



Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

Шифр 10-11-99

Вариант 11

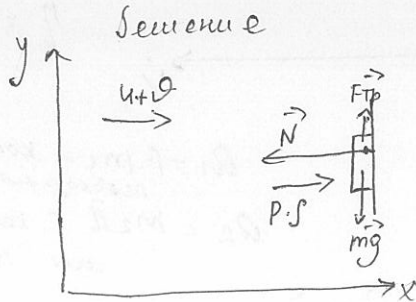
Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	20	15	13	25	0			73

Задача №1.

Дано:

u
 k
 ρ
 S
 m
 g

найти: m_{max} - ?



Перейдем в систему отсчета, в которой автомобиль покоится;
Спроецируем силы.

ось x : $N = P \cdot S$
ось y : $mg = F_{тр}$ т.к. $F_{тр} \leq k \cdot N \Rightarrow$
 ①
$$\begin{cases} N = P \cdot S \\ mg \leq k \cdot N \end{cases}$$

по 2-ому з. Ньютона:

② $\Delta p = F \Delta t$, $F = P \cdot S \Rightarrow \Delta p = P \cdot S \cdot \Delta t$

Вкачане воды движущийся на стену имеет импульс $= \Delta m (u+v)$, а в конце его импульс $= 0 \Rightarrow$
 $\Delta p = \Delta m (u+v)$; где Δm - масса воды, попавшего на стену за Δt .

$\Delta m = V \cdot \rho = h \cdot S \cdot \rho = (u+v) \cdot \Delta t \cdot S \cdot \rho \Rightarrow$

подставим во 2-ое.

$\Delta m (u+v) = F \Delta t$
 $(u+v) \cdot \Delta t \cdot S \cdot \rho = P \cdot S \cdot \Delta t \Rightarrow P = (u+v)^2 \cdot \rho$

переходим к 1-ому:

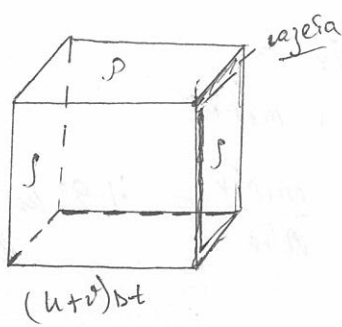
$$\begin{cases} N = P \cdot S \\ mg \leq k \cdot N \end{cases} \Rightarrow N = (u+v)^2 \cdot \rho \cdot S \Rightarrow$$

 $mg \leq k (u+v)^2 \cdot \rho \cdot S$

т.к. $m_{max} \Rightarrow mg = k (u+v)^2 \cdot \rho \cdot S \Rightarrow$

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

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



Задача № 2:

Дано:

$$T_x = 273 \text{ K}$$

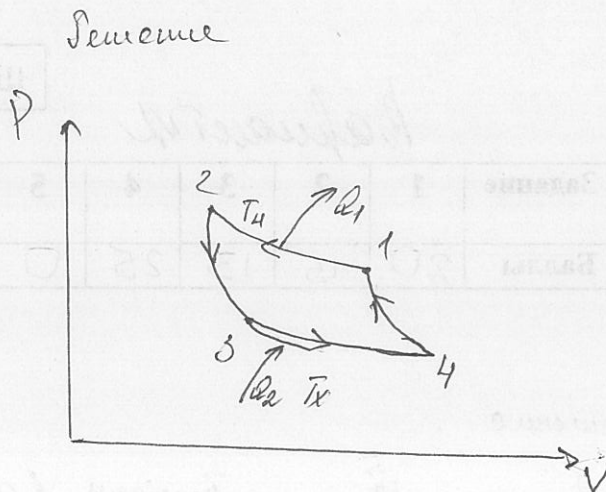
$$T_u = 373 \text{ K}$$

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

Найти: m_2 - ?



$$Q_2 - Q_1 = A \quad (A < 0)$$

Т.к. совершается цикл Карно \Rightarrow КПД цикла:

$$\eta = \frac{|A|}{Q_1} = \frac{T_u - T_x}{T_u}$$

$Q_1 = r \cdot m_1$ - количество теплоты, необходимое для перевода воды, m_1 , в пар;
 $Q_2 = m_2 \lambda$ - количество теплоты выделенное при кристаллизации воды массой m_2

$$|Q_2 - Q_1| = Q_1 - Q_2 \Rightarrow$$

$$\frac{|Q_2 - Q_1|}{Q_1} = \frac{T_u - T_x}{T_u} \Rightarrow \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_u - T_x}{T_u};$$

$$\frac{m_1 r - m_2 \lambda}{m_1 r} = \frac{T_u - T_x}{T_u}$$

$$m_1 r T_u - m_2 \lambda T_u = m_1 r T_u - m_1 r T_x \Rightarrow$$

$$m_2 \lambda T_u = m_1 r T_u - m_1 r T_x + m_1 r T_x$$

$$m_2 \lambda T_u = m_1 r T_x \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 r T_x}{\lambda T_u} = 4,93 \text{ кг}$$

ответ: $m_2 = 4,93 \text{ кг}$

Задача № 3

Дано:

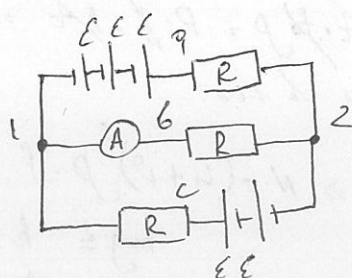
$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$R = 5 \text{ Ом}$$

Найти:

$$y_3 - ?$$

Схема



$$\text{Пуск } U_1 - U_2 = \Delta U \Rightarrow$$

$$\text{Тогда из (2) } \Rightarrow$$

$$\Delta U = -y_3 R$$

$$\text{Подставим в 3 } \Rightarrow$$

$$y_2 R = y_3 R + 2\mathcal{E} \Rightarrow y_2 = \frac{2\mathcal{E}}{R} + y_3$$

По закону Ома \Rightarrow

$$yR = U_1 - U_2 + \mathcal{E}$$

$$1a2: y_1 R = U_1 - U_2 + 3\mathcal{E} \quad (1)$$

$$1b2: y_3 R = U_2 - U_1 \quad (2)$$

$$1c2: y_2 R = U_2 - U_1 + 2\mathcal{E} \quad (3)$$

$$y_1 = y_2 + y_3 \quad (4)$$

подставим в 1-ое \Rightarrow

$$y_1 R = -y_3 R + 3\mathcal{E} \Rightarrow$$

$$y_1 = \frac{3\mathcal{E}}{R} - y_3$$



Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

Шифр

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы								

из (4) $\Rightarrow y_3 = y_1 - y_2$; Подставим y_1 и y_2 ;

$$y_3 = \frac{3E}{R} - y_3 - \frac{2E}{R} y_3 \Rightarrow$$

$$y_3 = \frac{E}{R} - 2y_3 \Rightarrow 3y_3 = \frac{E}{R} \Rightarrow y_3 = \frac{E}{3R} = \frac{3}{30} = 0,1 \text{ A}$$

ответ: $y_3 = 0,1 \text{ A}$

Задача №4.

Дано:

$$\varphi_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ В}$$

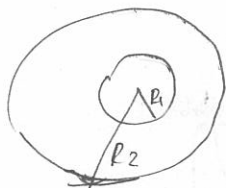
$$m = 0,1 \cdot 10^{-3}$$

$$\vartheta = 1 \text{ м/с}$$

$$R_1 = 0,1 \text{ М}$$

Найти:
 $R_2 = ?$

Решение



По закону сохранения импульса т.к. в начале импульс был равен 0 \Rightarrow импульс разлетевшихся осколков тоже = 0 \Rightarrow они разлетелись сферически симметрично. \Rightarrow По закону сохранения энергии:

$$W_1 = W_2 + E_k \quad (1)$$

Найдем энергию сферы с радиусом R_1 (W_1)

$$W_1 = \frac{C_1 U^2}{2} = \frac{q^2}{2C_1}; \quad C_1 = \frac{kq}{R_1} \Rightarrow q = \frac{C_1 R_1}{k} \Rightarrow$$

$$W_1 = \frac{C_1^2 \cdot R_1^2}{2k^2}; \quad C_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{q \cdot R_1}{kq} = \frac{R_1}{k} \Rightarrow$$

$$W_1 = \frac{C_1^2 \cdot R_1^2 \cdot k}{2k^2 \cdot R_1} = \frac{C_1^2 \cdot R_1}{2k}$$

Найдем энергию сферы с радиусом R_2 (W_2)

$$W_2 = \frac{q^2}{2C_2}; \quad \text{т.к. заряд остался прежним} \Rightarrow W_2 = \frac{C_1^2 \cdot R_1^2}{2k^2 C_2};$$

$$C_2 = \frac{q}{\mu_2} = \frac{q \cdot R_2}{k \cdot R} = \frac{R_2}{R} \Rightarrow$$

$$W_2 = \frac{\mu_1^2 \cdot R_1^2 \cdot k}{2k^2 \cdot R_2} = \frac{\mu_1^2 \cdot R_1^2}{2k \cdot R_2} \Rightarrow \text{negeralun } W_1 \text{ u } W_2 \text{ b } \textcircled{2}$$

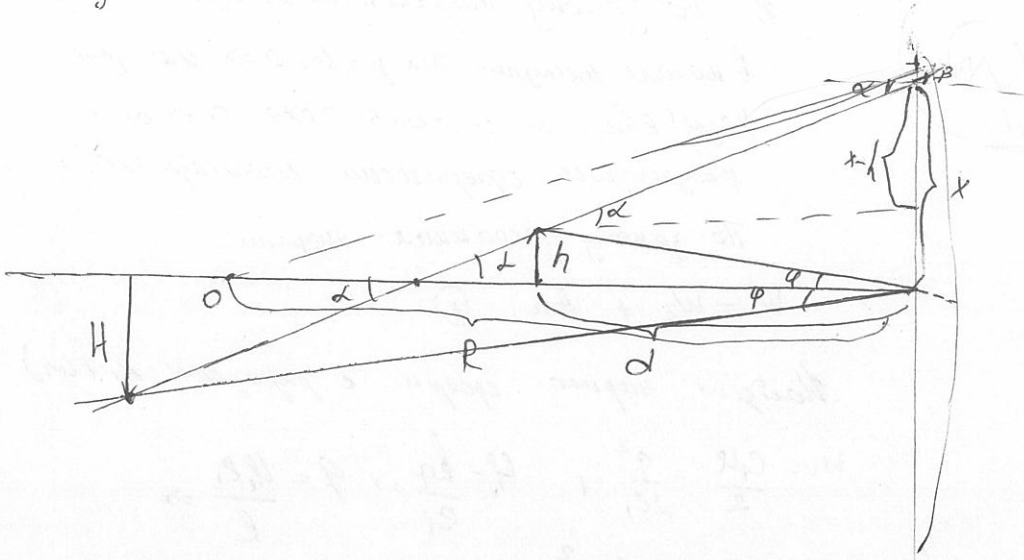
$$\frac{\mu_1^2 \cdot R_1}{2k} = \frac{\mu_1^2 \cdot R_1^2}{k \cdot 2R_2} + \frac{m^2 c^2}{2} \Rightarrow 2k \cdot R_2 = \frac{\mu_1^2 \cdot R_1^2}{\frac{\mu_1^2 \cdot R_1}{2k} - \frac{m^2 c^2}{2}} \Rightarrow$$

$$2k \cdot R_2 = \frac{(\mu_1^2 \cdot R_1^2) \cdot 2k}{\mu_1^2 \cdot R_1 - m^2 c^2 k} \Rightarrow R_2 = \frac{\mu_1^2 \cdot R_1^2}{\mu_1^2 \cdot R_1 - m^2 c^2 k} =$$

$$= \frac{(5 \cdot 10^3)^2 \cdot (0,1)^2}{(5 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,1 - 0,9 \cdot 10^6} \approx 0,156 \mu \approx 15,6 \text{ cm}$$

Orbit: $R_2 = 15,6 \text{ cm}$

Jagata № 5



$$\frac{d}{\beta}$$

$$\frac{h-x}{d} = d$$