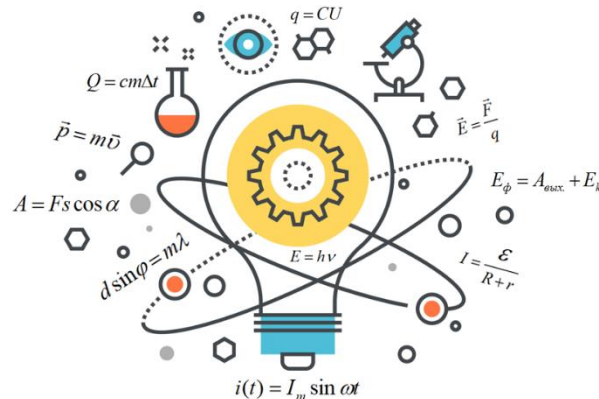


Институт цифровых технологий, электроники и физики
<http://phys.asu.ru/>

ЕГЭ по физике 2023



Задания 25-26 (часть 2 КИМ ЕГЭ):
Расчетные задачи

Шимко Елена Анатольевна

доцент кафедры общей и экспериментальной физики АлтГУ

25. Расчетная задача (молекулярная физика / механика)

26. Расчетная задача (электродинамика / оптика)

2 балла

Критерии оценивания выполнения задания 25-26	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
Критерии оценивания выполнения задания 25-26	Баллы
<p>Правильно <u>записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи.</u> Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p>	1
<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>	
<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	
<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p>	
<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	
<p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p>	
<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	
<p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0

Задание 25.1

На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

Задание 25.1

На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

Дано:

$$\Delta v_2 = -10 \text{ м/с}$$

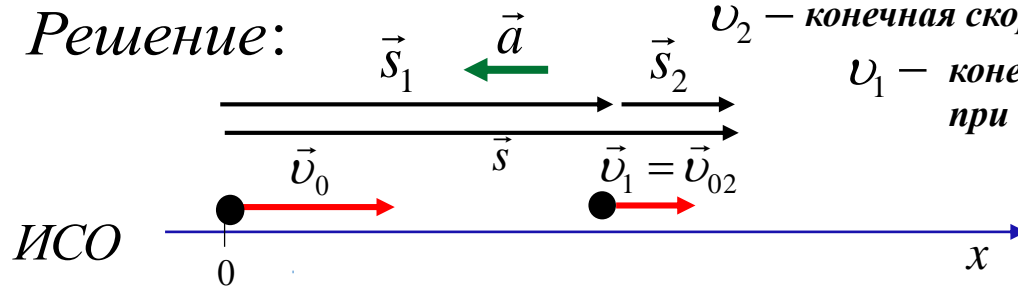
$$s_2 = 1000 \text{ м}$$

$$s = 4000 \text{ м}$$

$$v = v_2 = 0$$

$$v_0 = ?$$

Решение:



v_{02} — начальная скорость на последнем км

v_2 — конечная скорость на последнем км

v_1 — конечная скорость при перемещении s_1

ИСО

$$\Delta v_2 = v_2 - v_{02} = 0 - v_1 \Rightarrow v_1 = -\Delta v_2 = 10 \text{ м/с}$$

$$s_1 = s - s_2 = 4000 \text{ м} - 1000 \text{ м} = 3000 \text{ м}$$

Перемещение при равноускоренном движении

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

$$\Rightarrow s_{1x} = \frac{v_{1x}^2 - v_{0x}^2}{2a_x} \Rightarrow v_{0x} = \sqrt{v_{1x}^2 - 2a_x s_{1x}}$$

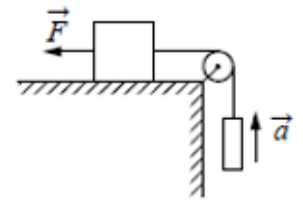
$$a_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2s_x} \Rightarrow a_x = \frac{v_2^2 - v_{02}^2}{2s_2} = \frac{0 - 10^2}{2 \cdot 1000} = -0,05 \text{ м/с}^2$$

$$v_{0x} = \sqrt{10^2 - 2(-0,05) \cdot 3000} = 20 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$

Задание 25.2

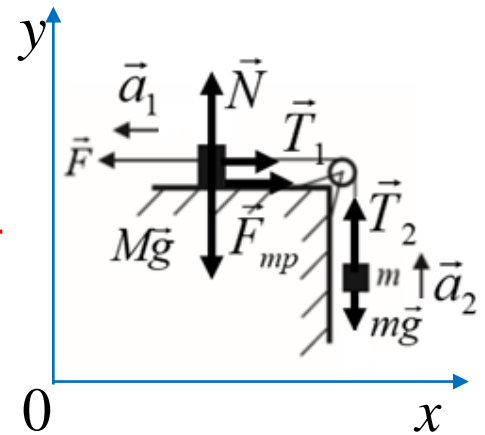
Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила \vec{F} , равная по модулю 10 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Чему равна масса второго груза?



Алгоритм решения задач по динамике

1. Анализ условия задачи.
2. Краткая запись условия задачи.
3. Чертеж к задаче, на котором указать на чертеже *все силы* действующие на взаимодействующие тела, а также предположительное направление *ускорения* всех взаимодействующих тел.
4. Выбор системы отсчета.
5. Запись *в векторном виде* II закона Ньютона (в случае связанных тел еще и III закона Ньютона).
6. Запись *в скалярном виде* законов Ньютона (в проекциях векторов на координатные оси).
7. В случае необходимости запись кинематических зависимостей.
8. Решение системы уравнений относительно неизвестного.
9. Расчет искомой величины путем арифметических действий*.
10. Анализ полученных результатов.

Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила \vec{F} , равная по модулю 10 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Чему равна масса второго груза?



Дано:

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$F = 10 \text{ Н}$$

$$a_2 = 2 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = 0,2$$

$$m = ?$$

Решение:

$$\vec{F} + \vec{T}_1 + \vec{F}_{\text{тр}} + M\vec{g} + \vec{N} = M\vec{a}_1$$

$$m\vec{g} + \vec{T}_2 = m\vec{a}_2$$

$$a_1 = a_2 = a \quad \text{— т.к. нить нерастяжима}$$

$$T_1 = T_2 = T \quad \text{— по третьему закону Ньютона}$$

$$0x: F - T - \mu Mg = Ma \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} T = F - \mu Mg - Ma \\ T = ma + mg = m(g + a) \end{cases}$$

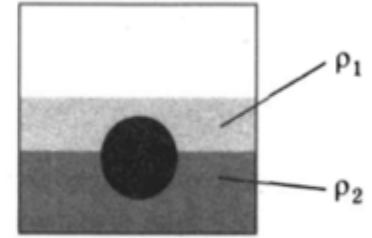
$$m(g + a) = F - \mu Mg - Ma \quad \Rightarrow \quad m = \frac{F - M(\mu g + a)}{g + a}$$

$$m = \frac{10 \text{ Н} - 1 \text{ кг}(0,2 \cdot 10 + 2) \text{ м/с}^2}{(10 + 2) \text{ м/с}^2} = 0,5 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 0,5 \text{ кг}$

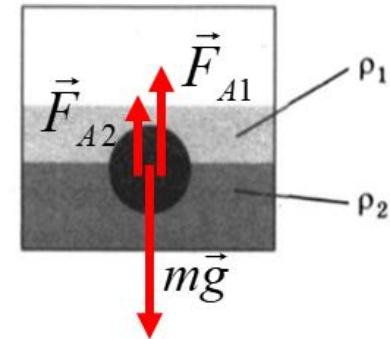
Задание 25.3

На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объёма?



Задание 25.3

На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объёма?



Дано:

$$\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 2700 \text{ кг/м}^3$$

$$V_1 = \frac{V}{3}$$

$$V_2 = \frac{2V}{3}$$

$$\rho - ?$$

Решение:

Условие плавания тел:

$$\vec{F}_{A_1} + \vec{F}_{A_2} + m\vec{g} = 0$$

$$mg = \rho_1 g V_1 + \rho_2 g V_2$$

$$\rho V = \rho_1 \frac{V}{3} + \rho_2 \frac{2V}{3} \quad \Rightarrow \quad \rho V = \frac{V}{3} (\rho_1 + 2\rho_2)$$

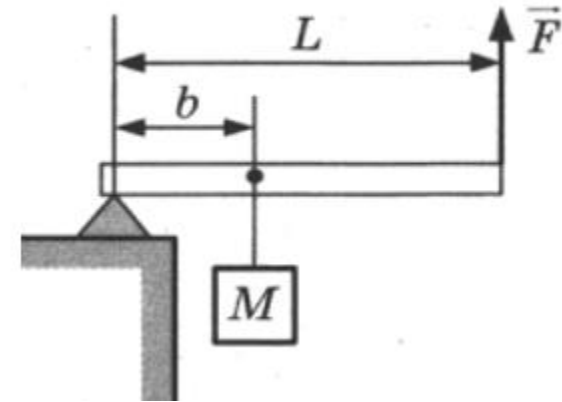
$$\rho = \frac{1}{3} (\rho_1 + 2\rho_2)$$

$$\rho = \frac{1}{3} (900 + 2 \cdot 2700) \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

$$\text{Ответ: } \rho = 2100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

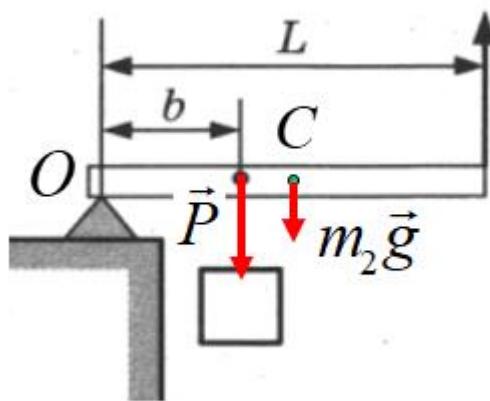
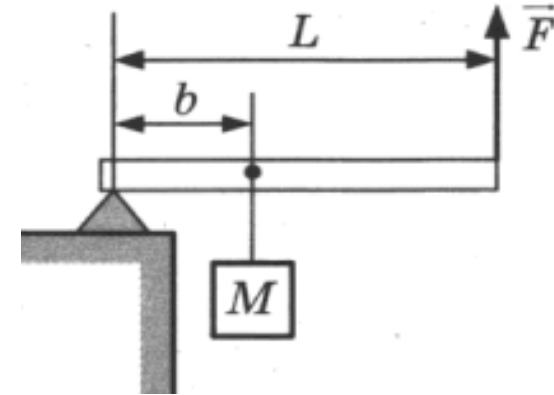
Задание 25.4

Груз массой 100 кг удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 350 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного массивного стержня длиной 5 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите массу стержня.



Задание 25.4

Груз массой 100 кг удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 350 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного массивного стержня длиной 5 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите массу стержня.



*Правило моментов относительно т. O
– оси вращения рычага:*

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0 \quad \text{или}$$

$$F_1 l_1 + F_2 l_2 + F_3 l_3 = 0$$

$$F_1 = P = m_1 g \quad \text{– вес груза}$$

$$l_1 = b \quad \text{– плечо силы } F_1 = P$$

$$F_2 = m_2 g \quad \text{– сила тяжести, действующая на рычаг}$$

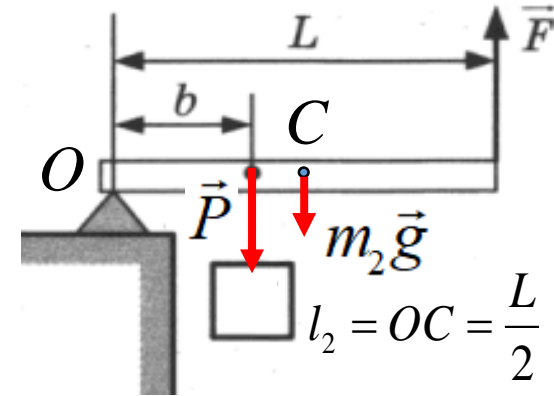
$$l_2 = |OC| = \frac{L}{2} \quad \text{– плечо силы тяжести}$$

По условию: $F_3 = F$ $l_3 = L$ – плечо силы F

$$m_1 g b + m_2 g \frac{L}{2} - FL = 0$$

Задание 25.4

Груз массой 100 кг удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 350 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного массивного стержня длиной 5 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите массу стержня.



Дано:

$$m_1 = 100 \text{ кг}$$

$$F = 350 \text{ Н}$$

$$L = 5 \text{ м}$$

$$b = 1 \text{ м}$$

$$m_2 = ?$$

Решение: m . C – центр масс рычага

Относительно m . O :

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0 \quad \text{или} \quad F_1 l_1 + F_2 l_2 + F_3 l_3 = 0$$

$$F_1 = P = m_1 g \quad \Rightarrow \quad m_1 g b + m_2 g \frac{L}{2} - FL = 0$$

$$m_2 g \frac{L}{2} = FL - m_1 g b \quad \Rightarrow \quad m_2 = \frac{2(FL - Mgb)}{gL}$$

$$m_2 = \frac{2(350 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} - 100 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ м})}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ м}} = 30 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_2 = 30 \text{ кг}$

Рисунок необходим для пояснения – как находите плечо каждой силы

Задание 25.5

Два пластилиновых шарика с массами $3m$ и m , летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной $0,5$ м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

Задание 25.5

Два пластилиновых шарика с массами $3m$ и m , летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной $0,5 \text{ м/с}$? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

Дано:

$$m_1 = 3m$$

$$m_2 = m$$

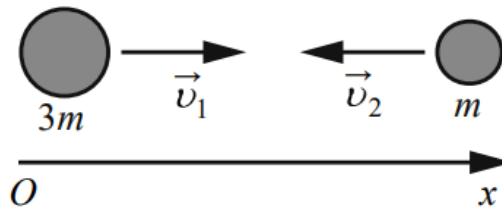
$$v_1 = v_2 = v$$

$$u = 0,5 \text{ м/с}$$

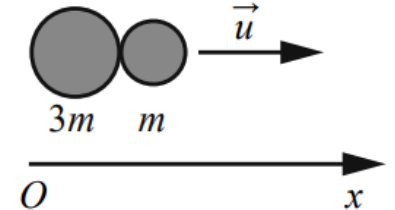
$$v = ?$$

Решение:

До столкновения:



После столкновения:



$$\vec{p} = \text{const}$$

$$\Rightarrow 0x: m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

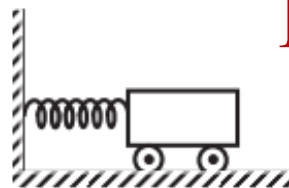
$$3m v - m v = (3m + m) u \Rightarrow v = 2u$$

$$v = 2 \cdot 0,5 \text{ м/с} = 1 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 1 \text{ м/с}$

25

Тележка массой 2 кг, прикрепленная к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания (см. рисунок). Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.



КИМ ЕГЭ

2022

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$k = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$A = 0,1 \text{ м}$$

$$v_m - ?$$

Решение: $E = E_k + E_p = \text{const}$

$$\frac{mv_m^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_m = A \sqrt{\frac{k}{m}}$$

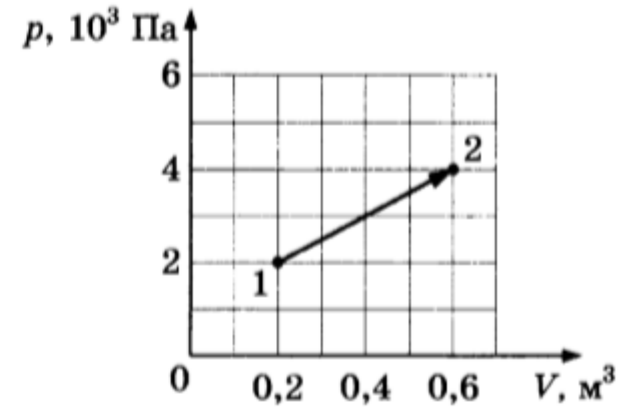
$$v_m = 0,1 \text{ м} \sqrt{\frac{200 \text{ Н/м}}{2 \text{ кг}}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v_m = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>закон сохранения механической энергии при гармонических колебаниях</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2

Задание 25.6

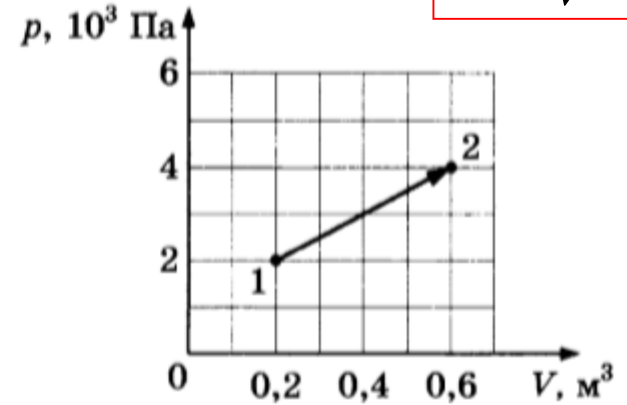
Воздух в сосуде под поршнем перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ними мог просачиваться воздух. Оказалось, что отношение числа молекул газа в сосуде в конце и начале процесса перехода составляет $\frac{N_2}{N_1} = 3$. Во сколько раз повысилась абсолютная температура воздуха в этом процессе? Воздух считать идеальным газом.



Задание 25.6

Воздух в сосуде под поршнем перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ними мог просачиваться воздух. Оказалось, что отношение числа молекул газа в сосуде в конце и начале процесса перехода составляет $\frac{N_2}{N_1} = 3$. Во сколько раз повысилась абсолютная температура воздуха в этом процессе? Воздух считать идеальным газом.

$$p = nkT \Rightarrow p = \frac{N}{V} kT$$



Дано:

$$\frac{N_2}{N_1} = 3$$

$$\frac{T_2}{T_1} = ?$$

Решение:

$$pV = \nu RT$$

Уравнение состояния идеального газа (ур-е М.-К.)

Количество вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

$$\Rightarrow pV = \frac{N}{N_A} RT$$

$$p_1 V_1 = \frac{N_1}{N_A} RT_1 \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = \frac{N_2}{N_A} RT_2 \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)}: \quad \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{N_2 \cdot T_2}{N_1 \cdot T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \cdot \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{4 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 0,6 \text{ м}^3}{2 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 0,2 \text{ м}^3} \cdot \frac{1}{3} = 2$$

Ответ: $\frac{T_2}{T_1} = 2$

Задание 25.7

В калориметр с водой опущена трубка. По трубке в воду впускают водяной пар при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. В некоторый момент масса воды перестаёт увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 460 г , а температура $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите массу сконденсировавшегося пара. Тепловыми потерями пренебречь.

Задание 25.7

В калориметр с водой опущена трубка. По трубке в воду впускают водяной пар при температуре 100°C . В некоторый момент масса воды перестаёт увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 460 г , а температура 0°C . Определите массу сконденсировавшегося пара. Тепловыми потерями пренебречь.

Дано:

$$m_1 = 0,46\text{ кг}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

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

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m_2 = ?$$

Решение:

Происходит нагревание воды за счет количества теплоты, выделяющегося при конденсации пара:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \quad \text{Уравнение теплообмена}$$

$$cm_1(t - t_0) + (-Lm_2) = 0 \quad \Rightarrow \quad m_2 = \frac{cm_1(t - t_0)}{L}$$

$$m_2 = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,46\text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C}}{2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 0,084\text{ кг}.$$

Ответ: $m_2 = 84\text{ г}$

Задание 25.8

Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в качестве холодильника — сосуд со льдом при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите работу, совершённую машиной, если в результате растаяло 12 кг льда.

Задание 25.8

Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой при $80\text{ }^\circ\text{C}$, а в качестве холодильника — сосуд со льдом при $0\text{ }^\circ\text{C}$. Определите работу, совершённую машиной, если в результате растаяло 12 кг льда.

Дано:

$$m = 12\text{ кг}$$

$$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$T_H = 353\text{ K}$$

$$T_X = 273\text{ K}$$

$A - ?$

Решение:

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{Q_H - |Q_X|}{Q_H} = \frac{T_H - T_X}{T_H}$$

$$\eta = \frac{Q_H - |Q_X|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_X|}{Q_H}$$

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} = 1 - \frac{T_X}{T_H}$$

$$\frac{|Q_X|}{Q_H} = \frac{T_X}{T_H}$$

$$Q_X = \lambda m$$

$$Q_H = \frac{T_H \cdot |Q_X|}{T_X} = \frac{T_H \cdot \lambda m}{T_X}$$

$$A = \eta Q_H = \frac{T_H - T_X}{T_H} \cdot \frac{T_H \cdot \lambda m}{T_X} \Rightarrow A = \frac{(T_H - T_X) \lambda m}{T_X}$$

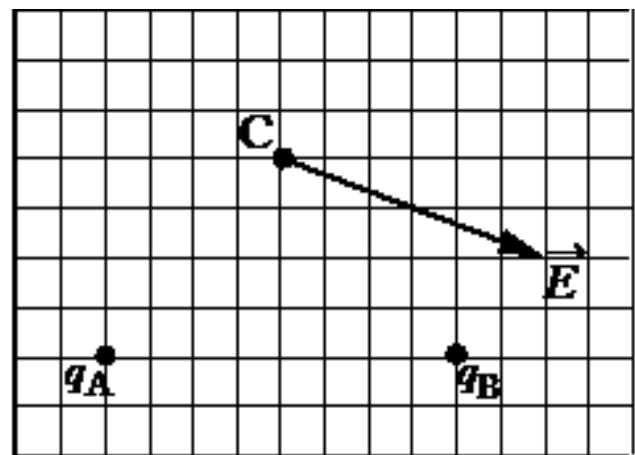
$$A = \frac{(353\text{ K} - 273\text{ K}) \cdot 3,3 \cdot 10^5 (\text{Дж} / \text{кг}) \cdot 12\text{ кг}}{273\text{ K}} \approx 1160440 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A \approx 1,1\text{ МДж}$

Задание 26.1

На рисунке изображён вектор напряжённости \vec{E} электрического поля в точке С, которое создано двумя точечными зарядами q_A и q_B .

Каков заряд q_B , если заряд q_A равен $+2$ нКл?



Задание 26.1

На рисунке изображён вектор напряженности \vec{E} электрического поля в точке С, которое создано двумя точечными зарядами q_A и q_B .

Каков заряд q_B , если заряд q_A равен +2 нКл?

Дано:

$$q_A = +2 \text{ нКл}$$

$$q_B = ?$$

Решение:

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

– принцип суперпозиции

Напряженность ЭП
точ. заряда q_A в точке С

$$E_1 = k \frac{|q_A|}{r_1^2}$$

Напряженность ЭП
точ. заряда q_B в точке С

$$E_2 = k \frac{|q_B|}{r_2^2}$$

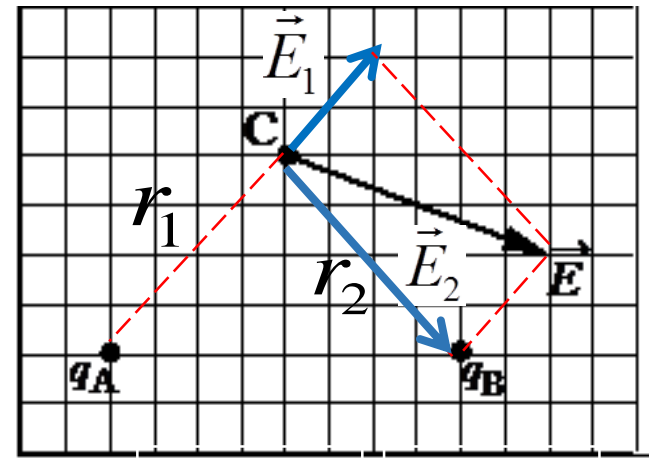
$$r_1 = r_2 = \sqrt{32}$$

$$E_2 = 2E_1$$

$$\Rightarrow |q_B| = 2|q_A| \Rightarrow |q_B| = 2 \cdot 2 \text{ нКл} = 4 \text{ нКл.}$$

Так как вектор напряженности ЭП, создаваемого зарядом q_B , направлен к этому заряду, следовательно, $q_B < 0$.

Ответ: $q_B = -4 \text{ нКл}$



По рис.: $r_1 = |AC|$, $r_2 = |BC|$

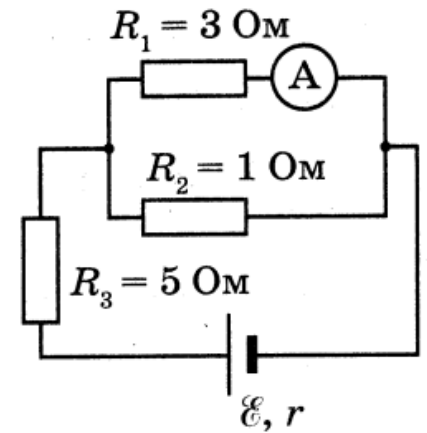
$$E_1 = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} \text{ усл.ед.}$$

$$E_2 = \sqrt{4^2 + 4^2} = \sqrt{32} \text{ усл.ед.}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{8}} = 2$$

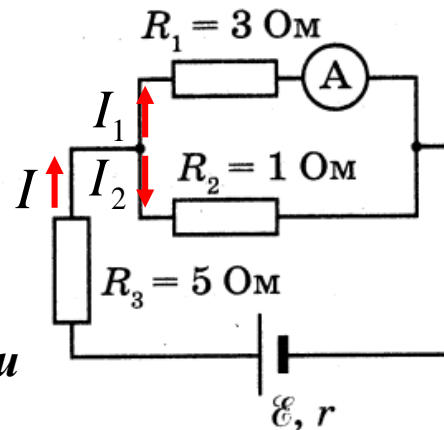
Задание 26.2

В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.



Задание 26.2

В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.



Дано:

Решение:

$$I_1 = 1\text{А}$$

$$R_1 = 3\text{Ом}$$

$$R_2 = 1\text{Ом}$$

$$R_3 = 5\text{Ом}$$

$$r = 1\text{Ом}$$

$$\varepsilon - ?$$

Закон Ома для полной замкнутой цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}} + r}$$

или

$$\varepsilon = I(R_{\text{общ}} + r)$$

$$I = I_3$$

$$R_{\text{общ}} = R_3 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{\text{общ}} = 5\text{Ом} + \frac{3\text{Ом} \cdot 1\text{Ом}}{3\text{Ом} + 1\text{Ом}} = 5,75\text{Ом}$$

При параллельном соединении

$$I = I_1 + I_2$$

$$U_1 = U_2 = I_1 R_1$$

$$U_1 = 1\text{А} \cdot 3\text{Ом} = 3\text{В}$$

Закон Ома для участка цепи

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2}$$

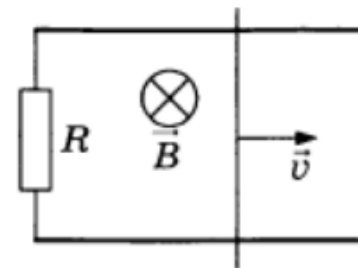
$$I_2 = \frac{3\text{В}}{1\text{Ом}} = 3\text{А} \Rightarrow I = 1\text{А} + 3\text{А} = 4\text{А}$$

$$\varepsilon = 4\text{А}(5,75 + 1)\text{Ом} = 27\text{В}.$$

Ответ: $\varepsilon = 27\text{В}$

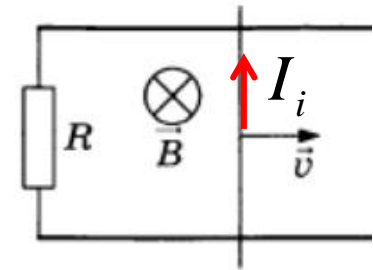
Задание 26.3

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова сила индукционного тока в контуре?



Задание 26.3

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова сила индукционного тока в контуре?



Дано:

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$l = 0,1 \text{ м}$$

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$R = 2 \text{ Ом}$$

$$I_i = ?$$

Решение

Закон Ома для замкнутого контура

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}$$

$$\varepsilon_i = vBl \sin \alpha = vBl$$

– ЭДС индукции в прямом проводнике движущемся в однородном МП ($\alpha = 90^\circ$)

$$I_i = \frac{vBl}{R}$$

$$I_i = \frac{2 \text{ м/с} \cdot 0,1 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м}}{2 \text{ Ом}} = 0,01 \text{ А} = 10 \text{ мА.}$$

Ответ: $I_i = 10 \text{ мА}$

Направление индуц. тока по **правилу левой руки**: ЭДС индукции создает **сила Лоренца** – против ч.с.

Задание 26.4

Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен $6,3$ мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ мА. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

Задание 26.4

Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,3 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ мА. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

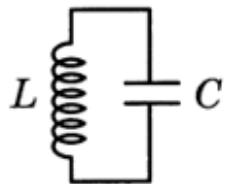
Дано:

$$T = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$I_m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$i = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$q - ?$



Решение:

Закон сохранения энергии в колебательном контуре:

$$W = W_M + W_{\text{Э}} = \text{const} \quad \Rightarrow \quad \frac{LI_m^2}{2} = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{q^2}{C} = LI_m^2 - Li^2 \quad \Rightarrow \quad q = \sqrt{LC(I_m^2 - i^2)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad \text{— период электромагнитных колебаний (формула Томсона)}$$

$$\sqrt{LC} = \frac{T}{2\pi} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{T}{2\pi} \sqrt{I_m^2 - i^2}$$

$$q = \frac{6,3 \cdot 10^{-6} \text{ с}}{6,28} \sqrt{(5 \cdot 10^{-3} \text{ А})^2 - (3 \cdot 10^{-3} \text{ А})^2} \approx 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = 4 \text{ нКл}$

Задание 26.5

В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 4 раза изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии $f = 9$ см от линзы.

Задание 26.5

В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 4 раза изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии $f = 9$ см от линзы.

Изображение предмета $A'B'$ мнимое, уменьшенное, прямое

Дано:

$$\Gamma = \frac{1}{4}$$

$$f = 9 \text{ см}$$

$$|F| = ?$$

Решение:

Формула тонкой линзы

$$\frac{1}{|F|} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

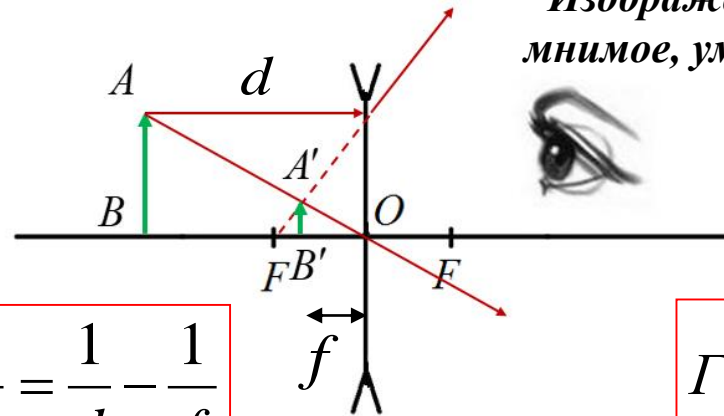
$$|F| = \frac{df}{d - f}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{1}{4}$$

$$d = 4f$$

$$|F| = \frac{4f \cdot f}{4f - f} = \frac{4f}{3} = \frac{4 \cdot 9 \text{ см}}{3} = 12 \text{ см.}$$

Ответ: $|F| = 12 \text{ см}$



Линейное увеличение:

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{A'B'}{AB}$$

Задание 26.6

На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает лазерный луч частотой $4,8 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите максимальное количество дифракционных максимумов, доступных для наблюдения на экране.

Задание 26.6

На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает лазерный луч частотой $4,8 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите максимальное количество дифракционных максимумов, доступных для наблюдения на экране.

Дано:

$$d = \frac{1 \text{ мм}}{300}$$

$$\nu = 4,8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$N_{\text{max}} - ?$$

Решение: Условие наблюдения *max* для дифракционной решетки:

$$d \sin \varphi = m\lambda \quad (\varphi_{\text{max}} = 90^\circ)$$

Период
решётки:

$$d = \frac{10^{-3} \text{ м}}{300}$$

$$m_{\text{max}} = \frac{d}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

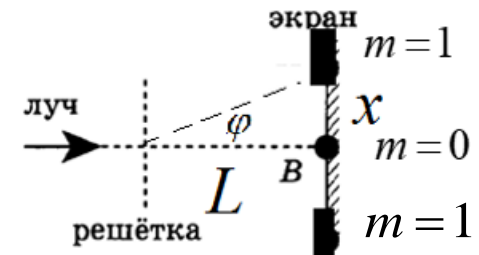
Связь между длиной волны и частотой колебаний $\vec{E}(\vec{B})$

$$m_{\text{max}} = \frac{d\nu}{c}$$

$$m_{\text{max}} = \frac{10^{-3} \text{ м} \cdot 4,8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}}{300 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 5.$$

$$N_{\text{max}} = 2m_{\text{max}} + 1 = 2 \cdot 5 + 1 = 11.$$

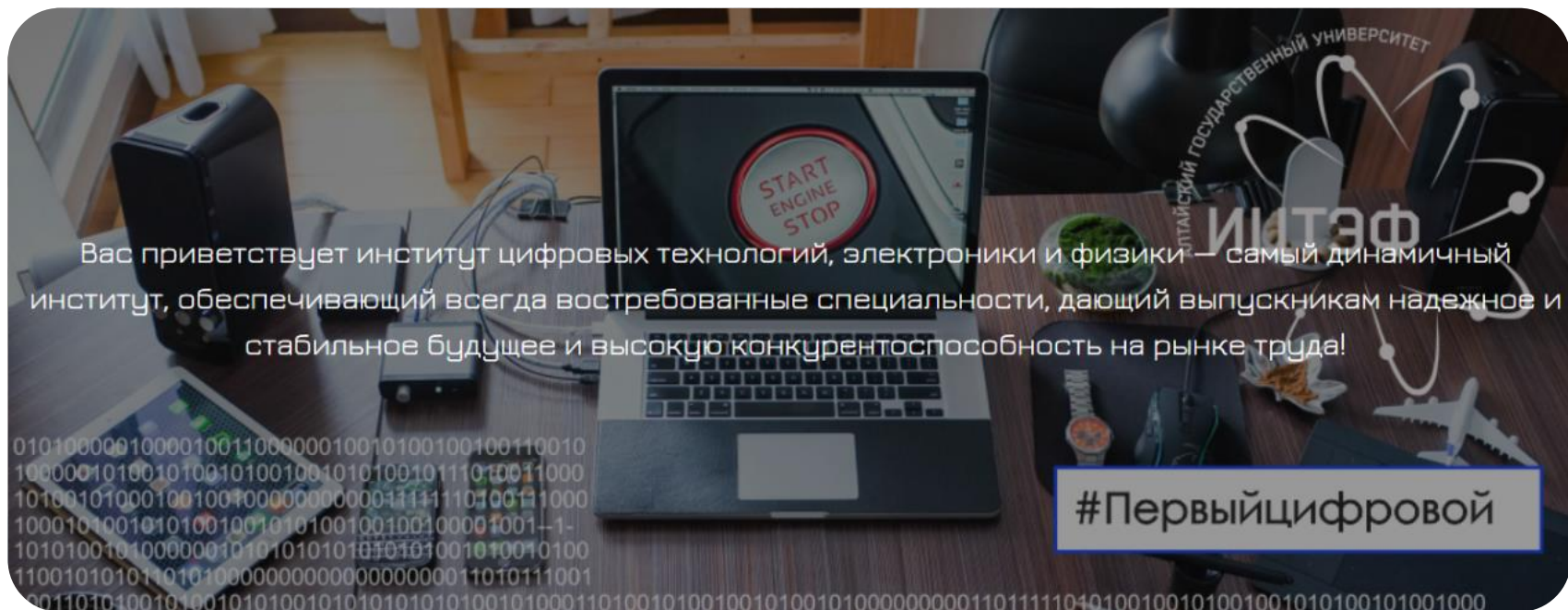
Ответ: $N_{\text{max}} = 11$



Дифракционная картина на экране

Видеозаписи вебинаров и презентации на сайте ИЦТЭФ:

<https://phys.asu.ru/>



Следующий вебинар:

Задания 27-28 части 2 КИМ ЕГЭ 2023

19.04.2023 в 15.00

Вход по ссылке: <https://events.webinar.ru/5496977/387955546>