное плоское зеркало равен 30° . Чему будет равен угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке? (Ответ дать в градусах.)

Решение.

Если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке, угол падения увеличится на 10° и станет равен



$$\alpha = 30^\circ + 10^\circ = 40^\circ.$$

Угол падения равен углу отражения, а значит, угол отражения также станет равен 40° .

Ответ: 40.

Задача №2

Задача №3

Предмет находится на расстоянии 40 см от плоского зеркала. Каково будет расстояние между ним и его изображением, если предмет удалить от зеркала ещё на 25 см? (Ответ дать в сантиметрах.)

Решение.

Расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале равно удвоенному расстоянию до предмета и равно $(40 + 25) \cdot 2 = 130$ см.

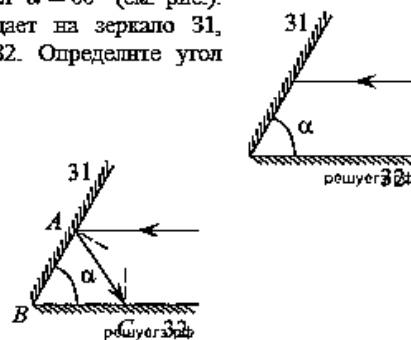
Ответ: 130.

Задача №4

Два плоских зеркала 31 и 32 с оставляют друг с другом двугранный угол $\alpha = 60^\circ$ (см. рис.). Линия стыка зеркал перпендикулярна плоскости рисунка. Луч света падает на зеркало 31, распространяясь в плоскости рисунка параллельно поверхности зеркала 32. Определите угол падения этого луча на поверхность зеркала 32 после отражения от зеркала 31.

Решение.

Построим ход луча при отражении от первого зеркала и при падении на второе зеркало. Учитывая, что падающий луч параллелен второму зеркалу, а двугранный угол равен 60° . Тогда угол между первым зеркалом и падающим лучом равен 60° , а угол падения равен 30° . Видно, что треугольник ABC будет равносторонним. Потому угол между лучом, падающим на второе зеркало, и вторым зеркалом равен 60° , а угол падения равен 30° .



Ответ: 30.

Задача №5

Установите соответствие между разновидностями тонкой линзы и результатами преломления в ней параллельных лучей. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

РАЗНОВИДНОСТИ ТОНКОЙ ЛИНЗЫ

- А) Собирающая
- Б) Рассеивающая

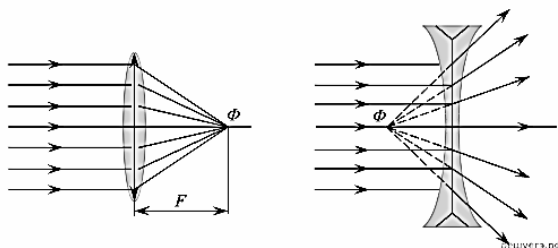
РЕЗУЛЬТАТ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛУЧЕЙ

- 1) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, пройдут затем через ее дальний фокус
- 2) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, пересекутся затем в ее ближнем фокусе
- 3) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, будут казаться расходящимися из ее ближнего фокуса
- 4) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, соберутся в ее дальнем фокусе

А	Б
1	2

Решение.

Лучи, параллельные главной оптической оси собирающей линзы, пройдя через нее, пройдут затем через её дальний фокус (А — 1). Лучи, параллельные главной оптической оси рассеивающей линзы, пройдя через неё, будут казаться расходящимися из её фокуса (Б — 3).



Ответ: 13.

Задача №6

Определите фокусное расстояние тонкой линзы, если линейные размеры изображения тонкого карандаша, помещённого на расстоянии $a = 48$ см от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси, меньше размеров карандаша в $n = 2$ раза.

Решение.

Для решения задачи надо рассмотреть два случая: когда линза собирающая и когда она рассеивающая.

В первом случае изображение предмета может быть уменьшенным, только если оно действительное (и перевернутое). По формуле тонкой линзы записываем $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$, а для уменьшения размеров изображения по сравнению с предметом

имеем: $\frac{a}{b} = n$, где b — расстояние от линзы до изображения. Отсюда $b = \frac{a}{n}$, $\frac{1}{F} = \frac{n+1}{a}$ и $F = \frac{a}{n+1} = \frac{48}{3} = 16$ см.

Во втором случае изображение мнимое, прямое, и по формуле тонкой линзы $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$, где b — расстояние от мнимого изображения предмета до рассеивающей линзы. При этом по-прежнему $\frac{a}{b} = n$, и получаем: $\frac{1}{F} = \frac{1-n}{a}$,

$$F = \frac{a}{1-n} = \frac{48}{1-2} = -48 \text{ см.}$$

Ответ: если линза собирающая, то $F = 16$ см, а если рассеивающая, то $F = -48$ см.

Задача №7

Предмет расположен на расстоянии 9 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 8 см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми? Ответ приведите в сантиметрах.

Решение.

Расстояние от предмета до линзы d , расстояние от линзы до изображения f и фокусное расстояние F связаны формулой тонкой линзы: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Увеличение линзы дается соотношением:

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}.$$

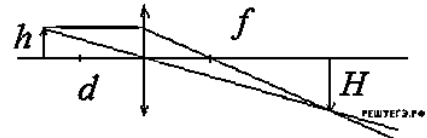
Определим, какое увеличение давала первая линза:

$$\Gamma = \frac{F}{d-F} = \frac{6 \text{ см}}{9 \text{ см} - 6 \text{ см}} = 2.$$

Выразим теперь расстояние между предметом и линзой через увеличение и фокусное расстояние:

$$d = F \cdot \frac{\Gamma+1}{\Gamma} = 8 \text{ см} \cdot \frac{2+1}{2} = 12 \text{ см.}$$

Ответ: 12 см.



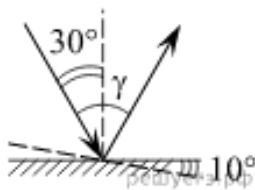
2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 12° . Сколько градусов угол между падающим лучом и зеркалом?

Задача №2

Угол падения света на горизонтальное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол γ , образованный падающим и отражённым лучами, если, не меняя положение источника света, повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке? (Ответ дать в градусах)

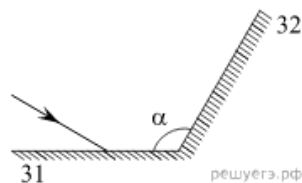


Задача №3

Предмет находится на расстоянии 60 см от плоского зеркала. Каково будет расстояние между ним и его изображением, если предмет приблизить к зеркалу на 25 см? (Ответ дать в сантиметрах).

Задача №4

Два плоских зеркала 31 и 32 оставляют друг с другом двугранный угол $\alpha = 120^\circ$. Линия стыка зеркал перпендикулярна плоскости рисунка. Луч света падает на зеркало 31 под углом 60° , распространяясь в плоскости рисунка. Определите угол падения этого луча на поверхность зеркала 32 после отражения от зеркала 31.



Задача №5

Могут ли линзы давать мнимые изображения предметов?

- 1) могут только собирающие линзы
- 2) могут только рассеивающие линзы
- 3) могут собирающие и рассеивающие линзы
- 4) никакие линзы не могут давать мнимые изображения.

Задача №6

Определите фокусное расстояние тонкой линзы, если линейные размеры изображения тонкого карандаша, помещённого на расстоянии $a = 60$ см от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси, меньше размеров карандаша в $n = 3$ раза.

Задача №7

Линза с фокусным расстоянием $F=0,1$ м даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 6 раз. Каково расстояние от линзы до изображения? Ответ приведите в метрах.

Практическая работа №26

Решение задач по теме «Элементы теории относительности»

Раздел 6: Основы специальной теории относительности

Тема 6.1: Элементы теории относительности

Количество часов: 1

Цель: научиться решать аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Время жизни некоторой частицы в системе отсчета, связанной с ней, равно 31 нс. Частица движется относительно неподвижного наблюдателя со скоростью $0,95c$. Масса частицы равна $3 \cdot 10^{-26}$ кг. Чему равно время жизни частицы в системе отсчета, связанной с наблюдателем? *Ответ дайте в наносекундах, округлив до целых.*

Решение.

Зная время жизни неподвижной частицы, можем найти время жизни частицы, летящей со скоростью, близкой к скорости света

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx 99 \cdot 10^{-9} \text{ с} = 99 \text{ нс.}$$

Ответ: 99.

Задача №2

Протон движется в вакууме со скоростью $0,65c$. Чему равна энергия покоя протона? *Ответ запишите в джоулях, умножив на 10^{10} , округлив до десятых.*

Решение.

Энергия покоя протона не зависит от его скорости и вычисляется по формуле Эйнштейна

$$E_0 = mc^2 \approx 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$$

Ответ: 1,5.

Задача №3

Протон движется в вакууме со скоростью $0,8c$. Чему равна полная энергия протона? *Ответ дайте в наноэВ, округлив до сотых.*

Решение.

Полная энергия движущейся частицы может быть найдена по формуле

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} = 0,25 \text{ нДж.}$$

Ответ: 0,25.

Задача №4

Протон движется в вакууме со скоростью $0,65c$. Чему равна кинетическая энергия протона? *Ответ дайте в наноджоулях, округлив ответ до сотых.*

Решение.

Полная энергия движущейся частицы может быть найдена по формуле

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx 2 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$$

Кинетическая энергия протона может быть найдена как разница между полной энергией и энергией покоя

$$E_k = E - mc^2 \approx 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} = 0,05 \text{ нДж.}$$

Ответ: 0,05.

Задача №5

Синхротрон – кольцевой циклический ускоритель заряженных частиц, в котором частицы движутся по круговой орбите. Электрону, который ускоряется подобным образом сообщали энергию 1 МэВ. Чему равна полная энергия электрона? *Ответ запишите в мегаэлектрон-вольтах, округлив до сотых.*

Решение.

Энергия покоя не зависит от скорости и вычисляется по формуле Эйнштейна

$$E_0 = mc^2 \approx 0,51 \text{ МэВ.}$$

Полная энергия частицы это сумма кинетической энергии и энергии покоя

$$E = E_k + E_0 = 0,51 + 1 = 1,51 \text{ МэВ.}$$

Ответ: 1,51.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Время жизни некоторой частицы в системе отсчета, связанной с ней, равно 31 нс. Частица движется относительно неподвижного наблюдателя со скоростью 0,9с. Масса частицы равна $3 \cdot 10^{-26}$ кг. Определите время жизни частицы в системе отсчета, связанной с наблюдателем. Ответ дайте в наносекундах, округлив до десятых.

Задача №2

Протон движется в вакууме со скоростью 0,65с. Чему равна энергия покоя протона? Ответ запишите в джоулях, умножив на 10^{10} , округлив до десятых.

Задача №3

Протон движется в вакууме со скоростью 0,65с. Чему равна полная энергия протона? Ответ запишите в джоулях, умножив на 10^{10} , округлив до целых.

Задача №4

Протон движется в вакууме со скоростью 0,8с. Чему равна кинетическая энергия протона? Ответ дайте в наноджоулях, округлив до десятых.

Задача №5

Неизвестная частица движется в ускорителе со скоростью, близкой к скорости света. Кинетическая энергия и энергия покоя этой частицы соответственно равны $E_k = 15 \cdot 10^{-10}$ Дж и $E_0 = 5 \cdot 10^{-10}$ Дж. Чему равна полная энергия частицы? Ответ дайте в наноджоулях.

Практическая работа №27
Решение задач по теме «Квантовая оптика»

Раздел 7: Элементы квантовой физики

Тема 7.1: Квантовая оптика

Количество часов: 1

Цель: научиться решать графические и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Длина волны первого фотона равна λ_1 . Длина волны второго фотона на $3\lambda_1$ больше длины волны первого фотона. Чему равно отношение энергии фотона рентгеновского излучения к энергии фотона видимого света?
Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Решение.

Энергия фотона: $E = h\nu$. Учитывая связь $\lambda\nu = c$, получаем выражение для энергии фотона через длину волны:

О: $E = \frac{hc}{\lambda}$. Таким образом, энергия рентгеновского фотона больше энергии фотона видимого света в

$$\frac{E_{\text{рент.}}}{E_{\text{вид.св.}}} = \frac{\lambda_{\text{вид.св.}}}{\lambda_{\text{рент.}}} = \frac{4 \cdot 10^{-7}}{10^{-10}} = 4\,000 \text{ раз.}$$

Ответ: 4000.

Задача №2

Задача №3

Число фотонов, излучаемых лазерной указкой за $t=5$ с, $N=6 \cdot 10^{16}$. Длина волны излучения указки равна $\lambda=600$ нм. Определите мощность P излучения указки.

Решение.

Один фотон света с частотой ν обладает энергией $h\nu = h\frac{c}{\lambda}$. Энергия излучаемая за время t указкой — $E = Pt$. Значит, число фотонов N , излучаемых указкой за время t :

$$N = \frac{E}{h\nu} = \frac{Pt}{hc}$$

Откуда мощность излучения указки

$$P = \frac{Nhc}{\lambda t} = \frac{6 \cdot 10^{16} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9} \cdot 5} \approx 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 4 \text{ мВт.}$$

Ответ: 4 мВт.

Задача №4

Чему равна длина волны красной границы фотоэффекта для цезия? Работа выхода для цезия $A_{\text{вых}} = 0,29 \cdot 10^{-18}$ Дж. Ответ дайте в нанометрах и округлите до целого числа. (Постоянную Планка примите равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.)

Решение.

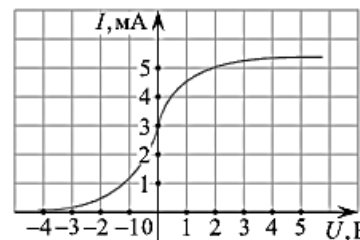
Из формулы для работы выхода $A_{\text{вых}} = h \frac{c}{\lambda_{\text{к}}}$ найдём длину волны красной границы фотоэффекта:

$$\lambda_{\text{к}} = \frac{hc}{A_{\text{вых}}} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,29 \cdot 10^{-18}} \approx 683 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 683 \text{ нм.}$$

Ответ: 683.

Задача №5

В опыте по изучению фотоэффекта одну из пластин плоского конденсатора облучают светом с энергией фотона 6 эВ. Напряжение между пластинами изменяют с помощью реостата, силу фототока в цепи измеряют амперметром. На графике приведена зависимость фототока I от напряжения U между пластинами. Какова работа выхода электрона с поверхности металла, из которого сделаны пластины конденсатора? (Ответ дать в электронвольтах.)



Решение.

Из графика видно, что фототок пропадает, если подать на пластины конденсатора обратное напряжение в 4 В. Это так называемое запирающее напряжение, когда все вылетающие фотоэлектроны, не успев долететь до противоположной пластины, возвращаются назад под действием электрического поля пластин. Согласно уравнению фотоэффекта Эйнштейна, энергия фотонов связана с работой выхода и запирающим напряжением соотношением: $E_{\text{фот}} = A_{\text{вых}} + eU$. Следовательно, работа выхода для пластины конденсатора равна:

$$A_{\text{вых}} = E_{\text{фот}} - eU = 6 \text{ эВ} - 4 \text{ эВ} = 2 \text{ эВ.}$$

Ответ: 2.

Задача №6

Давление света от Солнца, который падает перпендикулярно на абсолютно чёрную поверхность, на орбите Земли составляет около $p = 5 \cdot 10^{-6}$ Па. Оцените концентрацию n фотонов в солнечном излучении, считая, что все они имеют длину волны $\lambda = 500$ нм.

Решение.

Каждый фотон имеет скорость c и импульс $P = \frac{h}{\lambda}$. За время Δt на площадку S попадают фотоны из объёма $Sc\Delta t$. В этом объёме содержится $nSc\Delta t$ фотонов с общим импульсом $PnSc\Delta t$. Фотоны при поглощении абсолютно чёрной поверхностью полностью передают ей свой импульс. Следовательно, сила давления на площадку S равна $F = \frac{PnSc\Delta t}{\Delta t} = PncS = \frac{hncS}{\lambda}$. Таким образом, давление равно $p = \frac{F}{S} = \frac{hnc}{\lambda}$. Откуда:

$$n = \frac{p\lambda}{hc} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 1,3 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}.$$

Ответ: $1,3 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}$.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Длина волны первого фотона равна λ_1 . Длина волны второго фотона на половину от λ_1 больше длины волны первого фотона. Чему равно отношение импульсов p_1/p_2 этих фотонов?

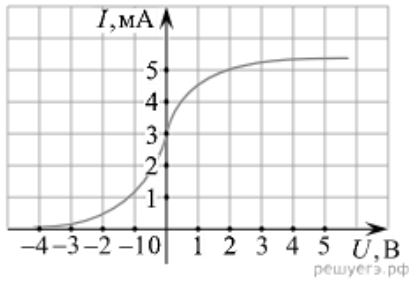
Задача №2

Модуль импульса фотона в рентгеновском дефектоскопе 2 раза больше модуля импульса фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Каково отношение энергии фотона в первом пучке рентгеновских лучей к энергии фотона во втором пучке?

Задача №3

Чему равна длина волны красной границы фотоэффекта для серебра? Работа выхода для серебра $A_{\text{вых}} = 0,69 \cdot 10^{-18}$ Дж. Ответ выразите в нанометрах и округлите до целого числа. (Постоянную Планка примите равной $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.)

Задача №4



В опыте по изучению фотоэффекта одну из пластин плоского конденсатора облучают светом с энергией фотона 6 эВ. Напряжение между пластинами изменяют с помощью реостата, силу фототока в цепи измеряют амперметром. На графике приведена зависимость фототока I от напряжения U между пластинами. Какова работа выхода электрона с поверхности металла, из которого сделаны пластины конденсатора? (Ответ дать в электронвольтах.)

Задача №5

Солнечная постоянная, то есть мощность света, падающего перпендикулярно на единицу площади на уровне орбиты Земли, составляет примерно $C = 1,4 \text{ кВт/м}^2$. В ряде проектов для межпланетных сообщений предлагается использовать давление этого света, идущего от Солнца. Оцените силу давления света на идеально отражающий «парус» площадью $S = 1000 \text{ м}^2$, расположенный на орбите Земли перпендикулярно потоку света от Солнца.

Практическая работа №28 Решение задач по теме «Физика атома»

Раздел 7: Элементы квантовой физики

Тема 7.2: Физика атома

Количество часов: 2

Цель: научиться решать качественные и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

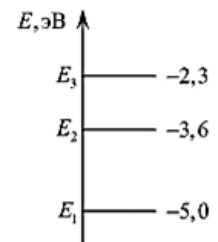
Атомы некоторого газа могут находиться в трёх энергетических состояниях, энергетическая диаграмма которых показана на рисунке. Атом находится в состоянии с энергией E_2 . Фотон с какой энергией может поглотить атом этого газа? Ответ дайте в электронвольтах.

Решение.

При поглощении фотона атом переходит из состояния E_2 в некоторое состояние E_n , где n больше 2. Значит, атом при поглощении фотона перейдет в состояние E_3 . Найдём энергию фотона:

$$E_{\text{фот}} = E_3 - E_2 = -2,3 + 3,6 = 1,3 \text{ эВ.}$$

Ответ: 1,3.

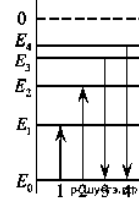


Задача №2

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наименьшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) поглощение света наименьшей длины волны	1) 1
Б) излучение кванта света с наибольшей энергией	2) 2
	3) 3
	4) 4

ege.sdamgia.ru

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б
ege.sdamgia.ru	

Решение.

Квант энергии поглощается при переходе на более высокий уровень, а излучается при переходе с высокого на более низкий уровень. При этом расстояние между уровнями выражается формулой: $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Из диаграммы видно, что поглощению света наименьшей длины волны соответствует переход 2. А излучению кванта света с наибольшей энергией соответствует переход 4.

Ответ: 24.

Задача №3

Электрон в атоме водорода находится в основном (самом низком, с номером $n = 1$) энергетическом состоянии. Атом поглощает фотон с импульсом $6,8 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с. Найдите номер энергетического уровня, на который в результате этого перейдет электрон.

Решение.

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При поглощении фотона атом переходит из основного состояния E_1 в некоторое состояние E_n . Зная импульс фотона, можем найти его энергию:

$$E = mc^2 = p \cdot c \text{ (Дж)} = \frac{p \cdot c}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ (эВ)},$$

где c — скорость света. Запишем закон сохранения энергии:

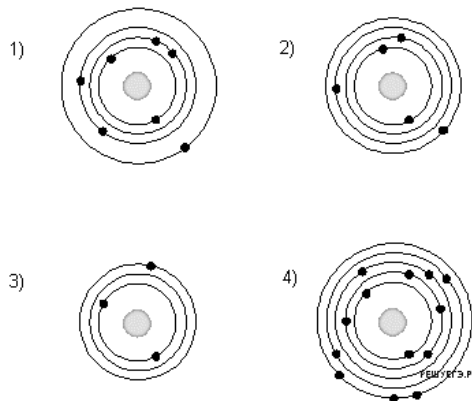
$$\frac{p \cdot c}{1,6 \cdot 10^{-19}} = E_n - E_1 = 13,6 \cdot \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow n^2 = \frac{1}{1 - \frac{p \cdot c}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 13,6}} = 16.$$

Отсюда находим, что электрон перейдет на уровень с номером $n = 4$.

Ответ: 4.

Задача №4

На рисунке изображены модели атома Резерфорда для четырех атомов.



Черными точками обозначены электроны. Атому ${}^{10}_5\text{B}$ соответствует схема

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

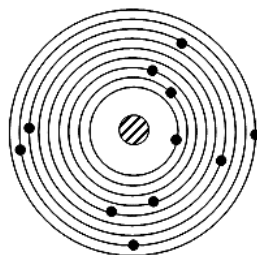
Решение.

Число электронов в нейтральном атоме совпадает с числом протонов, которое записывается внизу перед наименованием элемента. В атоме ${}^{10}_5\text{B}$ пять электронов, следовательно, этому элементу соответствует схема 2.

Ответ: 2.

Задача №5

На рисунке изображена схема атома.



Электроны обозначены черными точками. Схема соответствует атому

- 1) ${}^1_7\text{N}$
- 2) ${}^{16}_8\text{O}$
- 3) ${}^{18}_9\text{F}$
- 4) ${}^{23}_{11}\text{Na}$

Решение.

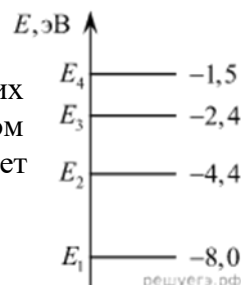
Атом, схема которого изображена на рисунке, имеет 11 электронов. Число электронов в нейтральном атоме совпадает с числом протонов, которое записывается внизу перед наименованием элемента. Отсюда заключаем, что представленная схема соответствует ${}^{23}_{11}\text{Na}$.

Ответ: 4.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

Атомы некоторого газа могут находиться в четырёх энергетических состояниях, энергетическая диаграмма которых показана на рисунке. Атом находится в состоянии с энергией E_3 . Фотон с какой энергией может поглотить атом этого газа? Ответ дайте в электронвольтах.

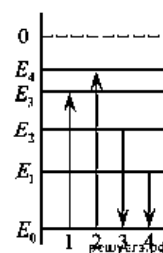


Задача №2

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наибольшей длины волны и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ПРОЦЕСС**
- А) поглощение света наибольшей длины волны
 - Б) излучение света наибольшей длины волны

- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД**
- 1) 1
 - 2) 2
 - 3) 3
 - 4) 4



ege.sdamgia.ru

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

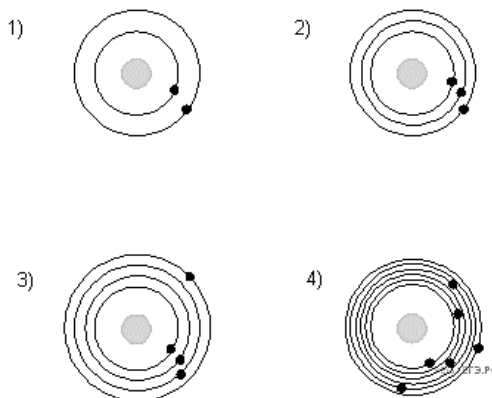
А	Б

Задача №3

Электрон в атоме водорода находится в основном (самом низком, с номером $n = 1$) энергетическом состоянии. Атом поглощает фотон с импульсом $6,45 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с. Найдите номер энергетического уровня, на который в результате этого перейдет электрон.

Задача №4

На рисунке изображены схемы четырех атомов.

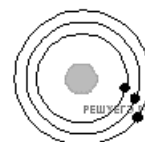


Электроны обозначены черными точками. Атому ${}^4_2\text{He}$ соответствует схема

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Задача №5

На рисунке изображена схема атома.



Электроны обозначены черными точками. Схема соответствует атому

- 1) ${}^1_6\text{C}$
- 2) ${}^1_7\text{N}$
- 3) ${}^3_3\text{Li}$
- 4) ${}^1_8\text{O}$

Практическая работа №29

Решение задач по теме «Физика атомного ядра»

Раздел 7: Элементы квантовой физики

Тема 7.3: Физика атомного ядра

Количество часов: 2

Цель: научиться решать качественные и аналитические физические задачи.

Порядок выполнения работы:

1 Решение типовых задач

Задача №1

Каков заряд ядра ${}^5_1\text{B}$ (в единицах элементарного заряда)?

Решение.

Число протонов (заряд ядра в элементарных единицах заряда) записывается внизу перед наименованием элемента. Таким образом, заряд ядра ${}^5_1\text{B}$ равен 5.

Ответ: 5.

Задача №2

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 B 10,811 Бор
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий

Укажите число электронов в атоме алюминия.

Решение.

Количество электронов в атоме равно числу протонов. Порядковый номер вещества в таблице Менделеева указывает заряд ядра атома или, что то же самое, число протонов. Таким образом, в атоме алюминия 13 электронов.

Ответ: 13.

Задача №3

Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре ${}^{60}_{27}\text{Co}$?

Число протонов	Число нейтронов
	ege.sdamgia.ru

Решение.

В соответствии с обозначением изотопов в ядре ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 27 протонов и $60 - 27 = 33$ нейтрона.

Ответ: 2733.

Задача №4

Атомные ядра с одинаковым массовым числом, но разным количеством протонов и нейтронов, принято называть изобарами. Примером изобар могут служить ядро хрома ${}^{54}_{24}\text{Cr}$ и ядро одного из изотопов железа ${}^{54}_{26}\text{Fe}$. Сколько нейтронов содержится в указанном ядре железа?

Решение.

Количество нейтронов равно разности атомной массы и зарядового числа, тогда в указанном ядре железа $54 - 26 = 28$.

Ответ: 28.

Задача №5

- В результате серии радиоактивных распадов ядро тория ${}_{90}^{234}\text{Th}$ превращается в ядро радия ${}_{88}^{226}\text{Ra}$. На сколько
- а В 2002–2005 гг. был искусственно синтезирован новый химический элемент с атомным номером 118. Его назвали оганесон в честь знаменитого российского физика-ядерщика Ю. Ц. Оганяна. Единственный известный в настоящее время изотоп данного элемента имеет массовое число 294. Сколько нуклонов и сколько нейтронов содержится в атомном ядре этого изотопа?

б

Число нуклонов	Число нейтронов

в

в Решение.

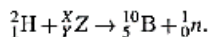
1. Число нуклонов равно массовому числу $A = 294$.
2. Число протонов равно порядковому номеру $Z = 118$. Число нейтронов равно $N = A - Z = 294 - 118 = 176$.

Ответ: 294176.

Задача №6

Задача №7

В результате реакции синтеза ядра дейтерия с ядром ${}^X_Z\text{Z}$ образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией:



Каковы массовое число X и заряд Y (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?

X	Y

Решение.

В ходе ядерной реакции выполняется закон сохранения массового числа, то есть суммарного числа протонов и нейтронов. Следовательно, массовое число неизвестного ядра равно $X = 10 + 1 - 2 = 9$. Кроме того выполняется закон сохранения электрического заряда, отсюда находим, что заряд ядра равен $Y = 5 - 1 = 4$.

Ответ: 94.

Задача №8

Реакция деления ядра урана тепловыми нейтронами описывается уравнением:

Изотоп ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ превратился в изотоп ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. При этом произошло X α -распадов и Y β -распадов. Чему равны X и Y ?

и

X	Y

Решение.

Каждый α -распад приводит к уменьшению зарядового числа ядра на 2 и уменьшению массового числа на 4. Каждый β -распад не изменяет массовое число ядра и увеличивает зарядовое число ядра на 1. Поскольку массовое число при превращении ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ в ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ изменилось на $226 - 206 = 20$, заключаем, что произошло $\frac{20}{4} = 5$ α -распадов. Изменение зарядового числа на $88 - 82 = 6$ означает, что помимо 5 α -распадов произошло также $5 \cdot 2 - 6 = 4$ β -распада.

Ответ: 54.

Задача №9

Задача №10

В результате распада элементарной частицы с некоторым зарядом q — пиона — рождаются позитрон, электронное нейтрино и электрон-позитронная пара. Найдите отношение $\frac{q}{e}$, где e — модуль заряда электрона. Ответ дайте в виде целого числа (с учётом знака).

Решение.

Позитрон имеет заряд, равный e , электронное нейтрино не имеет заряда, у электронно-позитронной пары суммарный заряд также равен 0. Вследствие закона сохранения заряда $q = e$. Значит, $\frac{q}{e} = 1$.

Ответ: 1.

Задача №11

В образце, содержащем большое количество атомов стронция ${}^{90}_{38}\text{Sr}$, через 28 лет останется половина начального количества атомов. Каков период полураспада ядер атомов стронция? (Ответ дать в годах.)

Решение.

Период полураспада — это время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных атомов. Поскольку в образце, содержащем большое количество атомов стронция ${}^{90}_{38}\text{Sr}$, через 28 лет останется половина начального количества атомов, заключаем, что период полураспада ядер атомов стронция составляет 28 лет.

Ответ: 28.

2 Задачи для самостоятельного решения

Задача №1

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Укажите число электронов в атоме магния.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	2 Li 6,939 Литий	3 Be 9,0122 Бериллий	4 B 10,811 Бор
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий

Задача №2

Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре ${}^{55}_{26}\text{Fe}$?

Число протонов	Число нейтронов
	ege.sdangia.ru

Задача №3

Атомные ядра с одинаковым массовым числом, но разным количеством протонов и нейтронов, принято называть изобарами. Примером изобар могут служить ядро кальция ${}^{46}_{20}\text{Ca}$ и ядро одного из изотопов титана ${}_{22}\text{Ti}$. Сколько нейтронов содержится в указанном ядре титана?

Задача №4

В результате серии радиоактивных распадов ядро урана ${}^{234}_{92}\text{U}$ превращается в ядро радона ${}^{222}_{86}\text{Rn}$. На сколько отличается В 2003 г. был искусственно синтезирован новый химический элемент с атомным номером 115. Его назвали московий в честь Московской области на территории которой было совершено данное научное открытие. Наиболее стабильный изотоп данного элемента имеет массовое число 289. Сколько нуклонов и сколько нейтронов содержится в атомном ядре этого изотопа?

Число нуклонов	Число нейтронов
	ege.sdangia.ru

Задача №5

Задача №6

Реакция деления ядра урана тепловыми нейтронами описывается уравнением:

В результате нескольких α - и β -распадов ядро урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ превращается в ядро свинца ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Определите количество α -распадов и количество β -распадов в этой реакции.

Количество α -распадов	Количество β -распадов
	ege.sdamgia.ru
ege.sdamgia.ru	

Задача №7

Задача №8

Период полураспада ядер радиоактивного изотопа висмута 19 мин. Через какое время распадется 75% ядер висмута в исследуемом образце? (Ответ дать в минутах.)

Задача №9

В результате распада элементарной частицы с некоторым зарядом q — пиона — рождаются электрон, электронное антинейтрино и электрон-позитронная пара. Найдите отношение $\frac{q}{e}$, где e — модуль заряда электрона. Ответ дайте в виде целого числа (с учётом знака).

Критерии оценки за практическую работу

Практическая работа оценивается по следующим критериям:

«отлично» – работа выполнена полностью в соответствии с заданием, отчет по практической работе оформлен без ошибок, сдан в срок;

«хорошо» – работа выполнена полностью, но с недочетами: конечный результат выполнения работы не полностью совпадает с образцом; ошибки в расчетах, недочеты в оформлении;

«удовлетворительно» – работа выполнена не в полном объеме, допущено не более двух ошибок или более двух – трех недочетов, но обучающийся обладает обязательными умениями по проверяемой теме.

«неудовлетворительно» – допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не обладает обязательными умениями по данной теме в полной мере.

Содержание отчета

- 1 Тема и цель практической работы.
- 2 Задачи для самостоятельного решения с соблюдением правил оформления.
- 3 Ответы на контрольные вопросы (при необходимости).

Правила решения и оформления задач по физике

Физические задачи по способу решения делятся на вычислительные (количественные), графические, качественные (задачи-вопросы), экспериментальные.

Количественные физические задачи можно решать несколькими способами: аналитическим - решение задачи основано на формулах (физических законах), которые связывают искомую величину и данные в условии задачи; графическим - решение задачи осуществляется с помощью графика; геометрическим – для решения задачи используют теоремы геометрии.

В курсе физики рассматриваются качественные задачи разного уровня: с качественными вопросами или более сложные качественные задачи, которые не требуют вычислений - в них ответ строится на анализе изменения физических величин или физических явлений.

Существуют также физические задачи с неполными данными, тестовые и другие.

Общие рекомендации по решению и оформлению количественных физических задач:

- 1 По условию задачи представьте физическое явление, о котором идет речь.
- 2 Выполните краткую запись условия, выразив исходные данные в единицах СИ.
- 3 Сделайте, где это необходимо, чертеж (схему или рисунок), поясняющий описанный в задаче процесс.
- 4 Напишите уравнение или систему уравнений, отображающих физический процесс.
- 5 Используя чертеж и условие задачи, преобразуйте уравнение так, чтобы в него входили лишь исходные данные и табличные величины.
- 6 Решив задачу в общем виде, проверьте ответ по равенству размерностей величин, входящих в расчетную формулу.
- 7 Проведите вычисления и, получив числовой ответ, оцените его реальность.
- 8 Запишите ответ.

Образец оформления задачи по физике.

Задача. Сколько весит вода объемом 20 л?

Дано:

$$V = 20 \text{ л}$$

$$\rho_{\text{воды}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

P - ?

СИ

$$20 \cdot 0,001 \text{ м}^3 = 0,02 \text{ м}^3$$

Решение.

$$P = mg$$

$$m = \rho V$$

$$m = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,02 \text{ м}^3 = 20 \text{ кг}$$

$$P = 20 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 200 \text{ Н}$$

Ответ: 200 Н.

В графических задачах в процессе решения используют графики. По роли графиков в решении задач различают такие, ответ на который может быть получен на основе анализа уже имеющего графика, и в которых требуется графически выразить функциональную зависимость между величинами. Задачи такого типа оформляются в зависимости от условий задачи, как правило, в более свободной форме. Графики чертят согласно общим требованиям по алгебре.

Решение качественных задач включает три этапа: чтение условия, анализ задачи и решение. При анализе содержание задачи используют прежде всего общие закономерности, известные обучающимся по данной теме. После этого выясняют, как конкретно должно быть объяснено то явление, которое описано в задаче. Ответ к задаче получают как завершение проведенного анализа. В качественных задачах анализ условия тесно связан с получением нужного обоснованного ответа. В качественных задачах ответ должен быть развернутый, с пояснениями.

Существенным признаком экспериментальных задач является то, что при их решении и данные берутся из опыта.

Физические задачи, в условии которых не хватает данных для их решения называют задачами с неполными данными. Недостающие данные для таких задач находят в справочниках, таблицах и в других источниках.

В тестовых задачах предлагаются варианты ответов.

Список источников и литературы

Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература:

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ф. Дмитриева. — 5-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2018. — 448 с.
2. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования / В.Ф. Дмитриева. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2018. — 256 с.
3. Дмитриева В.Ф., Васильев Л.И. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Контрольные материалы: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ф. Дмитриева, Л. И. Васильев. — М. : Издательский центр «Академия», 2019. — 112 с.
4. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов профессиональных образовательных организаций, осваивающих профессии и специальности СПО. — М., 2019
5. Трофимова Т.И. Теория, решение задач, лексикон: справочник.-М.:КноРус, 2020
6. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Курс физики с примерами решений задач. В 2-х т.- М.:КноРус, 2020

Дополнительные источники:

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 25.06.2012, с изм. от 05.03.2013)
2. Дмитриева В.Ф., Васильев Л.И. Физика для профессий и специальностей технического профиля: методические рекомендации: метод. Пособие. — М., 2010.
3. Дмитриева Е.И. Физика в примерах и задачах.-М.:ФОРУМ, 2008
4. Мякишев Г.Я. Физика 10-11 кл.-М.: Просвещение, 2014
5. Пинский, А.А. Физика: учеб. для спо/ А.А.Пинский, Г.Ю. Граковский.- 2-е изд., исправ. -М.: ИНФРА-М, 2008
6. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: Сборник задач: учеб. пособие для студентов профессиональных образовательных организаций, осваивающих профессии и специальности СПО. — М., 2017
7. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: Решения задач: учеб. пособие для студентов профессиональных образовательных организаций, осваивающих профессии и специальности СПО. — М., 2016

8. Трофимова Г.И. Краткий курс физики с примерами решений задач: учебное пособие.- М.:КноРус, 2021
9. Фирсов А.В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: учебник для студентов профессиональных образовательных организаций, осваивающих профессии и специальности СПО/под ред. Т.И. Трофимовой. – М., 2017

Интернет-ресурсы:

1. www.fcior.edu.ru (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов).
 2. www.dic.academic.ru (Академик. Словари и энциклопедии).
 3. www.booksgid.com (BooksGid. Электронная библиотека).
 4. www.globalteka.ru (Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов).
 5. www.window.edu.ru (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
 6. www.st-books.ru (Лучшая учебная литература).
 7. www.school.edu.ru (Российский образовательный портал. Доступность, качество, эффективность).
 8. www.ru/book (Электронная библиотечная система).
 9. www.alleng.ru/edu/phys.htm (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).
 10. www.school-collection.edu.ru (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов).
<https://fiz.1september.ru> (учебно-методическая газета «Физика»).
 11. www.n-t.ru/nl/fz (Нобелевские лауреаты по физике).
 12. www.nuclphys.sinp.msu.ru (Ядерная физика в Интернете).
 13. www.college.ru/fizika (Подготовка к ЕГЭ). www.kvant.mcsme.ru (научно-популярный физико-математический журнал «Квант»).
- www.yos.ru/natural-sciences/html (естественно-научный журнал для молодежи «Путь в науку»).