



Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

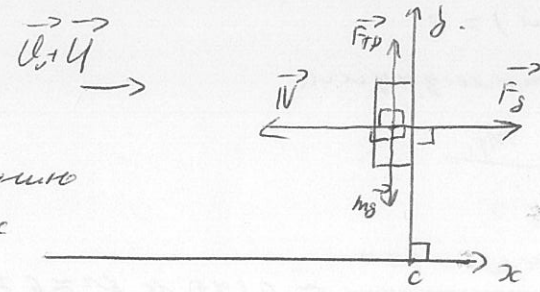
Шифр 4-11-22

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	18	6	2	10	10			46

Sc 1.
K
U
P
S
n_max?

Решение.

1) на блок π диаметра
и $\vec{v} \parallel Ox, \vec{U} \parallel Oy$ т.е.
 $U_{\text{сдв}} = U + U$



2) по I Закону Ньютона:
 $\vec{F}_{TP} + \vec{F}_s + \vec{N} + m_s \vec{g} = 0$

по условию: а) $N = F_s$
 б) $F_{TP} = m_s g \rightarrow m_s = kN = kF_s$
 $m = \frac{kF_s}{g}$

3) По закону сохранения импульса, вместе столбика стрелами в газетой, с учётом приобретаемой силой трения газетой о газету:
 $P_{\text{взл}} = P_{\text{газетой}}$, весь импульс полученной газетой трамплина на ускорение газетой на столбе.

$P_{\text{взл}} = m_{\text{взл}} \cdot (U + U) = \rho_0 V_0 U_{\text{сдв}} = \rho_0 \cdot S \cdot (U_{\text{сдв}} \Delta t) U_{\text{сдв}} = \rho S U_{\text{сдв}}^2 \Delta t$
 так же по закону сохранения энергии

$E_{k2} = E_{kв} \Rightarrow$
 $h = F_s \cdot h = E_{kв} \rightarrow$
 $F_s = \frac{E_{kв}}{h} \quad E_{kв} = \frac{m v (U + U)^2}{2} = \frac{\rho S (U + U) \Delta t (U + U)^2}{2} \quad h = (U + U) \Delta t$

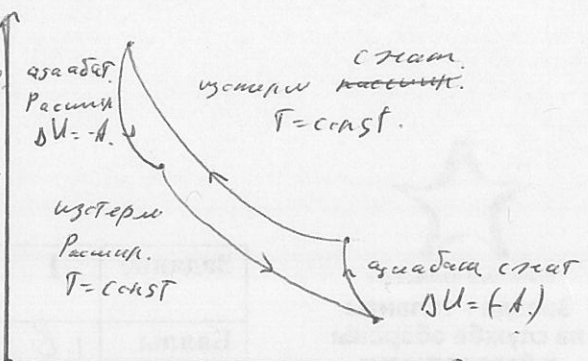
$F_s = \frac{\rho S (U + U) \Delta t (U + U)^2}{(U + U) \Delta t \cdot 2} = \frac{\rho S (U + U)^2}{2}$

4) $m = \frac{k F_s}{g} = \frac{2k \rho S (U + U)^2}{2g} = \frac{k \rho S (U + U)^2}{g}$

Ответ: $m = \frac{k \rho S (U + U)^2}{2g}$

§2.
 Дано:
 $T_1 = 273^\circ K$
 $T_2 = 373^\circ K$
 $m_{T_2} = 1 \text{ кг}$
 $m_{T_1} = ?$

Решение:
 В цикле Карно изометрические процессы происходят только при изобарических процессах \Rightarrow



так как изобарический процесс $Q = \Delta U$ (кал. потенциал $\Delta U = \int p dV$ и энтропия) \Rightarrow

Изотермическое сжатие = Изотермическое расширение.

Изотермическое расширение $\sim \ln T_1$

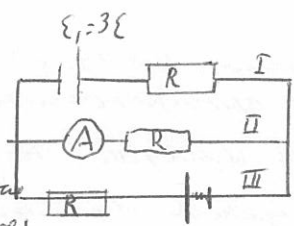
Изотермическое сжатие $\sim \ln T_2$

$m_{T_1} = \frac{\ln T_2}{\ln T_1} m_{T_2} = \frac{2,76 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \text{ кг}}{2,35 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} \approx 0,675 \cdot 10 \text{ кг} \approx 6,75 \text{ кг}$

Ответ: $m_{T_1} \approx 6,75 \text{ кг}$

§3.
 Дано:
 $\mathcal{E} = 3 \text{ В}$
 $R = 5 \text{ Ом}$
 $I = ?$

Решение:
 так как все источники включены согласованно то:
 $\mathcal{E}_1 = \frac{1}{3} \mathcal{E}$ $\mathcal{E}_2 = \frac{2}{3} \mathcal{E}$
 упрощенная схема.



так как источники соединены то $n = 3 \Rightarrow$

1) $I = \frac{\mathcal{E}_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}}}$ $\mathcal{E}_{\text{общ}} = \frac{1}{3} \mathcal{E}$ (так как источники соединены последовательно)
 $\mathcal{E}_{\text{общ}} = 5 \mathcal{E}$

$(\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R})$

2) $R_{\text{общ}} = \frac{R}{3}$
 $I = \frac{5 \mathcal{E}}{R/3} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 3 \text{ В}}{5 \text{ Ом}} = 9 \text{ А}$

3) по закону сохранения заряда (для параллельного соединения!)

$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3$
 $U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = U_3$
 $\frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} = \frac{3U}{R}$
 $I_{\text{общ}} = 3I$ $I = \frac{I_{\text{общ}}}{3} = 3 \text{ А}$ ($I_1 = I_2 = I_3 = I$)

$I_1 = I_2 = 3 \text{ А}$

Ответ: $I_1 = 3 \text{ А}$

5)

Дано: CV

$$R_1 = 50 \text{ см} \quad 0,5 \text{ м}$$

$$d = 25 \text{ см} \quad 0,25 \text{ м}$$

$$n = 1,5$$

|F|?

|\Gamma|?

Решение:

1) Определить F' для плоскостной линзы.

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (R_1 - \text{опущена от центра кривизмы} \Rightarrow)$$

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{\infty} \right) \quad (R_2 = \infty)$$

$$\frac{1}{F} = -(n-1) \frac{1}{R_1} = -(1,5-1) \frac{1}{0,5 \text{ м}} = -0,5 \cdot 2 \text{ дипт} = -1 \text{ дипт}$$

(Рассчитать оптическую)

$$D = \frac{1}{F'} \quad F' = \frac{1}{D} = (-1 \text{ м})$$

2) Не пренебрегая суммой рассеянной линзой найдем |f|.

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

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

$$|f| = \frac{d|F|}{d+|F|} = \frac{0,25 \text{ м} \cdot 1 \text{ м}}{1,25 \text{ м}} = \frac{0,25}{1,25} \text{ м} = \frac{1}{5} \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

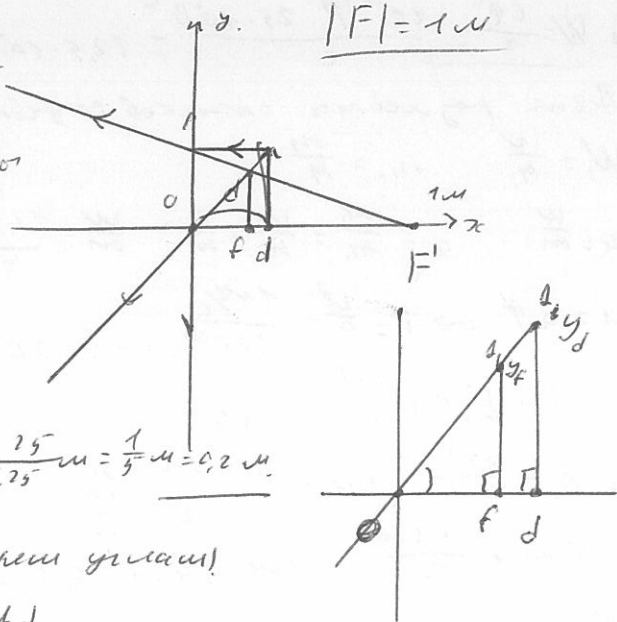
3) $\Delta A_1 O f \sim \Delta A_2 O d$ (по трем углам)

$$|F| = \frac{y_f}{y_d} \quad y_f^2 = 4f \quad y_d = 4d$$

$$|F| = \frac{4f}{4d} \quad (\text{из подобия треугольников}) \Rightarrow$$

$$|F| = \frac{0f}{0d} = \frac{|f|}{|d|} = \frac{0,2 \text{ м}}{0,25 \text{ м}} = 0,8$$

Ответ: |f| = 0,2 м, |\Gamma| = 0,8.



Дано:
 $R_1 = 91 \text{ м}$
 $m_0 = 10^{-9} \text{ кг}$
 $\varphi = 5 \cdot 10^3 \text{ В}$
 $U_2 = 1 \text{ м/с}$
 $R_2 = ?$

Решение:

• сфера сообщит заряд $Q = q$, с какой-то скоростью потягивается,
 $\varphi = 5 \cdot 10^3 \text{ В}$, линейно нарастающая ЭПД ради R_1 от поверхности $W = \frac{c\varphi^2}{2}$
 тк $\varphi_0 = 0$ тк $W = \frac{c\varphi^2}{2}$

$$1) C = \frac{Q}{\varphi} = 4\pi\epsilon_0 R_1 = \frac{R_1}{k} \quad (k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{м}^2}{\text{В}^2})$$

$$C = \frac{91 \text{ м}}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{м}^2}{\text{В}^2}} \approx 10^{-9} \text{ Ф} = 10^{-11} \text{ Ф}$$

$$2) W = \frac{c\varphi^2}{2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 25 \cdot 10^6 \text{ В}^2}{2} = 12,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

• Если разлетаются одинаково (с учетом знаков $m_1 = m_2 = \dots = m_n$).

$$W_1 = \frac{W}{n}, \quad m_1 = \frac{m}{n}$$

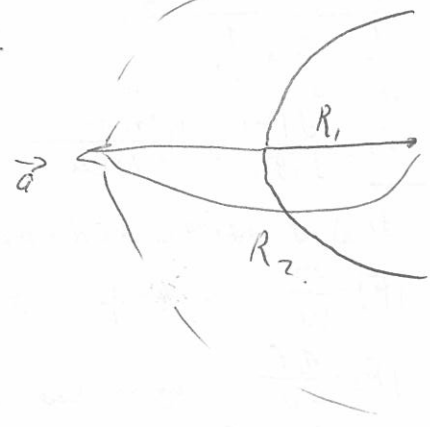
$$a = \frac{W}{m}, \quad a_1 = \frac{W_1}{m_1} = \frac{W}{n} \cdot \frac{n}{m} = \frac{W}{m} = \frac{12,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}}{10^{-9} \text{ кг}} = 1,25 \cdot 10^{14} \text{ м/с}^2$$

$$3) U = at \rightarrow t = \frac{U}{a} = \frac{1 \text{ м/с}}{1,25 \cdot 10^{14} \text{ м/с}^2} = \frac{1}{1,25} \cdot 10^{-14} \text{ с} = 0,8 \cdot 10^{-14} \text{ с}$$

$$R_2 = R_1 + U_0 t + \frac{at^2}{2} \quad U_0 = 0$$

$$R_2 = R_1 + \frac{at^2}{2} = 91 \text{ м} + \frac{1,25 \cdot 10^{14} \text{ м/с}^2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-14} \text{ с}^2}{2} =$$

$$= 91 \text{ м} + \frac{0,8 \text{ м}}{2} = 91 \text{ м} + 0,4 \text{ м} = 91,4 \text{ м}$$



Ответ: $R_2 = 91,4 \text{ м}$.