



Олимпиада школьников  
**Звезда - таланты  
на службе обороны  
и безопасности**

Шифр 021125

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	10	15	15	5	0			45



Задание 1

Решение

Дано:  
 $u$   
 $m$   
 $\rho$   
 $S$   
 $v$   


---

 $k - ?$



I закон Ньютона:

$$0 = m\vec{g} + \vec{F}_{Tp} + \vec{N} + \vec{F}_{gab}$$

$0x: 0 = N - F_{gab} \Rightarrow N = F_{gab}$   
 $0y: 0 = F_{Tp} - mg \Rightarrow F_{Tp} = mg \Rightarrow (F_{Tp} = kN) \Rightarrow kN = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{N}$   
 $N = F_{gab} = \rho g S (v+u) \Rightarrow k = \frac{mg}{\rho g S (v+u)} \Rightarrow k = \frac{mg}{\rho S (v+u)^2}$   
 Ответ:  $k = \frac{mg}{\rho S (v+u)^2}$

Задание 2

Решение

Дано:  
 $T_x = 0^\circ C$   
 $T_H = 100^\circ C$   
 $m_1 = 0,5 \text{ кг}$   
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$   
 $s = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$   


---

 $m_2 - ?$

$T_H$   
 $273 \text{ K}$   
 $373 \text{ K}$

КПД идеальной тепловой машины Карно:

$$\eta = \frac{T_H - T_x}{T_H} = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H}$$

$$\Rightarrow Q_H T_H - Q_H T_x = Q_H T_H - Q_x T_H \Rightarrow Q_H T_x = Q_x T_H \Rightarrow Q_x = \frac{Q_H T_x}{T_H}$$

$$Q_H = r m_1$$

$$Q_x = s m_2$$

$$\Rightarrow s m_2 = \frac{r m_1 T_x}{T_H} \Rightarrow m_2 = \frac{r m_1 T_x}{T_H s}$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 273 \text{ K}}{373 \text{ K} \cdot 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \approx 2,47 \text{ кг}$$

Ответ:  $m_2 \approx 2,47 \text{ кг}$

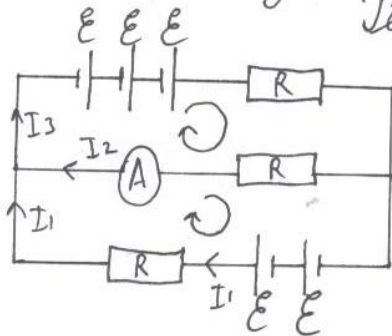
Задание 3

Решение

Дано:  
 $\mathcal{E} = 1,5 \text{ В}$   
 $R = 10 \text{ Ом}$   


---

 $I_A - ?$



$I_A = |I_2|$  (т.к. неизвестно как подключили амперметр)

Правила Кирхгофа:

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

$$\Rightarrow (\text{из уравнения цепи}) \frac{\mathcal{E} - I_2 R}{R} = I_2 + \frac{\mathcal{E} - I_2 R}{R} \Rightarrow I_2 = \frac{\mathcal{E} - I_2 R}{R}$$

$$\Rightarrow I_2 R = \mathcal{E} - I_2 R \Rightarrow 2I_2 R = \mathcal{E} \Rightarrow I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2R} = \frac{1,5\text{В}}{2 \cdot 10\text{Ом}} = 0,075\text{А} = I_A$$

Ответ:  $I_A = 0,075\text{А}$

### Задача 4

Решение

Дано:

$$R_1 = 0,05\text{м}$$

$$m = 0,015 \cdot 10^{-3}\text{кг}$$

$$\varphi = 10^4\text{В}$$

$$R_2 = 0,12\text{м}$$

$v = ?$



$$W = \frac{mv^2}{2} = A = q \Delta \varphi \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2q \Delta \varphi}{m}}$$

Потенциалы заряженной сферы радиуса

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Rightarrow \varphi_2 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \varphi_1 \Rightarrow \Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_1 \left(\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 - 1\right)$$

### Задача 5

Решение

Дано:

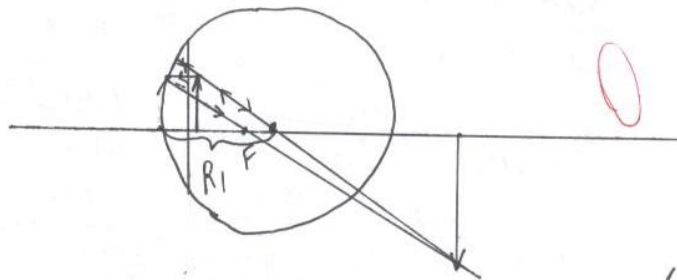
$$R_1 = 0,6\text{м}$$

$$d = 0,25\text{м}$$

$$n = 1,5$$

$f = ?$

$\Gamma = ?$



$$\frac{1}{F} = n \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad R_2 \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{R_2} \rightarrow 0 \Rightarrow \frac{1}{F} = n \cdot \frac{1}{R_1}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{n}{R_1} = \frac{1}{0,25\text{м}} - \frac{1,5}{0,6\text{м}} = \frac{3}{2} \Rightarrow f = \frac{2}{3}\text{м}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{\frac{2}{3}\text{м}}{0,25\text{м}} = \frac{8}{3} \approx 2,7$$

Ответ:  $f = \frac{2}{3}\text{м} \approx 0,67\text{м}$ ;  $\Gamma = \frac{8}{3} \approx 2,7$