

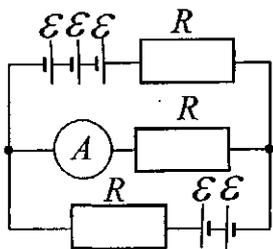
«Звезда – Таланты на службе обороны и безопасности» по физике
2014/2015уч.г.
11 класс

Вариант №2.

Задание 1 (20 баллов): На вертикальном ветровом стекле автомобиля, едущего со скоростью u , давлением встречного ветра удерживается газета. Коэффициент трения газеты о стекло k , плотность воздуха ρ , площадь газеты S , скорость ветра v . При какой максимальной массе газеты m это возможно? Трением воздуха о газету пренебречь.

Задание 2 (15 баллов): Идеальная тепловая машина Карно, цикл которой совершается в обратном направлении (холодильная машина), использует воду при 0°C в качестве холодильника и воду при 100°C в качестве нагревателя. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 1000 г воды в нагревателе? Удельная теплота парообразования $r = 2,26 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$, удельная теплота плавления $\lambda = 3,35 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$.

Задание 3 (15 баллов): В электрической цепи каждое э.д.с. равно $\varepsilon = 3\text{ В}$, $R = 5\text{ Ом}$. Что показывает амперметр? Источники питания и амперметр считать идеальными.



Задание 4 (25 баллов): Тонкой сферической оболочке радиусом $R_1 = 10\text{ см}$ и массой $m = 0,1\text{ г}$ сообщают заряд до тех пор, пока при достижении потенциала $\varphi = 5\text{ кВ}$ оболочка не разлетится на мелкие осколки вследствие электростатического отталкивания ее частей. Через какое-то время скорость осколков оказалась равной $v = 1\text{ м/с}$. Определить радиус сферической поверхности, на которой в данный момент времени располагаются осколки.

Задание 5 (25 баллов): Выпуклая сторона плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны $R_1 = 50\text{ см}$ посеребрена, в результате чего получилось своеобразное вогнутое зеркало. Перед этим зеркалом на расстоянии $d = 25\text{ см}$ от него помещен предмет. Найти расстояние от зеркала до изображения и увеличение, если показатель преломления вещества $n = 1,5$.

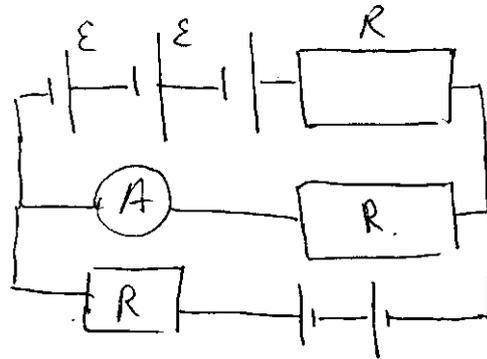


Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

Шифр 61-01-11-40

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	20	6	15	10				51

Задача №3. Дано: $\mathcal{E} = 3\text{В}$
 $R = 5\ \text{Ом}$
Найти: $I_A = ?$



Решение:

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ \mathcal{E} + \mathcal{E} + \mathcal{E} = I_1 R + I_2 R \\ \mathcal{E} + \mathcal{E} = I_3 R - I_2 R \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ 3\frac{\mathcal{E}}{R} = I_1 + I_2 \\ 2\frac{\mathcal{E}}{R} = I_3 - I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_2 + I_3 + I_2 = \frac{3\mathcal{E}}{R} \\ I_3 - I_2 = 2\frac{\mathcal{E}}{R} \end{cases}$$

(15)

$$3I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I_A = I_2 = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{3}{3 \cdot 5} = \frac{1}{5} = \frac{2}{10} = 0,2\ \text{А}$$

Ответ: 0,2 А.

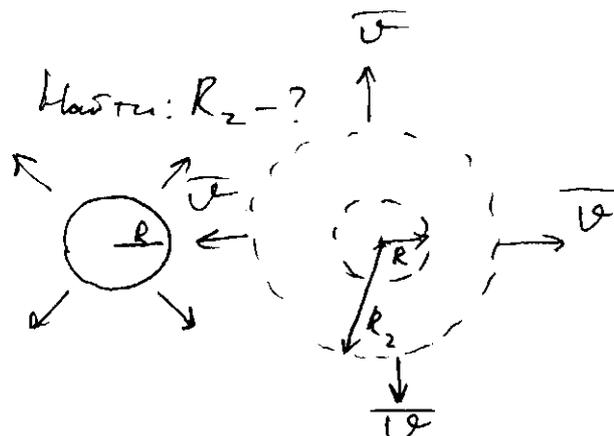
Задача №4. Дано: $R = 10\ \text{см} = 0,1\ \text{м}$
 $m = 0,12 = 10^{-4}\ \text{кг}$
 $\varphi = 5\ \text{кВ} = 5 \cdot 10^3\ \text{В}$
 $v = 1\ \text{м/с}$

(10)

Решение: $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}$ (4)

$$W_{\text{эл}} = \varphi \cdot Q = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

(+) $W_{\text{эл}1} + W_{\text{к1}} = W_{\text{эл}2} + W_{\text{к2}}$



$$W_{\text{к1}} = 0, W_{\text{к2}} = \left\{ \frac{mv^2}{2} = \frac{v^2}{2} m = \frac{mv^2}{2} \right.$$

$$W_{\text{эл}1} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R} ; W_{\text{эл}2} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$4. \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \frac{m\dot{v}^2}{2}$$

$$Q = 4\pi\epsilon_0 R \varphi$$

$$4\pi\epsilon_0 R \varphi^2 = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_2^2}{R} \cdot \varphi^2 + \frac{m\dot{v}^2}{2}$$

$$\frac{R}{R_2} = \left(1 - \frac{m\dot{v}^2}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R \varphi^2} \right) = \left(1 - \frac{m\dot{v}^2}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R \varphi^2} \right)$$

$$R_2 = \frac{R}{1 - \frac{m\dot{v}^2}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R \varphi^2}} = \frac{0,1}{1 - \frac{10^{-4} \cdot 1^2}{8,85 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 314 \cdot 25 \cdot 10^5}}$$

$$\approx \frac{0,1}{1 - \frac{1}{5,156}} \approx \frac{0,1}{0,82} \approx 0,122 \text{ m} \approx 12,2 \text{ cm}$$

Оубем: 12,2 cm.

Задача 2.

Дано: $T_x = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$ Насти: $m_1 = ?$

$$T_n = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}$$

$$m = 1000 \text{ g} = 1 \text{ m}$$

$$\gamma = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

Решение:

(Neg) $\Rightarrow \frac{Q}{A} \stackrel{Q+A}{\uparrow} \Rightarrow \text{Пар}$ (6)

$$Q = \lambda m_1 \quad A = \gamma m - \lambda m$$

$$Q + A = \gamma m$$

$$A = \eta \cdot Q = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot Q$$

$$Q = \lambda m_1$$

$$Q(1 + \eta) = \gamma m$$

$$m_1 = \frac{\gamma m}{\lambda(1 + \eta)}$$

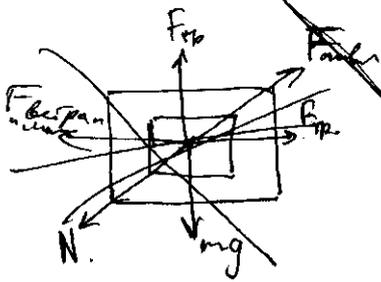
$$m_1 = \frac{2,26 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5 \left(\frac{2 \cdot 373 - 273}{373} \right)}$$

$$= \frac{2,26 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5 \left(\frac{2 \cdot 373 - 273}{373} \right)} = 5,32 \text{ кг} \quad (\text{1679})$$

Оубем: 5,32 кг.

Загамет: Дано: u - скорость машины
 v - скорость ветра
 S - площадь зерен
 M - коэффициент трения колеса
 P - мощность двигателя.
 Найти: m_{max} - ?

Решение: m_{max} - максимальная масса зерна, при которой она будет неподвижна.



Разберем направление осей x, y, z .

$O_x: F_{gp} = F_{g_{гориз}} + m_{max}g$

$O_y: F_{gp} = m_{max}g$

$O_z: F_{g_{гориз}} = N$

$F_{gp} = kN \Rightarrow kN = m_{max}g$

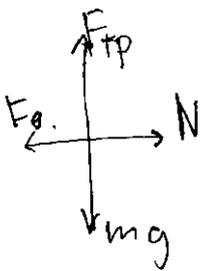
$F_{g_{гориз}} = P \Rightarrow P = N$

$F_{g_{гориз}} = P \cdot S \Rightarrow P \cdot S = N$

~~$m_{max}g = kPS$~~

~~$m = \frac{kPS}{g}$~~

Решение:



$P = \frac{F}{S}$

$F_g \Delta t = \Delta P$

$\Delta P = m(u+v)$

$m = v \cdot \rho = S \cdot k \cdot \rho$

$k = (u+v) \cdot \Delta t$

$F_g \Delta t = S \rho \Delta t (u+v)^2$

$\vec{F}_g + \vec{N} + \vec{F}_{gp} + \vec{mg} = 0$

$F_{gp} = mg \quad F_g = N$

$mg = k F_g = k S \rho (u+v)^2$

$m_1 = \frac{k S \rho}{g} (u+v)^2$

Ответ: $m_1 = \frac{k S \rho}{g} (u+v)^2$

20