

5.

Дано:

$$W = 4 \text{ Дж};$$

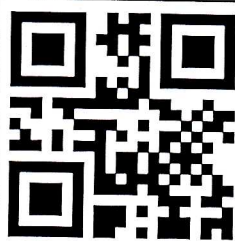
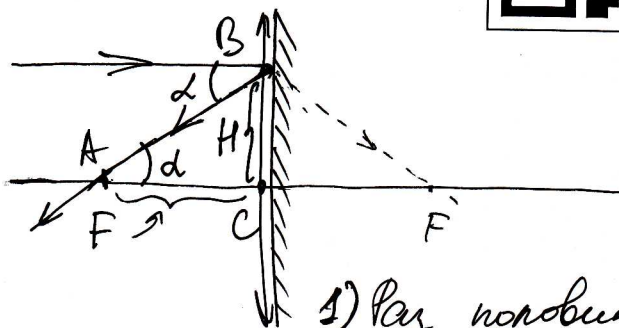
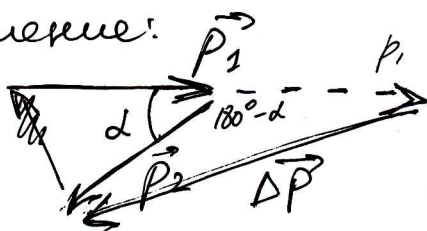
$$\tau = 10^{-8} \text{ с};$$

$$H = \frac{F}{2\sqrt{3}};$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$F = ?$

Решение:



9-00474

СТР 1 / 5

1) Раз половина энергии поглощается, но  $\frac{W}{2}$  отражается

2) закон сохранения:

$$\vec{F} \cdot \vec{\tau} = \Delta \vec{p}$$

$$3) \Delta p = \Delta p_x = p_{1x} - p_{2x} = p_1 \cos \alpha - (-p_2) \cos \alpha = 2p_1 \cos \alpha. \quad \text{— изменение импульса.}$$

$$4) p_1 = \frac{W}{2c}; \quad \Delta p = \frac{W}{c} \cos \alpha;$$

$$5) \cos \alpha = \frac{F}{\sqrt{F^2 + H^2}} = \frac{F}{\sqrt{F^2 + \frac{F^2}{12}}} = \sqrt{\frac{12}{13}} \quad (\text{б } \triangle ABC).$$

$$6) F = \frac{\Delta p}{\tau} = \frac{W}{c\tau} \cos \alpha = \frac{40}{\sqrt{F^2 + H^2}} = \frac{40}{\sqrt{F^2 + \frac{F^2}{12}}} \approx 1,28 \text{ Н}$$

Ответ: 1,28 Н

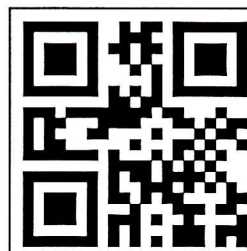
$$3) \Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1; \quad p_1 = \frac{W}{c}; \quad p_2 = \frac{W}{2c}.$$

$$\Delta p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 - 2p_1 p_2 \cos(180^\circ - \alpha)} =$$

$$= \sqrt{\frac{W^2}{c^2} + \frac{W^2}{4c^2} + 2 \frac{W}{c} \cdot \frac{W}{2c} \cdot \cos \alpha} = \frac{W}{c} \sqrt{\frac{5}{4} + \cos \alpha};$$

$$4) \cos \alpha = \frac{F}{\sqrt{F^2 + H^2}} = \frac{F}{\sqrt{F^2 + \frac{F^2}{12}}} = \sqrt{\frac{12}{13}} \quad (\text{б } \triangle ABC).$$

$$5) F = \frac{\Delta p}{\tau} = \frac{W}{c\tau} \sqrt{\frac{5}{4} + \sqrt{\frac{12}{13}}} \approx 1,98 \text{ Н}. \quad \text{Ответ: } 1,98 \text{ Н}.$$



9-00474  
СТР 2 / 5

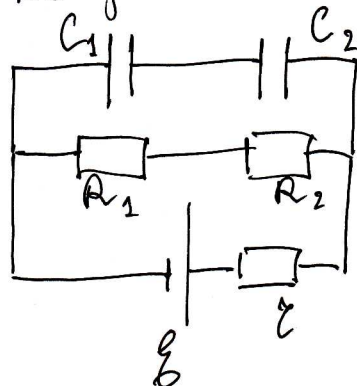
Дано:

$C_1; C_2;$   
 $R_1; R_2;$   
 $\mathcal{E}; r;$

$\Delta W_2 - ?$

Решение:

1) когда ключ не замкнут:



Когда конденсаторы заряжаются, ток через них перестанет течь.

Общая ёмкость:  $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ .

Напряжение на обоих конденсаторах вместе:

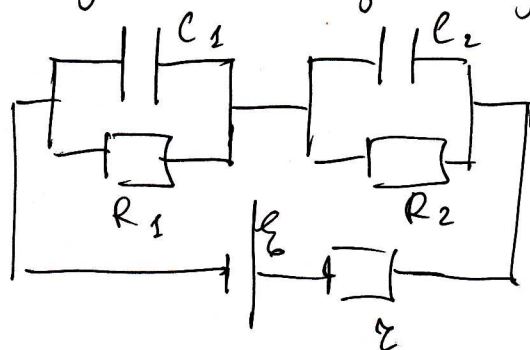
$$U = \mathcal{E} - I r = I (R_1 + R_2) = \frac{\mathcal{E} (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + r}.$$

заряд на конденсаторах достигнет:

$$q_1 = q_2 = q = U \cdot C = \frac{\mathcal{E} C_1 C_2 (R_1 + R_2)}{(C_1 + C_2)(r + R_1 + R_2)}.$$

$$W_{2(1)} = \frac{q^2}{2C_2} = \frac{\mathcal{E}^2 C_1^2 C_2 (R_1 + R_2)^2}{2(C_1 + C_2)^2 (r + R_1 + R_2)^2}.$$

2) когда ключ замкнут: когда конденсаторы заряжаются:



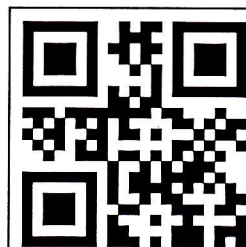
$$U_{C_2} = U_{R_2} = I R_2 = \frac{\mathcal{E} R_2}{r + R_1 + R_2}.$$

$$W_{2(2)} = \frac{C_2 U_{C_2}^2}{2} = \frac{C_2 \mathcal{E}^2 R_2^2}{2(r + R_1 + R_2)^2}.$$

$$3) \Delta W_2 = W_{2(2)} - W_{2(1)} = \left[ \frac{\mathcal{E}^2 C_2}{2(r + R_1 + R_2)^2} \left( R_2^2 - \frac{C_1^2 (R_1 + R_2)^2}{(C_1 + C_2)^2} \right) \right].$$

Ответ:  $\frac{C_2 \mathcal{E}^2}{2(r + R_1 + R_2)^2} \left( R_2^2 - \frac{C_1^2}{(C_1 + C_2)^2} (R_1 + R_2)^2 \right).$





9-00474  
СТР 3 / 5

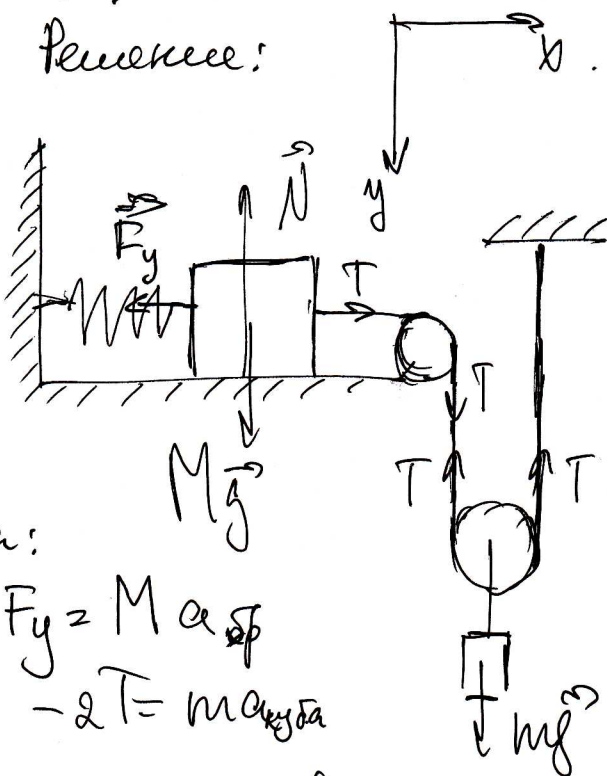
№ 1.

Дано:

Решение:

$M; m; k$

$v_{\max} = ?$



1) Закон  
Ньютона:

$$Ox: T - F_y = M a_{\text{бр}}$$

$$Oy: mg - 2T = m a_{\text{куба}}$$

1) Сила натяжения нити  $T$  везде одинаковая, т.к. нить невесомая и нерастяжимая.

3) максимальная скорость  $y$  кубика будет, когда его ускорение равно 0 ( $a = v'$ ,  $v_{\max}$ , когда  $v' = 0$ , т.е.  $a = 0$ ).

$$a_{\text{куба}} = 0, \text{ тогда } mg = 2T \text{ и } T = \frac{mg}{2}.$$

~~Брусок под действием силы упругости и силы натяжения нити ( $T = \text{const}$ ) будет совершать гармонические колебания.~~

4) Брусок и куб движутся с одним ускорением;

$$a_{\text{бр}} = a_{\text{куба}}, \text{ т.е. } a_{\text{бр}} = 0, \text{ т.е. } T = F_y; T = kx.$$

$$x = \frac{T}{k}.$$

5) По закону сохранения энергии: (нулевой потенциальный уровень при скорости  $v_{\max}$  на уровне кубика)

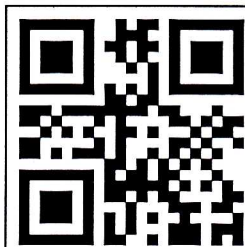
$$mgx = \frac{kx^2}{2} + \frac{(M+m)v_{\max}^2}{2}.$$

$$2mg \frac{T}{k} = \frac{T^2}{k} + (M+m)v_{\max}^2; v_{\max}^2 = \frac{2mg \frac{T}{k} - \frac{T^2}{k}}{M+m}$$

$$v_{\max}^2 = \sqrt{\frac{T}{k} \cdot \frac{2mg - T}{M+m}} = \sqrt{\frac{mg}{2k} \cdot \frac{2mg - \frac{mg}{2}}{M+m}} = \sqrt{\frac{mg^2}{k} \cdot \frac{3}{4(M+m)}} =$$

$$= \frac{mg}{2} \sqrt{\frac{3}{k(M+m)}} = \sqrt{\frac{3m^2 g^2}{4k(M+m)}}. \text{ Ответ: } \sqrt{\frac{3m^2 g^2}{4k(M+m)}}.$$

р 3.



9-00474

СТР 4 / 5

Дано:

$$T_1 = 800 \text{ K}$$

$$q = 142 \text{ кДж}$$

$$C_v = 21 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = ?$$

Решение:

1) Ур-ние Менделеева - Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

2) Объем в баллоне постоянен, поэтому:

$$\text{для озона: } p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 \quad \text{и } V_1 = V_2$$

$$\text{для кислорода: } p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

3) из 1 моля озона получается  $\frac{3}{2}$  моля кислорода, поэтому  $\nu_2 = \frac{3}{2} \nu_1$ . ( $\frac{3}{2} \nu$  без - это количество вещества кислорода)

$$4) \frac{p_1}{\nu T_1} = \frac{p_2}{\frac{3}{2} \nu T_2}; \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{3}{2} \frac{T_1}{T_2}; \quad \text{кислород в этом процессе нагревается.}$$

5) т.к. объем постоянен, то  $Q = \Delta U = U_1 - U_2$ , т.к. озона выделится.  $Q = \nu \cdot q$ .

$$\nu \cdot q = \nu \cdot T_1 \cdot C_{v \text{ озона}} - \frac{3}{2} \nu T_2 \cdot C_v; \quad C_{v \text{ озона}} = \frac{\dot{\nu}_{\text{озона}}}{\dot{\nu}_{\text{кисл}}} C_v = \frac{6}{5} C_v$$

$$q = T_1 \cdot \frac{6}{5} C_v - \frac{3}{2} C_v \cdot T_2$$

$$\frac{q}{C_v} = \frac{6}{5} T_1 - \frac{3}{2} T_2$$

$$\frac{3}{2} T_2 = \frac{6}{5} T_1 - \frac{q}{C_v}$$

$$T_2 = \frac{4}{5} T_1 - \frac{2}{3} \frac{q}{C_v}$$

$$6) \frac{p_2}{p_1} = \frac{3}{2 T_1} \left( \frac{4}{5} T_1 - \frac{2}{3} \frac{q}{C_v} \right) = 1,2 - \frac{q}{C_v T_1} = 1,25$$

5)  $C_v$  - теплоемкость при  $V = \text{const}$  для кислорода, тогда  $\Delta Q = C_v \cdot \frac{3}{2} \nu \cdot \Delta T$   
 $\Delta Q$  - выделенная при нагревании.

$$C_{v \text{ озона}} = \frac{\dot{\nu}_{\text{озона}}}{\dot{\nu}_{\text{кисл}}} C_v = \frac{6}{5} C_v$$

$$\Delta Q = \nu q \quad T_2 = T_1 + \frac{\nu q}{\frac{3}{2} \nu C_v} = T_1 + \frac{2q}{3C_v}; \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{3}{2 T_1} \left( T_1 + \frac{2}{3} \frac{q}{C_v} \right) = 2$$

$$\left( \frac{3}{2} + \frac{q}{C_v T_1} \right) \approx 10. \quad \text{Ответ: увеличится в 10 раз.}$$





9-00474

СТР 5 / 5

№2.

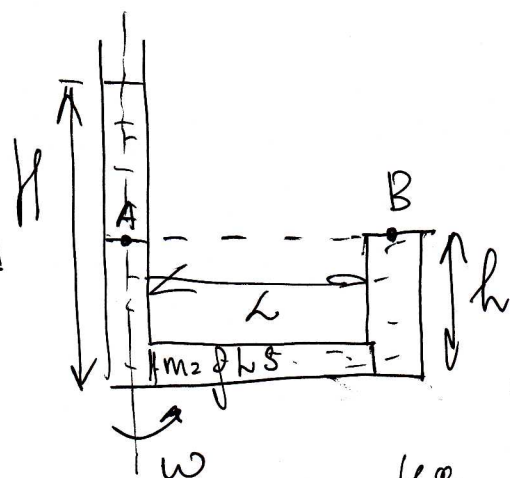
Дано:

$\omega$ ;  $\rho_0$ ;

$\rho$ ;

$p_B - ?$

Решение:



т.к. сосуд вращается с  
угловой скоростью  $\omega$ , то  
на жидкость в сосуде действует

сила инерции  $F = m a_{цс}$ .

разность давлений между точками А и В, находящимися на одной высоте:  $(a_{цс} = \omega^2 L)$

$$p_B - p_A = \Delta p = \frac{\rho \cdot L \cdot g \cdot \omega^2 L}{g}$$

$$p_B - p_A = \rho L^2 \omega^2. \quad \text{горизонтальная часть сосуда,}$$

$$p_A = \rho g (H - h) + p_0.$$

$$p_B = p_A + \rho L^2 \omega^2 = \rho (g (H - h) + L^2 \omega^2) + p_0.$$

$$\text{Ответ: } \rho (g (H - h) + L^2 \omega^2) + p_0.$$