

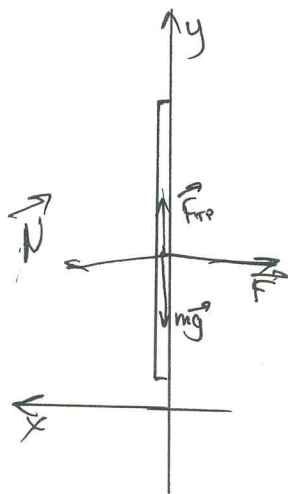


Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности» по физике

Задание	1	2	3	4	5	Всего
Баллы	10	12	15	0	10	47

Вариант 2

$N = 1$



Представим в системе отсчета связанную с ветровым стеклом. Тогда скорость ветрового стекла  $v+u$

$v+u$

Из закона сохранения импульса

$$m \cdot v = Ft \Rightarrow \frac{m_B \cdot (v+u)}{t} = F \quad (1)$$

$$\frac{m_B}{t} = \rho \cdot (v+u) \cdot S \quad (2)$$

Запишем 2-ой закон Ньютона, т.к. тело покоится, то  $a = 0$

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

$$\begin{cases} OX: N = F \\ OY: mg = F_{тр} \quad \checkmark \quad 4 \\ F_{тр} = \mu \cdot N \quad (\text{Закон Кулона-Ампера}) \end{cases}$$

$$\cancel{F_{тр} = \mu \cdot mg} \quad \mu \cdot N = mg \Rightarrow mg = \mu \cdot F \quad (3)$$

Соединим (1), (2) и (3), получим, что

$$\rho \cdot (v+u)^2 \cdot S \cdot \mu = mg \quad \checkmark \quad 4 \Rightarrow m = \frac{\rho \cdot (v+u)^2 \cdot S \cdot \mu}{g}$$

П.т.к. это предельная масса, то  $m \leq \frac{\rho \cdot (v+u)^2 \cdot S \cdot \mu}{g}$

Ответ:  $m \leq \frac{\mu \cdot \rho \cdot S \cdot (v+u)^2}{g} \quad \checkmark \quad 2$

10

### Задача №4

Дано:  
 $m = 10^{-4} \text{ м}$   
 $R = 10^{-1} \text{ м}$   
 $\varphi = 5 \cdot 10^3 \text{ В}$   
 $v = 1 \text{ м/с}$   


---

 $R_x = ?$

Решение:

$$\varphi = \frac{kq}{R} \Rightarrow q = \frac{\varphi R}{k}$$

$$W_{\text{эл}} = \frac{kq^2}{R} = \frac{\varphi^2 R}{k} \quad ? \quad (\text{потенциальная энергия в момент разлёта})$$

$$W_{\text{мех}} = \frac{m_{\text{мех}} v^2}{2} + \frac{kq^2}{R_x} = \frac{mv^2}{2} + \frac{\varphi^2 R^2}{kR_x} \quad (\text{при скорости разлёта } v)$$

$$W_1 = W_2$$

$$\frac{\varphi^2 R}{k} = \frac{mv^2}{2} + \frac{\varphi^2 R^2}{kR_x} \Rightarrow R_x = \frac{2\varphi^2 R^2}{2\varphi^2 R - mv^2 k}$$

$$R_x = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^4}{2 \cdot 25 \cdot 10^5 - 10^{-4} \cdot 1 \cdot 9 \cdot 10^9} = \frac{5 \cdot 10^5}{41 \cdot 10^5} = \frac{5}{41} \approx 0,122 \text{ м}$$

Ответ: 12,2 см

Задача №5

Дано:  $R_1$   
 $R_1 = 0,5 \text{ м}$ ;  
 $d = 0,25 \text{ м}$ ;  
 $n_1 = 1,5$   


---

 $f = ?$   
 $\Gamma = ?$

Решение:

Используем формулу для расчёта  $F$  тонкой линзы.

$$\frac{1}{F} = \left( \frac{n_1}{n_0} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad \checkmark \quad R_2 = \infty, \text{ поэтому } \frac{1}{R_2} = 0$$

$n_0 = n_3 = 1$

$$\frac{1}{F} = \frac{n_1 - 1}{R_1} \Rightarrow F = \frac{R_1}{n_1 - 1}$$

$$F = 2R_1 \Rightarrow F = 1 \text{ м}$$

После отражения внутри полусферы луч преломится ещё раз, тем самым, видимый объект будет быть в  $n_1$  раз, чем просто отражённый.

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \checkmark \quad \left( \text{"-"} - \text{потому что объект находится в фокусе} \right)$$

$\checkmark$   $\left( \text{удлинение линзы} \right)$

$$\frac{4}{d} - \frac{1}{f} = 1 \Rightarrow f = \frac{1}{3}$$

$$f_p - f_{\text{реальное}} = f \cdot n_1 \Rightarrow f_p = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{2} = \frac{1}{2} \text{ м}$$

$$\Gamma = \frac{f_p}{d} \Rightarrow \Gamma = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{1} = 2$$

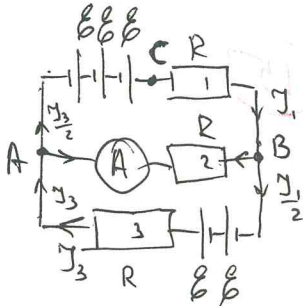
Ответ:  $\frac{1}{2} \text{ м}$ ; в 2 раза увеличивает.

(10)



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

Задача 3



Пусть ток от  $3E = I_1$ , а от  $2E = I_3$ , по амперметру течёт ток  $I_2$

П.к. сопротивления графов  $ACB$  и  $AB = R$ , то ток  $I_3$  будет поровну делиться, аналогично будет делиться ток  $I_1$

Тогда через амперметр будет течь ток  $I_2 = \left| \frac{I_3}{2} - \frac{I_1}{2} \right|$

Запишем законы Кирхгоффа

$$3E = R_1 \left( I_1 + \frac{I_3}{2} \right) + R_2 \left( \frac{I_1}{2} - \frac{I_3}{2} \right) \quad (1) \quad \checkmark 4$$

$$5E = R_1 \left( I_1 + \frac{I_3}{2} \right) + R_3 \left( I_3 + \frac{I_1}{2} \right) \quad (2) \quad \checkmark 4$$

У второго получаем, что  $I_1 + I_3 = \frac{2 \cdot 5E}{3 \cdot R_1} \quad \checkmark 4$

$$I_1 + I_3 = \frac{2 \cdot 5 \cdot 3}{3 \cdot 5} = 2A \Rightarrow I_1 = 2 - I_3 \quad (3)$$

Подставим (3) в (1) и найдем  $I_1$

$$3E = R_1 \cdot 2$$

$$3E = R_1 \cdot \frac{1}{2} I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{6}{5} A$$

$$I_3 = \frac{4}{5} A$$

$$I_2 = \left( \frac{6}{5} - \frac{4}{5} \right) : 2 = \frac{2}{10} A = 0,2 A \quad \checkmark 3 \quad (15)$$

Ответ: 0,2A

Задача №2

Дано:  
 $m = 1 \text{ кг}$   
 $T_H = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$   
 $T_X = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$   
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$   
 $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Решение:

Для цикла Карно  $\eta = 1 - \frac{T_X}{T_H}$ , с другой стороны

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

$$Q_X = \lambda \cdot m_B \quad \checkmark 3$$

$$Q_H = r \cdot m_1 \quad \checkmark 3$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{\lambda m_B}{r \cdot m_1} = 1 - \frac{T_X}{T_H}$$

Объём получен, т.е.

$$m_B = \frac{T_x \cdot r \cdot m_1}{T_H \cdot \lambda} \quad \checkmark \quad 3$$

$$m_B = \frac{273 \cdot 2,26 \cdot 10^6 \cdot 1}{373 \cdot 3,35 \cdot 10^5} = \frac{273 \cdot 2,26 \cdot 10}{373 \cdot 3,35}$$

$$m_B \approx \frac{6170}{1250} = 4,936 \text{ кг} \quad \checkmark \quad 3$$

Объём: 4,936 кг

(15)