

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»  
(ГБПОУ «НПТТ»)

## **КОМПЛЕКТ**

контрольно-оценочных средств

учебной дисциплины

### **ПД.2 Физика**

**Специальность:** 10.02.01 Организация и технология защиты информации

Нижний Новгород  
2020

Контрольно - оценочные средства по учебному предмету «Физика» разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее – ФГОС), а также Примерной программы общеобразовательной учебной дисциплины «Физика» для специальностей среднего профессионального образования (далее – СПО): 10.02.01 Организация и технология защиты информации.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Результатом освоения дисциплины ПД.2 «Физика» является овладение комплексом знаний об основных законах физики, кинематике материальной точки, динамике периодического движения, основах молекулярно-кинетической теории, термодинамике, силах электромагнитного взаимодействия, квантовой физике, эволюции Вселенной, овладение знаниями и умениями для решения прикладных задач в профессиональной деятельности. Комплект оценочных средств предназначен для оценивания результатов освоения дисциплины ПД.2 «Физика» для подготовки квалифицированных специалистов по специальности: 10.02.01 Организация и технология защиты информации

### 1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины:

Содержание программы ПД.2 «Физика» направлено на достижение следующих целей:

- освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;
- овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практически использовать физические знания; оценивать достоверность естественнонаучной информации;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;
- воспитание убежденности в возможности познания законов природы, использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды и возможность применения знаний при решении задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности.

### 1.4. Результаты освоения дисциплины

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика» обеспечивает достижение студентами следующих результатов:

#### • личностных:

**Л1** чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;

**Л2** готовность к продолжению образования и повышению квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;

**Л3** умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;

**Л4** – умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;

**Л5** – умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;

**Л6** – умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития;

• **метапредметных:**

**М1** – использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, 1 Экзамен проводится по решению профессиональной образовательной организации либо по желанию студентов при изучении учебной дисциплины «Физика» как профильной учебной дисциплины. 7 описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;

**М2** – использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;

**М3** – умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;

**М4** – умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;

**М5** – умение анализировать и представлять информацию в различных видах;

**М6** – умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации;

• **предметных:**

**П1** – сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;

**П2** – владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;

**П3** – владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;

**П4** – умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;

**П5** – сформированность умения решать физические задачи;

**П6** – сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;

**П7** – сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников

## **1. Вид контроля уровня освоения дисциплины**

- задания практических занятий (задачи);
- тестовые задания по темам рабочей программы;
- лабораторные работы по темам рабочей программы;
- экзамен.

**2. Форма проведения:** тестирование по темам рабочей программы, выполнение заданий практических занятий, выполнение лабораторных работ, экзамен.

## **3. Необходимые контрольно-оценочные материалы по дисциплине**

### **3.1 Перечень тем.**

Раздел 1. Механика.

- 1.1. Кинематика и динамика материальной точки;
- 1.2. Законы сохранения. Динамика периодического движения.

Раздел 2. Молекулярная физика. Термодинамика.

- 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории;
- 2.2. Жидкость и пар;
- 2.3. Твердое тело;
- 2.4. Термодинамика.

Раздел 3. Электродинамика.

- 3.1. Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов;
- 3.2. Постоянный электрический ток;
- 3.3. Магнитное поле;
- 3.4. Электромагнетизм;
- 3.5. Электромагнитное излучение.

Раздел 4. Строение атома и квантовая физика.

- 4.1. Квантовая теория электромагнитного взаимодействия;
- 4.2. Физика атомного ядра.

Раздел 5. Эволюция Вселенной.

### **3.2 Перечень заданий:**

Тема «Кинематика и динамика материальной точки»:

1. Решение задач
2. Лабораторная работа «Изучение видов механического движения».

Тема «Законы сохранения. Динамика периодического движения»:

1. Лабораторная работа «Изучение закона сохранения импульса и реактивного движения»
2. Лабораторная работа «Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости»
3. Лабораторная работа «Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити»

Тема «Основы молекулярно-кинетической теории»

1. Решение задач
2. Доклады

Тема «Жидкость и пар»

1. Лабораторная работа «Измерение влажности воздуха»
2. Лабораторная работа «Измерение поверхностного натяжения жидкости»
3. Лабораторная работа «Наблюдение роста кристаллов из раствора»
4. Тестовые задания
5. Доклады

Тема «Твердое тело»

1. Доклады

Тема «Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»

1. Решение задач

Тема «Постоянный электрический ток»

1. Лабораторная работа «Изучение закона Ома для участка цепи»
2. Лабораторная работа «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»
3. Решение задач

Тема «Магнитное поле»

1. Лабораторная работа «Изучение явления Электромагнитной индукции»
2. Решение задач

Тема «Электромагнетизм»

1. Доклады

Тема «Электромагнитное излучение»

1. Лабораторная работа «Изучение интерференции и дифракции света»
2. Решение задач

Тема «Эволюция Вселенной»

1. Доклады
2. Тестовые задания

Элемент учебной дисциплины	Текущий контроль		Итоговый контроль	
	Форма контроля	Проверяемые предметные результаты	Форма контроля	Проверяемые предметные результаты
Раздел 1. Механика	Решение задач, лабораторные работы	П1-П5	Экзамен	М1-М6, П1-П6.
Раздел 2. Молекулярная физика. Термодинамика	Решение задач, доклады, лабораторные работы	М1-М6, П1-П5		
Раздел 3. Электродинамика.	Решение задач, лабораторные работы	П1-П5		
Раздел 5	Доклады, тесты	М1-М6, П1-П5		

#### 4. Процедура выполнения тестовых заданий.

Выполнение тестовых заданий является этапом проверки качества усвоения обучающимися программного материала по дисциплине и имеет целью проверить теоретические знания обучающихся, выявить их умения применять полученные знания при решении практических задач, а также умения самостоятельно работать с учебной и научной литературой.

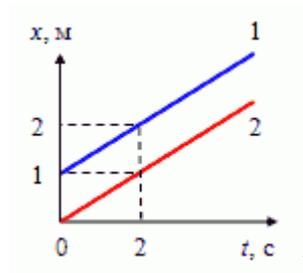
Тестовые задания выполняются после завершения изучения определённой темы или блока. Тестирование выполняется на отдельных листах и оцениваются с занесением оценок в классный журнал. На выполнение задания обучающемуся дается 20 минут рабочего времени. Время начала и окончания теста фиксируется, нарушение временного регламента не допускается. В процессе прохождения тестирования кандидату разрешается пользоваться только ручкой и тестовыми материалами.

В тестовых заданиях представлены задания с выбором одного правильного ответа из нескольких;

### 5. Примеры задач с решениями.

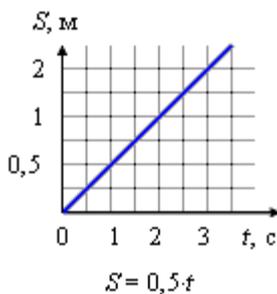
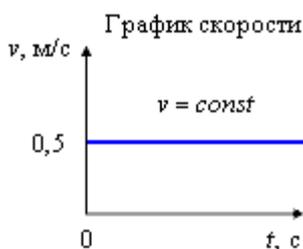
#### 5.1 Кинематика и динамика материальной точки.

##### 5.1.1.



На рисунке представлены графики зависимости координаты двух тел от времени. Графики каких зависимостей показаны? Какой вид имеют графики зависимости скорости и пути, пройденного телом, от времени?

Решение



На рисунке показаны графики равномерного движения тел.

1) В начальный момент времени  $t = 0$  первое тело имеет начальную координату  $x_{01} = 1$  м, второе тело — координату  $x_{02} = 0$ .

2) Оба тела движутся в направлении оси  $X$ , так как координата возрастает с течением времени.

3) Уравнение движения для равномерного прямолинейного движения имеет вид:  $x = x_0 + v_x t$ .

Тогда для первого, второго тела соответственно:

$$x_1 = x_{01} + v_{1x} t \text{ и } x_2 = x_{02} + v_{2x} t$$

$$\text{или } x_1 = 1 + v_{1x} t, \quad x_2 = v_{2x} t.$$

Определим скорости первого и второго тела:

$$v_{1x} = \frac{x_1 - x_{01}}{t} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ м/с.}$$

$$v_{2x} = \frac{x_2}{t} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ м/с.}$$

Уравнения скорости имеют вид:  $v_{1x} = v_{2x} = 0,5 \text{ м/с}$ .

Так как  $S = v_x t$ , то уравнение пути  $S = 0,5t$ .

### 5.1.2

Формула  $x = 20t$ . Необходимо:

1. определить характер движения;
2. найти начальную координату точки;
3. выявить модуль и определить направление скорости;
4. найти графический и аналитический смысл  $x$  через 15 секунд;
5. определить время ( $t$ ), когда  $x = 100 \text{ м}$ .

Решение:

1. Уравнение  $x = x_0 + vt$  — это равномерное прямолинейное движение.
2. Начальная координата точки  $x_0 = 0$ .
3. Скорость точки — это коэффициент при  $t$ , то есть  $v = 20 \text{ м/с}$ . Скорость положительна, следовательно, точка движется вдоль выбранного направления оси координат  $x$ .
4. Через 15 с координата точки будет равна  $x = 300 \text{ м}$ . Графически — нарисовать в осях координат  $x(t)$  по точкам прямую, которая будет проходить через точки  $(0 \text{ с}; 0 \text{ м})$  и  $(15 \text{ с}; 300 \text{ м})$ . Через 15 с координата (по графику) будет 300 м.
5. При  $x = 100 \text{ м}$ :  $100 = 20t$ , отсюда  $t = 5 \text{ с}$ .

### 5.1.3

Катер, двигаясь вниз по течению, затратил время в  $n = 3$  раза меньше, чем на обратный путь. Определить, с какими скоростями относительно берега двигался катер, если средняя скорость на всем пути составила  $v = 3 \text{ км/ч}$ .

Решение: двигаясь вниз по течению, катер затратил время в  $n = 3$  раза меньше, т. к. его скорость относительно берега равна сумме его скорости относительно воды (собственная

скорость) и скорости течения  $v_1=v_k+v_T$ . Путь, проходимый катером, одинаков туда и обратно, обозначим его через  $S$ . Время, затраченное им при движении по течению вниз:

$$t_1 = \frac{S}{v_k + v_T} .$$

Обратно катер плывет против течения и его скорость относительно берега будет равна разности собственной скорости и скорости течения  $v_2=v_k-v_T$ . Тогда затраченное время при движении катера против течения равно:

$$t_2 = \frac{S}{v_k - v_T} .$$

По условию задачи время движения катера против течения в три раза больше времени движения катера по течению:

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{S(v_k + v_T)}{S(v_k - v_T)} = \frac{v_k + v_T}{v_k - v_T} \quad \text{и} \quad \frac{v_k + v_T}{v_k - v_T} = 3 .$$

Упрощая эти уравнения, находим, что  $v_k=2v_T$  (формула 1).

Теперь найдем среднюю скорость при движении катера на всем пути:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{2S}{t_1 + t_2} = \frac{2S}{S/(v_k + v_T) + S/(v_k - v_T)} .$$

Здесь учтем (1), тогда

$$V = \frac{2}{1/(3v_k) + 1/v_T} = \frac{3}{2} v_T ,$$

отсюда находим скорость течения:  $v_T = (2/3)V$ , а  $v_k = (4/3)V$ .

После вычислений окончательно имеем:  $v_T = (2/3)3 = 2$  км/ч и  $v_k = (4/3)3 = 4$  км/ч.

#### 5.1.4

Первую половину времени автомобиль двигался со средней скоростью  $v_1 = 40$  км/ч, а вторую — со средней скоростью  $v_2 = 60$  км/ч. Определить среднюю скорость автомобиля на всем пути.

Решение: в отличие от предыдущей задачи, автомобиль движется первую половину времени с одной скоростью 40 км/ч, а вторую половину времени — со скоростью 60 км/ч. Следовательно, автомобиль проходит за равные промежутки времени разные расстояния.

$$S_1 = v_1 \frac{t}{2}$$

и

$$S_2 = v_2 \frac{t}{2} ,$$

тогда средняя скорость

$$V = \frac{S_1 + S_2}{t} = \frac{v_1 t/2 + v_2 t/2}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2} .$$

Средняя скорость для этого случая оказалась равной среднему арифметическому значению скоростей.

Подставим значения скоростей и проведем вычисления:

$$V = 40 + \quad = 50$$

$$= \frac{60}{2} \text{ км/ч.}$$

Средняя скорость равна 50 км/ч.

### 5.1.5

Пассажир едет в поезде, скорость которого 80 км/ч. Навстречу этому поезду движется товарный поезд длиной 1 км со скоростью 40 км/ч. Сколько времени товарный поезд будет двигаться мимо пассажира?

Решение:

1-й способ. Систему отсчета свяжем с Землей. Наблюдатель находится в точке О с координатой  $x = 0$ . Координата хвоста товарного поезда  $x_T = 1$  км. Уравнение движения обоих тел имеет вид:  $x_1 = v_1 t$  и  $x_2 = x_T - v_2 t$ . В момент встречи хвоста поезда с пассажиром  $x_1 = x_2$  или  $v_1 t = x_T - v_2 t$ , отсюда время встречи равно

$$t = \frac{x_T}{v_1 + v_2} .$$

### 5.1.6

Теплоход плывет по реке из точки А в точку Б в течение 3 часов, а обратно — в течение 5 часов. Собственная скорость теплохода одинакова в обоих случаях. За какое время из точки А в точку Б доплывет плот?

Решение:

Обозначим скорость теплохода как  $v_T$ , а скорость реки как  $v_p$ .

Время движения теплохода по течению равно:

$$t_1 = \frac{S}{v_T + v_p} .$$

Время движения теплохода против течения:

$$t_2 = \frac{S}{v_T - v_p} .$$

Выражаем  $S$  из обоих уравнений и приравниваем правые части:

$$t_1(v_T + v_p) = t_2(v_T - v_p).$$

Получаем:  $v_T = 4v_p$ .

По сути получается, что теплоход без течения преодолевает это расстояние за 4 часа, по течению — за 3 часа и против — за 5 часов.

Скорость теплохода, плывущего против течения относительно берега равна 3-м скоростям течения.

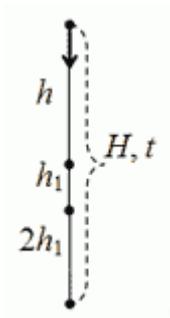
Ответ: плот проплывет данное расстояние за 15 часов.

### 5.1.7

Тело, брошенное вертикально вниз с начальной скоростью 5 м/с, в последние 2 с падения прошло путь вдвое больший, чем в две предыдущие 2 с. Определить время падения и высоту, с которой тело было брошено. Построить график зависимости пройденного пути, ускорения и скорости от времени.

Эта задача была размещена посетителями в разделе Решаем вместе 27 сентября 2007 года.

Решение:



Сделаем рисунок к задаче и введем следующие обозначения:

$h_1$  — расстояние пройденное телом в две предыдущие секунды, тогда  
 $2h_1$  — расстояние пройденное телом за последние две секунды,  
 $t$  — время падения с высоты  $H$ .

Высота падения тела  $H$  равна:

## 6.2. Основы молекулярно – кинетической теории.

### 6.2.1

Определить молярную массу воды.

**Решение.** Относительная атомная масса водорода равна 1,00797, а кислорода 15,9994. Химическая формула воды  $H_2O$ . Следовательно, относительная молекулярная масса воды равна:

$$M_r = 2 \cdot 1,00797 + 15,9994 = 18,01534 \approx 18.$$

Молярная масса воды  $M \approx 10^{-3} \cdot 18$  кг/моль  $\approx 0,018$  кг/моль.

### 6.2.2

Определить количество вещества и число молекул, содержащихся в 1 кг углекислого газа.

**Решение.** Так как молярная масса углекислого газа  $M = 0,044$  кг/моль, то количество

вещества  $\nu = \frac{m}{M} = \frac{1}{0,044}$  моль  $\approx 22,7$  моль. Число молекул  $N = \frac{m}{M} N_A = \nu N_A = 22,7 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 1,4 \cdot 10^{25}$ .

### 6.2.3

Молекулы газа, концентрация которых  $n = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ , производят на стенки сосуда давление  $p = 10^5$  Па. Какова средняя кинетическая энергия  $E$  поступательного движения молекул?

**Решение.** Согласно основному уравнению молекулярно-кинетической теории газов, записанному в форме (1.18), давление

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}.$$

Отсюда

$$\bar{E} = \frac{3p}{2n} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2}{2 \cdot 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}} = 5,6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

### 6.2.4

Плотность газа в баллоне газополной электрической лампы  $\rho = 0,9 \text{ кг/м}^3$ . При горении лампы давление в ней возросло с  $p_1 = 8 \cdot 10^4 \text{ Па}$  до  $p_2 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . На сколько увеличилась при этом средняя скорость молекул газа?

**Решение.** Произведение массы  $m_0$  одной молекулы на концентрацию молекул (число молекул в единице объема)  $n$  равно массе молекул, заключенных в единице объема, т. е. плотности газа  $\rho = m_0 n$ . Следовательно, основное уравнение молекулярно-кинетической теории (1.17) можно записать в виде:

$$\rho = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2.$$

Поэтому

$$\bar{v}_1 = \sqrt{\frac{3p_1}{\rho}}, \quad \bar{v}_2 = \sqrt{\frac{3p_2}{\rho}}.$$

Отсюда

$$\bar{v}_2 - \bar{v}_1 = \sqrt{\frac{3}{\rho}} (\sqrt{p_2} - \sqrt{p_1}); \quad \bar{v}_2 - \bar{v}_1 = 90 \text{ м/с}.$$

### 6.2.5

Определите количество вещества и число молекул, содержащихся в углекислом газе массой 1 кг.

**Решение.** Так как молярная масса углекислого газа  $M = 0,044 \text{ кг/моль}$ , то количество вещества

$$N = \frac{1 \text{ см}^3}{(3 \cdot 10^{-8})^3} \approx 3,7 \cdot 10^{22}.$$

Число молекул

$$N = \frac{m}{M} N_A = 23 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 1,4 \cdot 10^{25}.$$

### 6.2.6

Из блюдца испаряется вода массой 50 г за 4 сут. Определите среднюю скорость испарения — число молекул воды, вылетающих из блюдца за 1 с.

**Решение.** Молекула воды  $\text{H}_2\text{O}$  состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Молярная масса воды  $M = 0,018 \text{ кг/моль}$ .

Число молекул воды в блюдце  $N = \frac{m}{M} N_A$ . Средняя скорость испарения  $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N}{t} = \frac{m}{M} N_A \frac{1}{t} = 4,8 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}$ .

### 6.2.7

Определите толщину серебряного покрытия пластинки площадью  $1 \text{ см}^2$ , если оно содержит серебро в количестве  $0,02 \text{ моль}$ . Плотность серебра равна  $1,05 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ .

Р е ш е н и е. Объем слоя серебра, покрывающего пластинку,  $V = Sd$ . Масса серебряного покрытия равна  $m = \rho Sd = \nu M$ . Молярная масса серебра  $M = 0,108$  кг/моль.

$$\text{Тогда } d = \frac{\nu M}{\rho S} = 2 \text{ мм.}$$

### 6.3. Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов.

#### 6.3.1

Одинаковые маленькие металлические шарики, несущие одноименные заряды 15 и 60 нКл, находятся на расстоянии 2 м друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние их нужно развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

Так как шарики одинаковые, то после соприкосновения они будут иметь одинаковые заряды  $q'_1 = q'_2 = q'$ . По закону сохранения заряда  $q_1 + q_2 = 2q'$ .

$$\text{Сила Кулона в первом случае } F_1 = \frac{kq_1q_2}{r_1^2};$$

$$\text{во втором } F_2 = \frac{kq'^2}{r_2^2} = \frac{k(q_1 + q_2)^2}{4r_2^2}$$

$$\text{Т.к. силы равны, то } \frac{q_1q_2}{r_1^2} = \frac{(q_1 + q_2)^2}{4r_2^2}$$

$$r_2 = \frac{r_1(q_1 + q_2)}{2\sqrt{q_1q_2}}; \quad r_2 = 2,5 \text{ м}$$

#### 6.3.2

Заряженные шарики, находящиеся на расстоянии 2 м друг от друга, отталкиваются с силой 1 Н. Общий заряд шариков 50 мкКл. Как распределен заряд между шариками?

Суммарный заряд шариков равен  $q = q_1 + q_2$ .

$$\text{По закону Кулона } F = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{kq_1(q - q_1)}{r^2}$$

$$kq_1^2 - kqq_1 + Fr^2 = 0;$$

$$q_{1,2} = \frac{kq \pm \sqrt{k^2q^2 - 4kFr^2}}{2k}$$

$q_1 = 38$  мкКл,  $q_2 = 12$  мкКл. При вычислении корней системы уравнений получается, что  $q_1 = 12$  мкКл,  $q_2 = 38$  мкКл.

#### 6.3.3

Два маленьких одинаковых по размеру заряженных шарика, находящиеся на расстоянии 2 м, притягиваются с силой 27 мН. После того, как шарики приведены в соприкосновение и затем разнесены на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой 9 мН. Определите первоначальные заряды шариков.

Так как шарики одинаковые, то после соприкосновения их заряды будут одинаковыми по модулю. Т.к. шарики до соприкосновения притягивались, то имели разноименные заряды; после соприкосновения отталкиваются, следовательно, заряды одноименные. Потому в законе сохранения заряда:

$$q_1 - q_2 = 2q'$$

$q = 4 \text{ мкКл}$

Сила Кулона в первом случае  $F_1 = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ ;

во втором  $F_2 = \frac{kq^2}{r_2^2} = \frac{k(q_1 - q_2)^2}{4r^2}$

$$q_1 - q_2 = 2r \sqrt{\frac{F_2}{k}}; \quad q_1 = q_2 + 2r \sqrt{\frac{F_2}{k}} = q_2 + q$$

$$F_1 = \frac{kq_2(q_2 + q)}{r^2}$$

$$kq_2^2 + kq_2q - F_1r^2 = 0$$

$$q_{2,1,2} = \frac{kq \pm \sqrt{k^2q^2 + 4F_1r^2}}{2k}$$

1)  $q_2 = 6 \text{ мкКл}$  2)  $q_2 = -2 \text{ мкКл}$

$q_1 = -6 \text{ мкКл}$   $q_1 = 2 \text{ мкКл}$

Т.о.  $Q_1 = \pm 6 \text{ мкКл}$ ,  $q_2 = -2 \text{ мкКл}$

### 6.3.4

В трех вершинах квадрата со стороной 10 см находятся одинаковые точечные положительные заряды, равные по  $3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ . С какой силой будут действовать эти заряды на положительный точечный заряд  $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ , расположенный в четвертой вершине квадрата?

$$q = q_1 = q_2 = q_3 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \quad \left| \begin{array}{l} r_{1,4} = r_{4,3} = a, \quad r_{4,2}^2 = 2a^2 \\ \vec{F}_4 = \vec{F}_{4,1} + \vec{F}_{4,2} + \vec{F}_{4,3} \end{array} \right.$$

$$a = 0,1 \text{ м} = 10^{-1} \text{ м}$$

$$q_4 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$\vec{F}' = \vec{F}_{4,3} + \vec{F}_{4,1}, \quad \vec{F}_4 = \vec{F}' + \vec{F}_{4,2}$$

$$F_4 = ?$$

$F_4 = F' + F_{4,2}$  - т.к., силы сонаправлены,

$$F' = \sqrt{F_{4,1}^2 + F_{4,3}^2} = \sqrt{2F_{4,1}^2} = F_{4,1}\sqrt{2}, \quad F_{4,1} = F_{4,3} = k \frac{|q_1 \cdot q_4|}{a^2}$$

$$F_4 = k \frac{q^2}{a^2} \sqrt{2} + k \frac{q_2 \cdot q_4}{2a^2} = \frac{k \cdot q}{a^2} \left( q\sqrt{2} + \frac{q_4}{2} \right)$$

$$F_4 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-8}}{10^{-2}} \left( 3 \cdot 10^{-8} \sqrt{2} + \frac{2 \cdot 10^{-8}}{2} \right) = 27 \cdot 10^3 \cdot 10^{-8} (3\sqrt{2} + 1) = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

Ответ:  $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ .

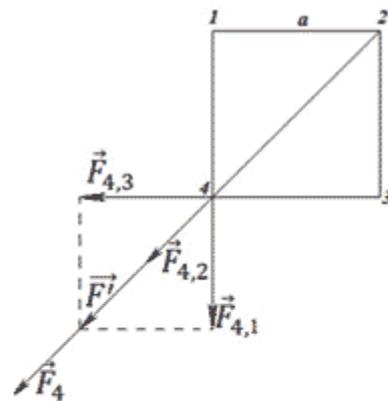


Рисунок 1

### 6.3.5

Два одинаковых маленьких заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускают в керосин. Какова должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и керосине был один и тот же?

$$l, m = m_1 = m_2 \quad \vec{R} = \vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_k = 0 \text{ (в воздухе)}$$

$$q = q_1 = q_2 \quad R_x = F_k - T \sin \alpha = 0$$

$$\alpha = \text{const} \quad R_y = T \cos \alpha - mg = 0$$

$$\varepsilon_k = 2 \quad T \sin \alpha = F_k \quad \rightarrow \quad \tan \alpha = \frac{F_k}{mg}$$

$$\rho_k = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad T \cos \alpha = mg \quad \rightarrow \quad \tan \alpha = \frac{F_k}{mg}$$

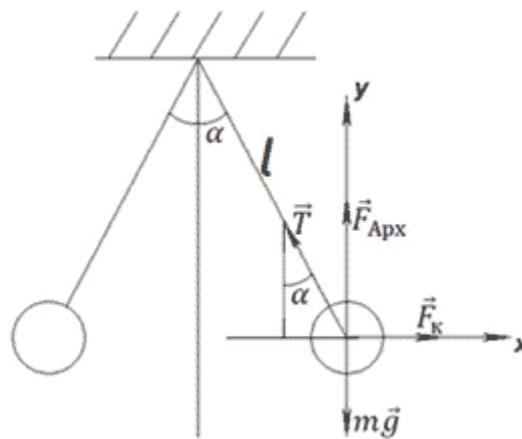


Рисунок 3

$$\rho_{\text{ш}} = ?$$

$$\vec{R}' = \vec{T}' + m\vec{g}' + \vec{F}'_k + \vec{F}'_{\text{Арх}} = 0 \text{ (в керосине)}$$

$$R'_x = F'_k - T' \sin \alpha = 0$$

$$R'_y = T' \cos \alpha - mg + F_{\text{Арх}} = 0$$

$$T' \sin \alpha = F'_k$$

$$T' \cos \alpha = mg - F_{\text{Арх}} \quad \rightarrow \quad \tan \alpha = \frac{F'_k}{mg - F_{\text{Арх}}}$$

$$\frac{F_k}{mg} = \frac{F'_k}{mg - F_{\text{Арх}}}; \quad F_k = k \frac{|q|^2}{r^2}; \quad F'_k = k \frac{|q|^2}{\varepsilon_k r^2}$$

$$\frac{1}{mg} = \frac{1}{\varepsilon_k (mg - \rho_k g \frac{m}{\rho_{\text{ш}}})}$$

$$mg = \varepsilon_k mg (1 - \frac{\rho_k}{\rho_{\text{ш}}}) \quad \rightarrow \quad 1 = \varepsilon_k (1 - \frac{\rho_k}{\rho_{\text{ш}}})$$

$$1 - \frac{\rho_k}{\rho_{\text{ш}}} = \frac{1}{\varepsilon_k} \quad \frac{\rho_k}{\rho_{\text{ш}}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon_k} \quad \rho_{\text{ш}} = \frac{\rho_k \varepsilon_k}{\varepsilon_k - 1} \quad \rho_{\text{ш}} = \frac{800 \cdot 2}{2 - 1} = 1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ (кирпич)}$$

Ответ:  $1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

## 6.4. Постоянный электрический ток.

### 6.4.1

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

Дано:

$$l = 100 \text{ м}$$

$$S = 0,5 \text{ мм}^2$$

$$U = 6,8 \text{ В}$$

I - ?

Решение:

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

$$R = \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 100 \text{ м}}{0,5 \text{ мм}^2} = 3,4 \text{ Ом}$$

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

Ответ: Сила тока равна 2А.

### 6.4.2

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

**Дано:**

$$R_{AB}=5 \text{ Ом}$$

$$R_{BC}=500 \text{ Ом}$$

$$R_{CD}=500 \text{ Ом}$$

$$R_{AD}=?$$

**Решение:**

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

**Ответ:** Общее сопротивление проводника равно 1005 Ом.

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

**Дано:**

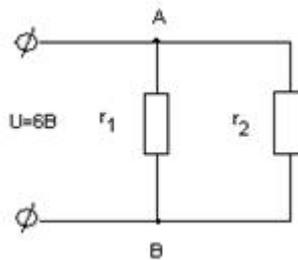
$$r_1=5 \text{ Ом}$$

$$r_2=30 \text{ Ом}$$

$$U=6\text{В}$$

$$I_0=?$$

**Решение:**



$$I_0 = I_1 + I_2$$

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

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

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

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

### 6.4.3

Определите полное сопротивление цепи и токи в каждом проводнике, если проводники соединены так, как показано на рисунке, а  $r_1=1 \text{ Ом}$ ,  $r_2=2 \text{ Ом}$ ,  $r_3=3 \text{ Ом}$ ,  $U_{AC}=11\text{В}$ .

**Дано:**

$$r_1=1 \text{ Ом}$$

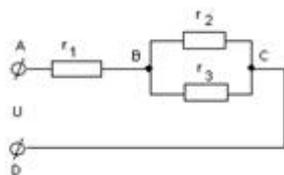
$$r_2=2 \text{ Ом}$$

$$r_3=3 \text{ Ом}$$

$$U_{AB}=11\text{В}$$

$R_{AC}$ -?  
 $I_1$ -?  
 $I_2$ -?  
 $I_3$ -?

**Решение:**



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

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

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = 0.83 \Rightarrow R_{BC} = 1.2 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = 1 \text{ Ом} + 1.2 \text{ Ом} = 2.2 \text{ Ом}$$

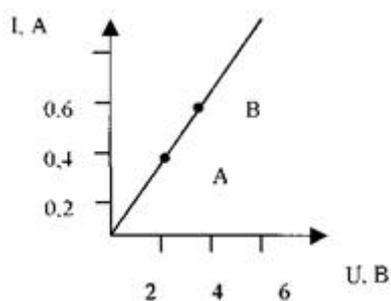
$$I_1 = \frac{U_{AC}}{R_{AC}}, I_1 = \frac{11}{2.2} = 5 \text{ A} \quad I_2 = \frac{U_{BC}}{r_2}, I_3 = \frac{U_{BC}}{r_3}$$

$$U_{BC} = I_1 R_{BC}, U_{BC} = 5 \text{ A} \cdot 1.2 \text{ Ом} = 6 \text{ В}$$

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

**Ответ:**  $R_{AC} = 2.2 \text{ Ом}$ ,  $I_1 = 5 \text{ A}$ ,  $I_2 = 3 \text{ A}$ ,  $I_3 = 2 \text{ A}$ .

#### 6.4.4



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

**Ответ:**

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

### 6.4.5

Рассмотрим следующую задачу: надо определить силу тока в проводнике, длина которого 100 м, а сечение этого проводника – 0,5 мм<sup>2</sup>.

Этот проводник выполнен из меди и включен в цепь таким образом, что на его концах наблюдается напряжение 6,8 В. Стоит отметить, что в задаче дан материал, из которого сделан проводник. Значит, можно узнать значение удельного сопротивления из таблицы.

<p>Дано:</p> <p><math>l = 100 \text{ м}</math>  <math>S = 0,5 \text{ мм}^2</math>  <math>\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}</math>  <math>U = 6,8 \text{ В}</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>I = ?</math></p>	<p>Решение:</p> $I = \frac{U}{R} \quad R = \rho \frac{l}{S}$ $I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{6,8 \cdot 0,5}{0,017 \cdot 100} =$ $= 2[\text{А}]$ <p>Ответ: <math>I = 2 \text{ А}</math></p>
--	--

Сначала следует записать краткое условие задачи. На рис. 1. слева от вертикальной черты показано, как это нужно сделать. Значение длины ( $l=100 \text{ м}$ ), площади поперечного сечения ( $S=0,5 \text{ мм}^2$ ) и напряжения ( $U=6,8 \text{ В}$ ) дано в условии. Значение удельного сопротивления меди ( $\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ ) мы взяли из таблицы. Под горизонтальной чертой на рис. 1 написано, что нужно найти в задаче – силу тока.

Для решения задачи запишем закон Ома для участка цепи:  $I = \frac{U}{R}$ . Также нам потребуется выражение для сопротивления проводника:  $R = \rho \frac{l}{S}$ . Далее постараемся записать решение в общем виде, то есть выражение для сопротивления мы подставим в закон Ома. Поскольку  $R$  в законе Ома стоит в знаменателе, то  $\rho$  и  $l$  окажутся в знаменателе,  $S$  перейдет в числитель. Получаем:

$$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l}$$

Теперь подставим значения данных величин:

$$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{6,8 \cdot 0,5}{0,017 \cdot 100} = 2[\text{А}]$$

Ответ:  $I=2\text{А}$ .

### 6.4.6

По вольфрамовой проволоке протекает электрический ток. Длина проволоки – 4 м, сила тока составляет 0,05 А. Напряжение, под которым находится данный проводник, составляет 5 В. Необходимо определить величину площади поперечного сечения.

<p>Дано:</p> <p><math>I = 0,05 \text{ А}</math></p> <p><math>U = 5 \text{ В}</math></p> <p><math>l = 4 \text{ м}</math></p> <p><math>\rho = 0,055 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}</math></p> <p><math>S = ?</math></p>	<p>Решение:</p> <p><math>R = \rho \frac{l}{S} \quad S = \frac{\rho \cdot l}{R} \quad R = ?</math></p> <p><math>I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I}</math></p> <p><math>S = \frac{\rho \cdot l \cdot I}{U} = \frac{0,055 \cdot 4 \cdot 0,05}{5} =</math>  <math>= 0,0022 [\text{мм}^2]</math></p> <p>Ответ: <math>S = 0,0022 \text{ мм}^2</math></p>
---	---

Рис. 2. Решение задачи №2

Нам даны сила тока  $I=0,05 \text{ А}$ , напряжение  $U=5 \text{ В}$  и длина проволоки  $l=4 \text{ м}$ . Значение удельного сопротивления вольфрама  $\rho = 0,055 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  можно найти из таблицы.

$$S = \frac{\rho \cdot l}{R}$$

закон Ома для участка цепи:  $I = \frac{U}{R}$ .

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

Подставив это выражение в формулу для площади сечения, получим:

$$S = \frac{\rho \cdot l \cdot I}{U}$$

$$S = \frac{\rho \cdot l \cdot I}{U} = \frac{0,055 \cdot 4 \cdot 0,05}{5} = 0,0022 [\text{мм}^2]$$

Получаем ответ: площадь поперечного сечения проволоки  $S = 0,0022 \text{ мм}^2$ .

## 6.5. Магнитное поле.

### 6.5.1

Чему равен вращающий момент сил, действующих на обмотку электродвигателя, выполненную в виде рамки, число витков в обмотке – 100, размер рамки 4 х 6 см, по ней идет ток

10 А. Магнитное поле имеет индукцию 1,2 Тл.

Решение.  $\tau = M / I S$ ;  $M = n B I S$ ;  $S = 24 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ;  $M = 100 \cdot 1,2 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 10^{-4} = 2,88 \text{ Нм}$

### 6.5.2

Однородное магнитное поле имеет индукцию 0,5 Тл. Вычислите поток магнитной индукции, проходящий через поверхность площадью, которой 25 см<sup>2</sup>. Линии магнитной индукции перпендикулярны этой поверхности. Затем поверхность повернули на 60°. Чему будет равен поток индукции?

Решение.  $\Phi = B S$ ;  $\Phi = B S \cos\alpha$ ;  $\Phi = 0,5 \cdot 25 \cdot 10^{-4} = 12,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$ ;  $\Phi = 12,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$

### 6.5.3

С какой силой МП с индукцией 10 мТл действует на проводник с током 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Ток и МП взаимно перпендикулярны.

Решение.  $F = I B \Delta L$ ;  $F = 50 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 50 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 50 \text{ мН}$ .

### 6.5.4

На проводник длиной 50 см с током 2 А действует МП с индукцией 0,1 Тл с силой 0,05 Н. Вычислите угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

Решение.  $F = I B \Delta L \sin \alpha$ ;  $\sin \alpha = F / I B \Delta L$ ;  $\sin \alpha = 0,05 / 0,1 \cdot 2 \cdot 0,5 = 0,05 / 0,1 = 0,5$ ;  $\alpha = 30^\circ$

### 6.5.5

На провод обмотки якоря электродвигателя при силе тока 20 А действует сила 1 Н.

Найдите магнитную индукцию в месте расположения провода, если длина провода 0,2 м.

Решение.  $F = I B \Delta L$ ;  $B = F / I \Delta L$ ;  $B = 1 / 20 \cdot 0,2 = 1/4 = 0,25 \text{ Тл}$

### 6.5.6

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

**Решение:**

Дано:	Формулы:	Расчёты:
L=5см=0,05м, I=25А, F=50мН= =0,050Н, B перпендикулярно I.	$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha$ $B = F / I \cdot L \cdot \sin \alpha$	$B = 0,05 \text{ Н} / 25 \text{ А} \cdot 0,05 \text{ м} =$ $= 1/25 \text{ Тл} =$ $= 0,04 \text{ Тл} =$ $= 40 \text{ мТл}.$
B - ?		Ответ: B = 40 мТл.

### 6.5.7

С какой силой действует магнитное поле с индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

**Решение:**

Дано: B=10мТл, I=50А, L=0,1м, a= 90 градусов. F-?	Формула:  $F = IBL \sin \alpha.$	Расчёты. $F = 50 \text{ А} \cdot 10 \text{ мТл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot \sin(90^\circ) =$ $= 50 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 1 =$ $= 0,05 \text{ А} \cdot \text{Н} \cdot \text{м} / \text{А} \cdot \text{м} =$ $= 0,050 \text{ Н} = 50 \text{ мН}.$ Ответ: F = 50 мН.
--	--	---

## 6.6. Электромагнитное излучение.

### 6.6.1

Длина электромагнитной волны, распространяющейся в диэлектрической среде с проницаемостями  $\epsilon = 4,5$  и  $\mu = 2$ , равна длине волны, распространяющейся в вакууме. Во сколько раз отличаются частоты этих волн?

Дано:  
 $\epsilon = 4,5$   
 $\mu = 2$   


---

 $\omega - ?$ ,  $\lambda - ?$

Решение:  
 Обозначим частоту и длину волны в вакууме  $\nu_0$  и  $\lambda_0$

Длина волны и ее частота связаны соотношением, поэтому для каждой из рассматриваемых сред можно записать формулы:  $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0}$ ,  $\lambda_1 = \frac{v}{\nu_1}$ , где  $c$  – скорость электромагнитной волны в вакууме;  $v$  – фазовая скорость волны в диэлектрической среде. Фазовая скорость

волны  $v$  определяется соотношением:  $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$ , следовательно  $\lambda_1 = \frac{v}{\nu_1} = \frac{c}{\nu_1 \sqrt{\epsilon\mu}}$ .

По условию задачи  $\lambda_0 = \lambda_1$ , поэтому  $\frac{c}{\nu_0} = \frac{c}{\nu_1 \sqrt{\epsilon\mu}}$ .

Из последней формулы получим искомое отношение:  $\frac{\nu_0}{\nu_1} = \sqrt{\epsilon\mu}$ .

$$\frac{\nu_0}{\nu_1} = \sqrt{4,5 \cdot 2} = 3$$

Произведем вычисления:

Ответ: частота волны в вакууме в 3 раза выше.

### 6.6.2

Найти амплитуды напряженностей электрического и магнитного полей плоской, монохроматической, линейно-поляризованной волны, интенсивность которой равна  $1 \text{ Вт/м}^2$ . Волна распространяется в вакууме.

Дано:  
 $I = 1 \text{ Вт/м}^2$   


---

 $H_m - ?$ ,  
 $E_m - ?$

Решение:  
 Интенсивность электромагнитной волны пропорциональна квадрату амплитуды напряженности электрического поля:

$$I = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon}{\mu_0 \mu}} E_m^2 \quad E_m = \sqrt{2I \sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0 \epsilon}}}$$

Отсюда находим

Так как волна распространяется в вакууме, то  $\epsilon = \mu = 1$ . Подставив в выражение для  $E_m$  числовые данные из условия задачи, получим:

$$E_m = \sqrt{2 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1}{36\pi \cdot 10^{-9} \cdot 1}}} = 27,45 \text{ В/м.}$$

Амплитуда

напряженности

магнитного

поля  $H_m$  связана

с  $E_m$  соотношением:

$$H_m = \sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon}{\mu_0 \mu}} E_m$$

Произведем вычисления по этой формуле

$$H_m = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{36\pi \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1}} \cdot 27,45 = 0,073 \text{ А/м.}$$

Ответ:  $E_m = 27,45 \text{ В/м}$ ,  $H_m = 0,073 \text{ А/м}$ .

### 6.6.3

Определить коэффициент затухания  $\alpha$ , фазовую постоянную  $\beta$  и длину  $\lambda$  электромагнитной волны с частотой  $\nu = 1 \text{ МГц}$ , распространяющейся в среде с проницаемостями  $\epsilon = 60$ ,  $m = 1$  и удельной электрической проводимостью  $\gamma = 3 \text{ См/м}$ .

Дано:

$\nu = 1 \text{ МГц}$   
 $\epsilon = 60$   
 $m = 1$   
 $\gamma = 3 \text{ См/м}$

Решение:

Коэффициент затухания, фазовая постоянная и длина волны в среде с конечной электрической проводимостью  $\gamma$  зависят от отношения плотностей токов проводимости и смещения в среде при данной частоте.

$\alpha$  -?,  $\beta$  -?  
 $\lambda$  -?

Это отношение определяется по формуле

$$\eta = \frac{\gamma}{\omega \epsilon_0 \epsilon}$$

$$\eta = \frac{3}{2\pi \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \cdot 60} = 90$$

Вычислим

Поскольку выполняется неравенство  $\eta \gg 1$ , то при заданной частоте волны среду следует считать хорошо проводящей и для расчета искомых величин использовать соотношения:

$$\alpha \approx \beta \approx \sqrt{\frac{\omega \mu_0 \mu \gamma}{2}} \quad \lambda = \frac{2\pi}{\beta}$$

Подставим в расчетные формулы числовые данные и произведем вычисления:

$$\alpha \approx \beta \approx \sqrt{\frac{2\pi \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 3}{2}} = 3,44 \text{ м}^{-1}, \quad \lambda = \frac{2\pi}{3,44} = 1,83 \text{ м.}$$

Ответ:  $\alpha = \beta = 3,44 \text{ м}^{-1}$ ;  $\lambda = 1,83 \text{ м}$ .

### 6.6.4

Каков период колебаний в открытом колебательном контуре, излучающем радиоволны с длиной волны  $300 \text{ м}$ ?

Дано:

$\lambda = 300 \text{ м}$ ,  
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

Найти  $T$ .

Решение.

$$c = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T}; T = \frac{\lambda}{c} = \frac{300\text{м}}{3 \cdot 10^8 \text{м/с}} = 10^{-6} \text{с} = 1 \text{ мкс.}$$

Ответ:  $T = 1 \text{ мкс.}$

### 6.6.5

Катушка приемного контура радиоприемника имеет индуктивность  $1 \text{ мкГн}$ . Какова емкость конденсатора, если идет прием станции, работающей на длине волны  $1000 \text{ м}$ ?  
Дано:

$$L = 1 \text{ мкГн} = 10^{-6} \text{ Гн},$$

$$\lambda = 1000 \text{ м},$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

Найти  $C$ .

Решение

$$\nu = \frac{c}{\lambda}; \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$C = \left( \frac{\lambda}{2\pi c} \right)^2 \cdot \frac{1}{L} = \left( \frac{1000\text{м}}{2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{м/с}} \right)^2 \cdot \frac{1}{10^{-6} \text{Гн}} =$$

$$= 0,28 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 0,28 \text{ мкФ}.$$

Ответ:  $C = 0,28 \text{ мкФ}.$

## 7. Перечень тестовых заданий по темам:

### 7.1. Жидкость и пар.

#### Вариант №1

1. Парообразование –

- А) процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое;
- Б) процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное;
- В) процесс перехода вещества из жидкого состояния в твердое.

2. Интенсивность процесса испарения зависит

- А) от площади свободной поверхности; Б) от температуры жидкости;
- В) от наличия вентиляции; Г) от рода жидкости;
- Д) от температуры окружающей среды; Е) от величины архимедовой силы.

3. Температура кипения

- А) с ростом атмосферного давления увеличится; Б) с ростом атмосферного давления уменьшится;
- В) не зависит от атмосферного давления.

4. Насыщенный пар – это

- А) пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью;
- Б) пар, образующийся над кипящей жидкостью;
- В) пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью.

5. Давление насыщенного пара

- А) зависит от занимаемого им объема; Б) не зависит от занимаемого им объема.

6. Как изменится плотность насыщенного пара при увеличении его объема?  
А) увеличится; Б) уменьшится; В) не изменится.
7. Относительная влажность воздуха 100%. Сравните показания влажного  $T_1$  и сухого термометров  $T_2$  психрометров.  
А)  $T_1 = T_2$ ; Б)  $T_1 > T_2$ ; В)  $T_1 < T_2$ .
8. Парциальное давление водяного пара в воздухе при  $19^\circ\text{C}$  было 1,1 кПа. Чему равна относительная влажность воздуха.  
А) 64%; Б) 50%; В) 70%; Г) 98%.
10. Чему равна относительная влажность воздуха в комнате при температуре  $16^\circ\text{C}$ , если при  $10^\circ\text{C}$  образуется роса?  
А) 42%; Б) 59%; В) 62%; Г) 84%.

### Вариант №2

1. Виды парообразования:  
А) конденсация; Б) испарение; В) конвекция; Г) кипение.
2. Испарение – это  
А) процесс парообразования по всему объему жидкости; Б) процесс парообразования с поверхности жидкости; В) процесс, обратный кипению; Г) процесс перехода вещества из газообразной фазы в жидкую.
3. Температура жидкости при испарении  
А) температура жидкости остается неизменной Б) температура жидкости увеличивается;  
В) температура жидкости уменьшается.
4. Температура кипения – это  
А) температура, при которой давление насыщенного пара в пузырьках равняется атмосферному давлению;  
Б) температура, при которой давление насыщенного пара в пузырьках равняется давлению в жидкости;  
В) температура, при которой давление насыщенного пара в пузырьках равняется гидростатическому давлению.
5. Температура жидкости при кипении зависит от  
А) от рода жидкости; Б) от атмосферного давления; В) от температуры окружающей среды; Г) от вентиляции.
6. Как изменится давление насыщенного пара при уменьшении его объема?  
А) увеличится; Б) уменьшится; В) не изменится.
7. Плотность насыщенного пара  
А) зависит от занимаемого им объема; Б) не зависит от занимаемого им объема.
8. Относительная влажность воздуха – это  
А) величина, указывающая на количественное содержание водяного пара в воздухе;  
Б) величина, показывающая, насколько при данной температуре водяной пар близок к насыщению;  
В) величина, указывающая на наличие водяного пара в атмосфере.
9. Влажный термометр психрометра показывает  $10^\circ\text{C}$ , а сухой  $14^\circ\text{C}$ . Чему равна относительная влажность воздуха?  
А) 30%; Б) 40%; В) 50%; Г) 60%.
10. Чему равна относительная влажность воздуха в комнате при  $18^\circ\text{C}$ , если при  $10^\circ\text{C}$  образуется роса?  
А) 42%; Б) 59%; В) 62%; Г) 84%.

**Бланк ответов**

<b>№ вопроса</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>										

### Критерии оценки к тесту

оценка	показатель
5	Обучающийся набрал 10 баллов
4	Обучающийся набрал 9-8 баллов
3	Обучающийся набрал 7-6 баллов
2	Обучающийся набрал менее 6 баллов

### 7.2. Эволюция вселенной.

1. Какой объект состоит из весьма массивной черной дыры с обращающимися вокруг нее голубыми и белыми гигантами числом до 1 млн.?

- А) шаровое скопление
- Б) рассеянное скопление
- В) ядро галактики
- Г) не наша галактика

2. Галактики какого типа наиболее старые?

- А) спиральные
- Б) эллиптические
- В) неправильные
- Г) все одного возраста

3. На каком расстоянии находится галактика, если скорость ее удаления составляет 20000 км/с,  $H=75$  км/(с·Мпк)?

- А) 26,67 Мпк
- Б) 266,7 пк
- В) 26,67 пк
- Г) 266,7 Мпк

4. Сколько примерно возраст Солнца и большинства звезд?

- А) 5 млрд. лет
- Б) 5 млн. лет
- В) несколько млн. лет
- Г) несколько млрд. лет

5. Наша Галактика относится к типу:

- А) неправильных
- Б) спиральных
- В) эллиптических
- Г) Сейфертовских

6. Наше Солнце расположено в Галактике в:

- А) центре

- Б) ядре
- В) плоскости ближе к краю
- Г) плоскости ближе к центру

7. Размер нашей Галактики (световых лет):

- А) 1000
- Б) 10 000
- В) 100 000
- Г) 300 000

8. В каких областях галактики наиболее интенсивно идет звездообразование?

- А) в планетарных туманностях
- Б) в газовой-пылевой туманности
- В) в скоплениях нейтрального водорода
- Г) везде

9. Что особенно необычно в квазарах?

- А) мощное радиоизлучение
- Б) большое красное смещение
- В) невелики для космических объектов, но светят ярче галактик
- Г) блеск не остается постоянным

10. Самыми крупными известными сейчас объектами во Вселенной являются:

- А) галактики
- Б) скопление галактик
- В) метagalaktika
- Г) скопление метagalaktik

11. Имеют наибольшее из известных красные смещения

- А) сталкивающиеся галактики
- Б) взрывающиеся галактики
- В) нормальные галактики
- Г) квазары

12. Каков линейный диаметр галактики Малое Магелланово Облако, спутника нашей Галактики, если ее видимый угловой размер  $220'$ , а расстояние до нее 195000 световых лет?

- А) 63,8 пк
- Б) 3830 пк
- В) 12490 пк
- Г) 208,5 пк

13. Светлые газовые диффузные туманности:

- А) представляют собой более плотные, чем окружающая среда, облака межзвездной пыли
- Б) имеют спектры излучения, содержащие линии ионизированного Н, He, O и других элементов
- В) повсеместно присутствуют в межзвездном пространстве
- Г) имеют спектры, повторяющие спектры освещающих их горячих звезд

14. Квазарами называют:

- А) различные звездные системы, подобные нашей Галактике
- Б) ту часть Вселенной, которая доступна сейчас наблюдению

- В)исключительно активные объекты, являющиеся источниками мощного радиоизлучения и оптического излучения с очень большим красным смещением  
 Г)такие галактики, которые наряду со светом очень сильно излучают в радиодиапазоне

15. К какому типу галактик можно отнести туманность Андромеды (галактику М31)?

- А)гигантская, эллиптическая  
 Б) гигантская, пересеченная спирально  
 В)гигантская, нормальная, спиральная  
 Г)подобная нашей Галактике

Ответы: 1В,2В,3Г,4Г,5Б,6В,7В,8Б,9Б,10В,11Г,12Б,13Г,14В,15В.

### Бланк ответов

Нужный ответ вписать

<b>№ вопроса</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Ответ</b>															

### Критерии оценки к тесту

оценка	показатель
5	Обучающийся набрал 15 баллов
4	Обучающийся набрал 13-14 баллов
3	Обучающийся набрал 11-12 баллов
2	Обучающийся набрал менее 11 баллов

## 5. Пакет экзаменатора.

### 5.1. Процедура проведения экзамена.

Целью экзамена по дисциплине «Физика» является определение уровня знаний обучающихся, полученных в процессе обучения на занятиях. Экзамен содержит 25 билетов по всем темам курса. Задания билета включают в себя:

- теоретический вопрос по теме курса
- решение практической задачи.

#### Правила приема экзамена

1. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие тестовые задания по всем темам дисциплины, сдавшие отчеты по всем лабораторным работам и практическим занятиям.

2. Экзамен проводится в устной форме.

. Во время проведения экзамена запрещается:

- разговоры с другими лицами (кроме преподавателя);
- перемещения в аудитории без согласования с преподавателем.

На подготовку к экзамену отводится 30 минут учебного времени. Оценка, полученная за экзамен является итоговой оценкой по дисциплине.

### 5.2. Критерии оценки.

- оценка «5» «отлично» выставляется студенту, если он системно, глубоко и прочно усвоил программный материал курса; полно, логически стройно, четко и правильно его излагает, умеет тесно связать теорию с практикой, привести примеры, свободно справляется с задачей, правильно обосновывает свои решения. Использует знания из смежных дисциплин. Студент не затрудняется с ответами на вопросы при их видоизменении. Возможно 1-2 негрубых недочета в ответах.

- оценка «4» «хорошо» выставляется студенту, если он в основном правильно, по существу излагает материал, но несколько нарушена логика и последовательность повествования, допускает 1-2 негрубых ошибки при ответе или решении задачи; если ответ не совсем полный, но имеется связь с практической деятельностью менеджера, с практическим заданием справляется, возможно, при использовании наводящих вопросов. Использует знания смежных дисциплин.

- оценка «3» «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания по основным вопросам курса (не менее 50 %), но не усвоил деталей, допускает значительные неточности в ответе или недостаточно правильные формулировки, имеют место 3-4 ошибки, нарушена логическая последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практического задания, затрудняется в осуществлении связи с практической деятельностью менеджера.

- оценка «2» «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала (более 50 %), допускает грубые ошибки, отсутствует логика изложения и системность в построении ответа, затрудняется в приведении примеров, не справляется самостоятельно с решением практического задания.

### 5.3. Оборудование.

Бумага, ручка.

### 5.4 Перечень задач на экзамен:

Задача 1	Задача 11
Поезд, отходя от станции, набирает скорость 15м/с за 150с. Каково его ускорение?	Импульс тела равен 8кг*м/с, а кинетическая энергия 16Дж. Найти массу и скорость тела.
Задача 2	Задача 12
За первую секунду равноускоренного движения скорость тела увеличилась с 3 до 5 м/с Каково ускорение тела? Какой станет скорость к концу 3-й секунды?	Человек качается на качелях. За 1 мин он совершает 15 колебаний. Найти период и частоту.
Задача 3	Задача 13
Тело движется с ускорением 1,5м/с <sup>2</sup> . Начальная скорость равна нулю. Какова скорость тела через 2с после начала движения?	Трансформатор повышает напряжение с 220 до 660В и содержит в первичной обмотке 840 витков. Каков коэффициент трансформации? Сколько витков во вторичной обмотке?
Задача 4	Задача 14
Какое из тел имеет больший импульс: автомобиль, масса которого 1т, движущийся со скоростью 10м/с, или снаряд массой 2кг, летящий со скоростью 500м/с?	Сила тока в резисторе, который показывает 120В равна 15мА. Определите сопротивление резистора.
Задача 5	Задача 15
Какова масса тела, если его импульс 600кг*м/с при скорости 15м/с?	Какова сила тока в резисторе сопротивлением 200 Ом при напряжении 5В?
Задача 6	Задача 16

Мальчик тянет по горизонтальной дороге санки, прикладывая к ним силу 30Н, направленную под углом 30° к горизонту. Какую работу совершил мальчик, пройдя путь 1км?	Каково сопротивление медного провода длиной 500м, если площадь поперечного сечения 0,25мм <sup>2</sup> (удельное сопротивление меди 1,7*10 <sup>-8</sup> Ом*м)
Задача 7	Задача 17
Колеблющаяся от ветра ветка каждые две секунды ударяет в оконное стекло. Найдите период и частоту колебаний ветки.	Для изготовления реостата сопротивлением 126 Ом использовали никелиновую проволоку площадью поперечного сечения 0,1мм <sup>2</sup> . Какова длина проволоки? (удельное сопротивление никелина 42*10 <sup>-8</sup> Ом*м)
Задача 8	Задача 18
Частота колебаний струны равна 1,2кГц. Сколько колебаний совершает струна за 0,5мин?	Сила тока в медном проводнике с поперечным сечением 1,5мм <sup>2</sup> и длиной 15м равна 2,2А. Определите напряжение на концах этого проводника. (удельное сопротивление меди 1,7*10 <sup>-8</sup> Ом*м)
Задача 9	Задача 19
Какова скорость звука в материале, в котором звуковые волны с частотой 900Гц имеют длину волны 5м?	Каково сопротивление участка цепи, состоящего из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлениями 40 и 60 Ом?
Задача 10	Задача 20
Вагон массой 10т движется со скоростью 0,2м/с, нагоняет вагон массой 20т, движущийся со скоростью 0,1м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия?	Какая сила действует со стороны однородного магнитного поля индукцией 30мТл на находящийся в поле провод длиной 50см, по которому идет ток 12А? Провод образует прямой угол с направлением вектора магнитной индукции.
Задача 21	Задача 27
Проводник, сила тока в котором равна 15А, находится в однородном магнитном поле индукцией 50мТл. Какой угол образует с направлением вектора магнитной индукции участок проводника длиной 20см, если на него действует сила 75мН?	На провод при силе тока 40а действует сила 8Н. Определите магнитную индукцию в месте расположения провода, если длина провода 20см, а угол 90°?
Задача 22	Задача 28
Линии магнитной индукции однородного поля вертикальны. Каков магнитный поток через горизонтальный контур площадью 50 см <sup>2</sup> , если модуль магнитной индукции равен 60мТл?	Под каким углом расположен проводник к линиям магнитной индукции магнитного поля с индукцией 15Тл, если на каждые 10см длины проводника действует сила 3Н, когда по нему проходит ток 4А?
Задача 23	Задача 29
Линии магнитной индукции однородного магнитного поля образуют угол 30° с вертикалью. Модуль магнитной индукции равен 0,2Тл. Какой магнитный поток пронизывает горизонтальное проволочное кольцо радиусом 10см?	Частота оранжевого цвета 5*10 <sup>14</sup> Гц. Найдите длину волны этого цвета в вакууме.
Задача 24	Задача 30
Магнитный поток за бмс равномерно возрастает с 2 до 14мВб. Какова ЭДС	Два неупругих тела, массы которых 2кг и 6кг движутся навстречу друг другу с одинаковыми

индукции в контуре?	скоростями 2 м/с. С какой скоростью и в какую сторону будут двигаться тела после удара?
Задача 25	Задача 31
В первичной обмотке трансформатора 200 витков, а во вторичной 25 витков. Повышает или понижает напряжение этот трансформатор? Во сколько раз?	За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$ , пройдет 30м.
Задача 26	Задача 32
Каков период колебаний в колебательном контуре, излучающем радиоволны с длиной волны 300м?	Какую скорость приобретает ракета движущаяся из состояния покоя с ускорением $60 \text{ м/с}^2$ ?

## 7. Литература

### **Основные источники:**

1. Чакак, А. А. Физика : учебное пособие для СПО / А. А. Чакак, С. Н. Летута. — Саратов : Профобразование, 2020. — 541 с. — ISBN 978-5-4488-0667-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92191.html>

2. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Электромагнетизм : учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 199 с. — ISBN 978-5-4488-0727-5, 978-5-4497-0275-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88766.html>

### **Дополнительные источники:**

отсутствуют

### **Интернет-ресурсы**

<http://www.fizika.ru> (Сайт для преподавателей физики, учащихся и их родителей)

<http://college.ru/fizika/> (College.ru: Физика)

<http://www.gomulina.orc.ru> (Виртуальный методический кабинет учителя физики и астрономии)