

575



Олимпиада школьников  
Звезда - таланты  
на службе обороны  
и безопасности

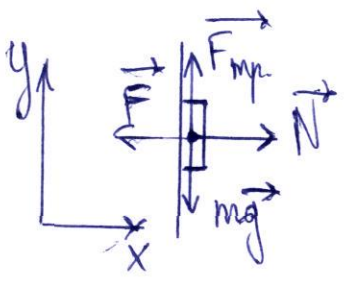
Шифр 66-11-20

| Задание | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Всего |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Баллы   |   |   |   |   |   |   |   |       |

Вариант 2

Задание 1

Свяжем систему отсчета с ветром. Тогда скорость газет  $v_0 = v + u$  в этой системе.  $F$  - сила давления встречного ветра



По II з. Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{mpr} + \vec{mg} = m\vec{a}$$

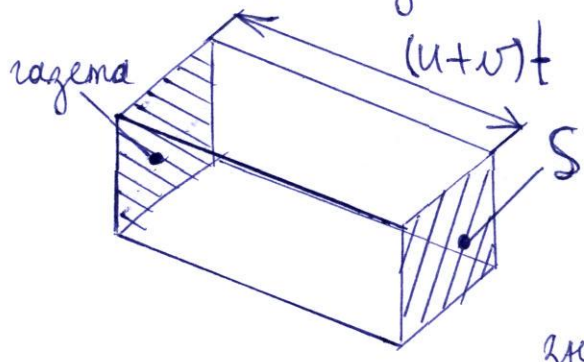
По условию равновесия  $\vec{a} = \vec{0}$

Проецируем на ось x:  $-F + N = 0 \quad N = F$

на ось y:  $F_{mpr} - mg = 0 \quad F_{mpr} = mg$

$F_{mpr}$  не превысит  $KN = F_{mpr, \max}$  Поэтому  $m_{\max} g = F_{mpr, \max}$

$$m_{\max} = \frac{KN}{g} = \frac{KF}{g}$$



$M$  - масса ~~газеты~~ встречного воздуха

$$M = \rho V = \rho (u+v)t \cdot S$$

В нашей с.о. воздух неподвижен, и его скорость меняется с нуля до  $(u+v)$ , значит и импульс меняется с  $p_0 = 0$  до

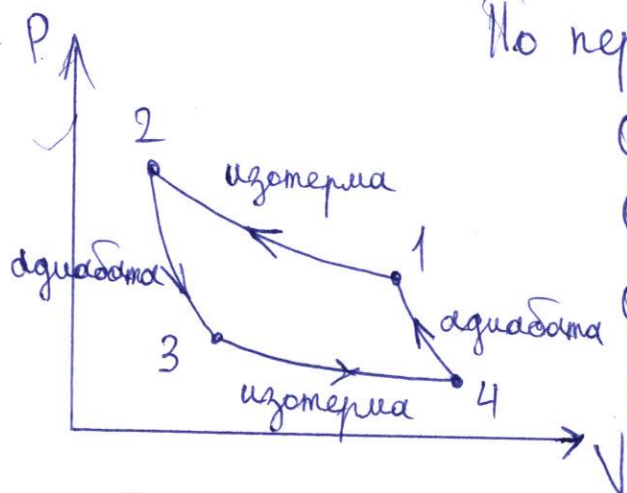
$p = M(u+v)$ . Средний импульс за интервал  $t$   $\langle p \rangle = \frac{p+p_0}{2}$

$$\langle p \rangle = \frac{p+0}{2} = \frac{p}{2} = \frac{M(u+v)}{2} = \frac{\rho (u+v)^2 t S}{2}$$

Сила, которая сообщает воздуху этот импульс и действует со стороны газеты,  $F_2 = \frac{\langle p \rangle}{t} = \frac{\rho (u+v)^2 S}{2}$

По III з. Ньютона  $F = F_2 \quad m_{\max} = \frac{KF}{g} = \frac{\rho (u+v)^2 S}{2g}$

## Задание 2



По первому закону термодинамики:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad \Delta U_{12} = 0$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \quad Q_{23} = 0$$

$$Q_{34} = A_{34} + \Delta U_{34} \quad \Delta U_{34} = 0$$

$$Q_{41} = A_{41} + \Delta U_{41} \quad Q_{41} = 0$$

$$Q_{12} = A_{12}$$

$$Q_{12} = \lambda x \quad x - \text{масса воды, которую необходимо заморозить}$$

$$A_{23} = -\Delta U_{23}$$

$$A_{23} = K(T_2 - T_3) \quad K = \frac{i}{2} \nu R$$

$$Q_{34} = A_{34}$$

$$Q_{34} = r m \quad m = 1 \text{ кг.}$$

$$A_{41} = -\Delta U_{41}$$

$$A_{41} = K(T_4 - T_1)$$

$$A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = A_{12} + A_{34} + K(T_2 - T_3 + T_4 - T_1) = A_{12} + A_{34}$$

$$\eta = \frac{T_{\text{н.}} - T_{\text{х.}}}{T_{\text{н.}}} = \frac{373 \text{ K} - 273 \text{ K}}{373 \text{ K}} = \frac{100}{373}$$

~~$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{34}} = \frac{A_{12} + A_{34}}{A_{34}} = 1 + \frac{A_{12}}{A_{34}}$$~~

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{34}}{A_{12}} = 1 + \frac{A_{34}}{A_{12}}$$

$$\eta - 1 = \frac{A_{34}}{A_{12}}$$

$$A_{12}(\eta - 1) = A_{34}$$

$$A_{34} = r m = A_{12}(\eta - 1)$$

$$\frac{\eta - 1}{1} = \frac{r m}{\lambda x}$$

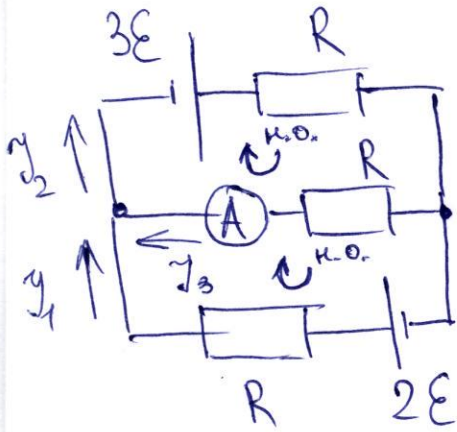
$$A_{12} = \lambda x$$

$$x = \frac{r m}{\lambda(\eta - 1)} = \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot 1}{3,35 \cdot 10^5 \cdot \frac{273}{373}} \text{ кг.}$$

$$\lambda x = \frac{r m}{\eta - 1}$$

## Задание 3

Схема эквивалентна следующей:



По 1 правилу Кирхгофа:

$$I_1 + I_3 = I_2$$

По 2 правилу Кирхгофа:

$$2E = I_1 R + (-I_3 R)$$

$$3E = I_2 R + I_3 R$$

$$3E + 2E = I_2 R + I_1 R$$

$$\begin{cases} I_1 - I_3 = \frac{2E}{R} \\ I_2 + I_3 = \frac{3E}{R} \\ I_2 + I_1 = \frac{5E}{R} \\ I_1 + I_3 = I_2 \end{cases}$$

$$I_1 = \frac{2E}{R} + I_3$$

$$I_2 = \frac{3E}{R} - I_3$$

$$\frac{2E}{R} + I_3 + I_3 = \frac{3E}{R} - I_3$$

$$3I_3 = \frac{E}{R} \quad I_3 = \frac{E}{3R}$$

$$I_3 = \frac{3\text{В}}{3 \cdot 5\text{Ом}} = 0,2 \text{ А} \quad I_3 \text{ проходит через амперметр, поэтому}$$

его показания равны  $0,2\text{А}$

## Задание 4

Пусть  $Q$  - заряд сферы в момент разрыва,  $q$  - заряд осколка  
 $\Delta m$  - масса осколка,  $n$  - их кол-во.

Поле вне заряженной сферы эквивалентно полю заряда, помещенного на место её центра и имеющего тот же электрический заряд. П.к. разлетевшиеся осколки охватывает сфера нового радиуса, место точечного эквивалентного заряда не меняется, т.е. поле остаётся тем же (вне сферы). Также взаимодействие каждого кусочка сферы с остальными по-прежнему подействует взаимнодействительно этого кусочка с этим точечным зарядом

$$\text{Поэтому } W_{n_1} = K \frac{qQ}{R_1}$$

$$W_{n_2} = K \frac{qQ}{R_2}$$

$$\varphi = K \frac{Q}{R_1} \quad Q = \frac{\varphi R_1}{K}$$

По закону сохр. энергии:  $W_{n_1} + W_{K_1} = W_{n_2} + W_{K_2}$

$$W_{K_1} = 0, \text{ т.к. } \sigma_0 \text{ осколков} = 0$$

$$W_{n_1} - W_{n_2} = W_{K_2}$$

$$K \frac{qQ}{R_1} - K \frac{qQ}{R_2} = \frac{\Delta m v^2}{2}$$

$$Q = nq$$

$$\frac{Q}{m} = \frac{q}{\Delta m}$$

$$KqQ \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{\Delta m v^2}{2}$$

$$m = n \cdot \Delta m$$

$$q = \frac{Q}{m} \Delta m$$

$$K \frac{Q^2}{m} \Delta m \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{\Delta m v^2}{2}$$

$$Q = \frac{\varphi R_1}{K}$$

$$K \frac{\varphi^2 R_1^2}{m K^2} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{v^2}{2}$$

$$\frac{\varphi^2 R_1}{m K} \left( 1 - \frac{R_1}{R_2} \right) = \frac{v^2}{2}$$

$$1 - \frac{R_1}{R_2} = \frac{m K v^2}{2 \varphi^2 R_1}$$

$$R_2 = \frac{R_1}{1 - \frac{m K v^2}{2 \varphi^2 R_1}} = \frac{0,1 \text{ м.}}{1 - \frac{10^{-4} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 1}{2 \cdot 25 \cdot 10^6 \cdot 0,1}} = \frac{0,1}{0,82} \text{ м.} \approx 1,22 \text{ м.}$$

Задание 5

