



Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности» по физике

Задание	1	2	3	4	5	Всего
Баллы	6	9	15	25	9	64

Задача №2

Задача №2

Дано:  
 $m_1 = 1000 \text{ г}$   
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$   
 $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$   
 $t_1 = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ К}$   
 $t_2 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ К}$   
 $m_2 = ?$

$c_{\text{пл}}$   
 $m_1 = 1 \text{ кг}$

Решение:  $T_1 = t_1 + 273 \text{ К}$ ;  $T_1 = 100^\circ\text{C} + 273 \text{ К} = 373 \text{ К}$ ;  
 $T_2 = t_2 + 273 \text{ К}$ ;  $T_2 = 0^\circ\text{C} + 273 \text{ К} = 273 \text{ К}$ ,  $m_1$  - вода в нагревателе,  
 $m_2$  - вода в холодильнике.  
 П.к. это идеальная тепловая машина, то мы можем применить следующую формулу для идеальной КПД:  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$  ✓3

$$\eta = \frac{373 \text{ К} - 273 \text{ К}}{373 \text{ К}} = \frac{100}{373}$$

В данном случае полезной работой будет работа равная теплоте необходимой для превращения воды в пар, а затраченной будет теплота выделяющаяся при кристаллизации воды в холодильнике.

$Q_{\text{пл}} = m_1 r$  ✓3,  $Q_{\text{з}} = m_2 \lambda$  ✓3

$$\eta = \frac{m_1 r}{m_2 \lambda} = \frac{100}{373}; \Rightarrow m_2 = \frac{373 m_1 r}{100 \lambda}; m_2 = \frac{m_1 r}{\eta \lambda}$$

$m_2 \approx 25,16 \text{ кг}$

Ответ: 25,16 кг

9

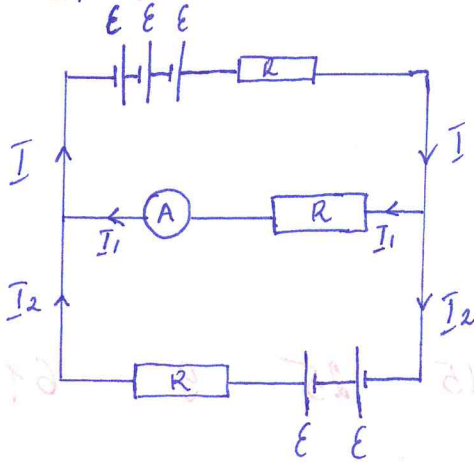
### Задача №3

Дано:

$\mathcal{E} = 3\text{В}$   
 $R = 5\ \Omega$

$I_1 = ?$

Решение:



Применяя правила Кирхгофа получим:

$$I = I_1 + I_2;$$

$$3\mathcal{E} = IR + I_1 R; \quad \checkmark 4$$

$$5\mathcal{E} = IR + I_2 R;$$

$$2\mathcal{E} = I_2 R - I_1 R; \quad \checkmark 4$$

$$3\mathcal{E} = 2I_1 R + I_2 R; \quad (\text{т.к. } I = I_1 + I_2); \quad \checkmark 4 \quad (1)$$

$$5\mathcal{E} = I_1 R + 2I_2 R; \quad (3)$$

$$6\mathcal{E} = 4I_1 R + 2I_2 R; \quad (1 \cdot 2); \quad (2)$$

(2) - (3):  $\mathcal{E} = 3I_1 R$ , отсюда получаем, что  $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{3R} \quad \checkmark 3$

$I_1 = 0,2\text{ А}$

Ответ: 0,2 А.

15

### Задача №4

Дано:

$R_1 = 10\ \mu\Omega$   
 $m = 0,12$   
 $\varphi = 5\text{ КВ}$   
 $T = 1\ \mu\text{с}$

$R_2 = ?$

Решение:

$W = \frac{C_1 \varphi_1^2}{2} = \frac{q\varphi_1}{2}$  - электростатическая энергия сферы.

$C_1$  - начальная емкость сферы  
 $C_1 = \frac{q}{\varphi_1}$ ;  $q$  - заряд, который соберется на сфере.

$q = C_1 \varphi_1$ ;  $C_1 = 4\pi\epsilon_0 R_1 \Rightarrow q = 4\pi\epsilon_0 R_1 \varphi_1; \quad \checkmark 5$

При разрыве контактов их суммарный заряд останется неизменным, а потенциал изменится, т.к. увеличится радиус.

$\varphi_2 = \frac{q}{C_2}$ ;  $C_2$  - емкость сферы в данный момент времени;  $C_2 = 4\pi\epsilon_0 R_2 \Rightarrow \varphi_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ , т.к.  $q = 4\pi\epsilon_0 R_1 \varphi_1$ , то

$\varphi_2 = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 \varphi_1}{4\pi\epsilon_0 R_2} = \varphi_1 \frac{R_1}{R_2}; \quad \checkmark 5$  в данном случае выполняется закон сохранения энергии;

по 3.с.з.:

$\frac{q\varphi_1}{2} = \frac{\varphi_2 q}{2} + \frac{mv^2}{2}$ , где  $m$  - масса сферы.

$\frac{q\varphi_1}{2} = \frac{q\varphi_1 R_1}{2R_2} + \frac{mv^2}{2}$ ; т.к.  $\varphi_2 = \varphi_1 \frac{R_1}{R_2}$ ;  $\frac{q\varphi_1 - mv^2}{2} = \frac{q\varphi_1 R_1}{2R_2}$ ;  $R_2 = \frac{q\varphi_1 R_1}{q\varphi_1 - mv^2}$

т.к.  $q = 4\pi\epsilon_0 R_1 \varphi_1$ , то  $R_2 = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1^2 \varphi_1^2}{4\pi\epsilon_0 R_1 \varphi_1^2 - mv^2}; \quad \checkmark 5$  посчитав, получим, что

$R_2 \approx 1,03\ \mu$

Ответ: 1,03 м

25



Шифр 50-02-11-40

Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»

Задача № 5

Дано:  $R_1 = 50 \text{ см}$   
 $d = 0,25 \text{ см}$   
 $n = 1,15$   
 $f = ?$   
 $\Gamma = ?$

Решение: определим оптическую силу рассеянной оптической системы.  
 $D = (n-1) \cdot \frac{1}{R_1}$ , т.к. от зеркальной поверхности луч отражается и проходит 2 раза, то

$$D = \frac{2(n-1)}{R_1}; \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{f} = D - \frac{1}{d}; \quad f = \frac{d}{D-1} = 3$$

$f = -0,5 \text{ м}$ .  $\Rightarrow$  изображение мнимое

$$\Gamma = \frac{|f|}{d} = 2 \quad \checkmark 2$$

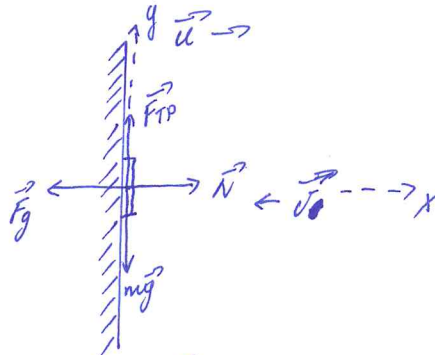
9

Ответ:  $f = -0,5 \text{ м}$ , т.к. изображение мнимое;  $\Gamma = 2$ .

Задача № 1

Дано:  
 $u$  - скорость автомобиля.  
 $v_0$  - скорость ветра.  
 $S$  - площадь газеты.  
 $\mu$  - коэффициент трения газеты о стекло.  
 $\rho$  - плотность воздуха.

Решение:  $m$  - масса газеты.



$$a = 0.$$

$$\vec{F}_g + \vec{N} + \vec{F}_{TP} + m\vec{g} = 0$$

$$O_y: F_{TP} = mg \quad \checkmark 4$$

$$m = \frac{F_{TP}}{g}; \quad F_{TP} = kN \Rightarrow m = \frac{kN}{g}$$

$O_x: F_g = N$ , где  $F_g$  - сила давления ветра;  $F_g = \rho S v_г^2$ , где  $\rho$  - плотность воздуха.

$\rho = \frac{\rho v_0^2}{2}$ ,  $v_г$  - скорость газеты;  $v_г^2 = (v_0 - u)^2$ , мы не знаем какая из величин больше, но т.к. возводим в квадрат, то это неважно;  $\rho = \frac{\rho(v_0 - u)^2}{2}$  - уравнение Бернулли.

Продолжение задачи №1  
Плотность вырубленного материала в  $F_g$ .

Получим  $F_g = \frac{\rho S (v-u)^2}{2}$ , м.к.  $F_g = N$ , то

$$m = \frac{\rho S (v-u)^2}{2g} \quad \checkmark \quad \checkmark$$

Ответ:  $m = \frac{\rho S (v-u)^2}{2g}$  .

(6)