

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

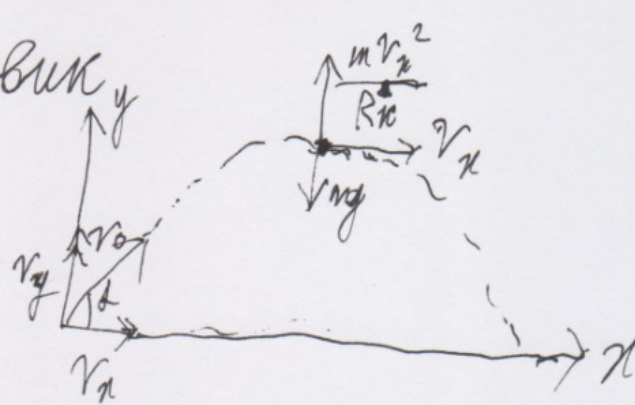
Шифр: **21204594**

ID профиля: **351839**

Вариант 4

① $f_n = \frac{g}{\cos \alpha}$
 $\alpha = 45^\circ$

Условие



$H = 10 \text{ (м)}$
 $v_0 = ?$
 $v = ?$
 v_y - вертикальная
 скорость в начале,

$v_y = v_0 \sin \alpha$

по 3 СЭ: $mgH = \frac{mv_y^2}{2} = \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2 \alpha}} = 20 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$

рассмотрим верхнюю точку: силы уравновешены.
 вниз - сила тяжести mg , вверх - центробежная
 сила $\frac{mv_x^2}{R_k}$, где v_x - горизонтальная скорость в начале,
 и полная скорость шарика в этой точке, а R_k -
 радиус кривизны траектории в этой точке.

$\frac{mv_x^2}{R_k} = mg \Rightarrow \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{R_k} = g = \frac{2gH \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha R_k} = \frac{2gH}{R_k} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{2H}{R_k} = 1 \Rightarrow R_k = 2H.$

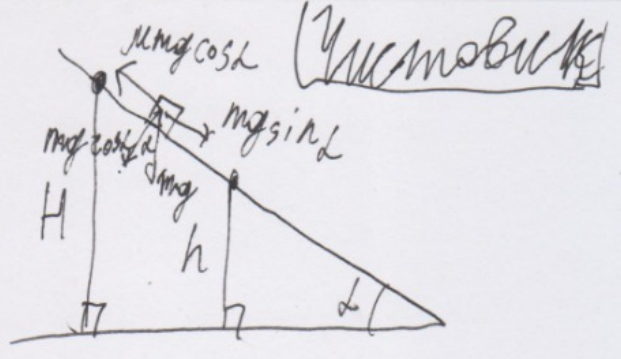
Когда шарик сойдет с шара: вниз Mg , M -масса
 шарика, вверх центробежная сила $\frac{Mv^2}{R_k}$, т.к. траек-
 тория не кривая, то R_k то же, $R_k = 2H$. Вперед сила $m v_x$, назад
 противоположный возмущ. ~~Сила тяжести и противоположная сила~~
 шарик уравновешивается в данный момент силы противоположны,
 т.к. скорость постоянна. $\Rightarrow F_n = Mg - \frac{Mv^2}{2H} \Rightarrow$

$$\textcircled{1} \Rightarrow F_p = Mg - \frac{Mv^2}{2H} \stackrel{\text{Условие}}{=} \frac{Mg}{2} \Rightarrow \frac{Mv^2}{2H} = \frac{Mg}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v = \sqrt{gH} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2) $g = 10 \frac{m}{c^2}$
 $\cos \alpha = \frac{24}{25}$

$\sin \alpha = \sqrt{1 - (\frac{24}{25})^2} = \frac{7}{25}$



$\mu_1 = 0,5$
 $\mu_2 = 0,06$
 $h = 1,4 m$

1) условием задачи, что связывает $\Rightarrow v_{max} \neq 0; S \neq 0$.

Если коробка изначально была ~~внизу~~ на высоте до h, то условие $F_{fr} \geq mg \sin \alpha$, тогда коробка вообще не поедет, либо

$F_{fr} < mg \sin \alpha$, тогда коробка ускорится, и ~~максимальная~~ скорость будет ~~в~~ в нижней точке \Rightarrow она не остановится у основания склона. Противоречие. \Rightarrow

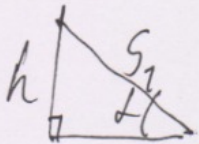
\Rightarrow коробка изначально была на высоте, большей H. обозначим за H, рассмотрим случаи:

Выше h: $md = mg \sin \alpha - \mu_2 mg \cos \alpha$
 $a_2 = g (\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) = g (\frac{7}{25} - \frac{24 \cdot 0,06}{25}) = 0,224 g$
 \Rightarrow ускоряется.

Ниже h: $md = mg \sin \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha$
 $a_1 = g (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = g (\frac{7}{25} - \frac{24 \cdot 0,5}{25}) = -\frac{g}{5} < 0$

$\Rightarrow v_{max}$ - скорость на высоте h.

2) лучеобъем
 вычисл S_1 - вычисл от точки на высоте h , до конца,
 моста

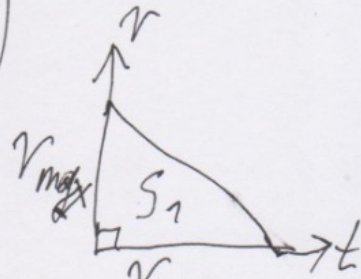


$$S_1 = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{3,425(\text{м})}{\frac{7}{10}} = 5(\text{м})$$

$$a_1 = -\frac{g}{5} = -2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

v_{max}^2 не может быть отрицательной

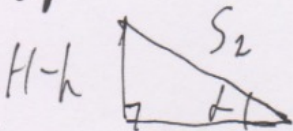
$$\frac{v_{\text{max}}^2}{2|a_1|} = S_1$$



$$1) v_{\text{max}} = \sqrt{2|a_1|S_1} = 2\sqrt{5} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \approx 4,47 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$t_1 = \frac{v_{\text{max}}}{a_1}$$

2) S_2 - вычисл от нижней точки моста до конца выемки.

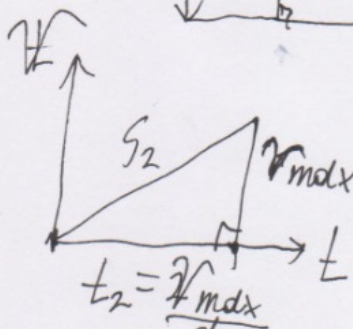
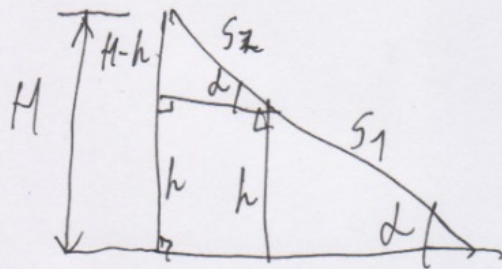


$$S_2 = \frac{H-h}{\sin \alpha}$$

$$a_2 = 0,2224g = 2,224 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$S_2 = \frac{v_{\text{max}}^2}{2a_2} = \frac{v_{\text{max}}^2}{2|a_1|} \left(\frac{a_1}{a_2} \right)$$

$$S_2 = S_1 \cdot \left| \frac{a_1}{a_2} \right| = 5(\text{м}) \cdot \frac{2}{2,224} = 4,496(\text{м})$$



$$S = S_1 + S_2 = 9,496(\text{м})$$

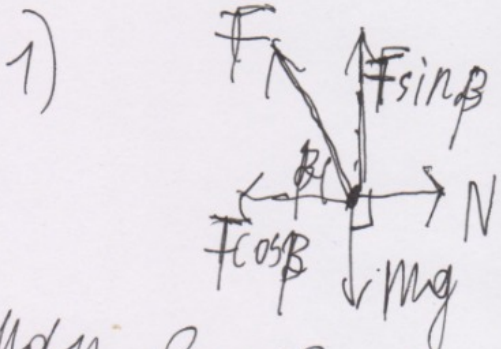
ответ: 1) $4,47 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$; 2) $9,496(\text{м})$

3) $\alpha = 60^\circ$

Условие

$R = \rho(\text{Cu}) = 0,08(\text{u})$
 $L = \rho(\text{Al})$
 $m = 5,2(\text{kg})$

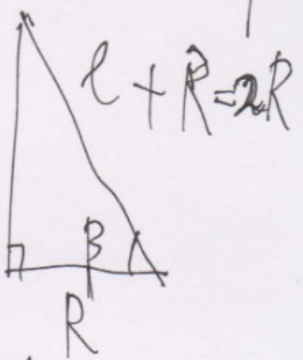
$F = ?$
 $T = ?$



Удп в равновесии \Rightarrow

$\Rightarrow F \sin \beta = mg \Rightarrow F = \frac{mg}{\sin \beta}$

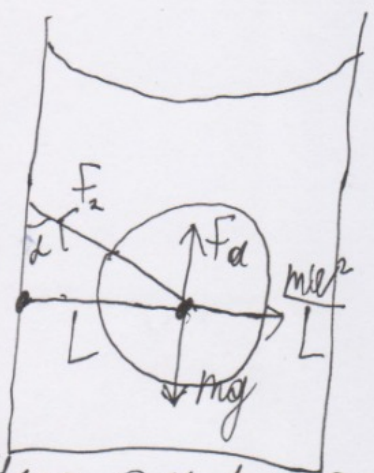
$\beta:$



~~50%~~ $\cos \beta = \frac{R}{l+R} = \frac{1}{2}$
 $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$F = \frac{mg \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{mg \cdot 2\sqrt{3}}{3} = 60(\text{H})$

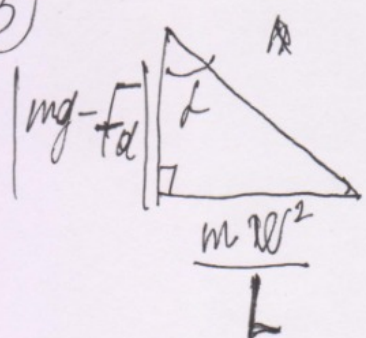
2) м.к. сфера в равновесии
~~мо~~



F_2 уравновешивает все остальные силы \Rightarrow
 \Rightarrow результирующая от сил mg, F_a и $\frac{m\omega^2 L}{2}$
~~направление~~ образует с вертикалью угол α .

3

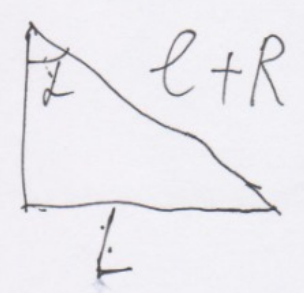
Угловая скорость.
 $\Rightarrow \frac{L \cdot \omega^2}{mg - F_d}$



$(mg - F_d) \cdot L \cdot \omega^2 = \frac{m \omega^2 L^2}{L} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \omega^2 = \left(g - \frac{F_d}{m} \right) \cdot (L \cdot \omega^2)$

F_d - сила сопротивления, $F_d = P_B \cdot V_n \cdot g$
 P_B - плотность воды, V_n - объем воды
 $V_n = \frac{4}{3} \pi R^3$; $P_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$L \cdot \omega^2$;



$\sin \alpha = \frac{L}{L+R} \Rightarrow L = (L+R) \sin \alpha$

$L \cdot \omega^2 = (L+R) \sin \alpha \cdot \omega^2 =$

$\alpha = 60^\circ \Rightarrow \sin \alpha \cdot \omega^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \omega^2 = \frac{3}{2}$; $L = R \Rightarrow$

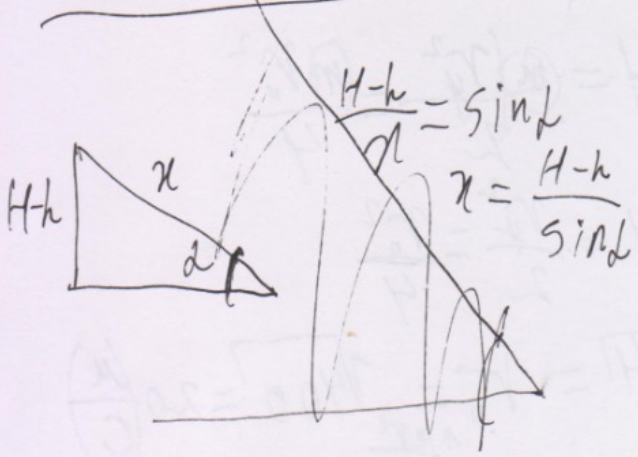
$\Rightarrow L \cdot \omega^2 = (2R) \cdot \frac{3}{2} = 3R$
 $g - \frac{F_d}{m} = g \left(1 - \frac{P_B \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}{m} \right) = 10 \left(1 - \frac{1000 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (0,05)^3}{3 \cdot 5,2} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$
 $= 5,876 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\omega^2 = 3R \left(g - \frac{F_d}{m} \right) = 3,41 \frac{\text{рад}^2}{\text{с}^2} \Rightarrow \omega = 1,847 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 5,3 \text{ (с)}$

Ответ: 1) $T = 60 \text{ (с)}$; 2) $T = 5,3 \text{ (с)}$

$$625 - 576 = 49$$



$$\cos \alpha = \frac{24}{25} ; \sin \alpha = \frac{7}{25}$$



~~$$mgH = \mu_2 mg \cos \alpha$$~~

$$mgH = \frac{\mu_2 mg \cos \alpha}{\sin \alpha} (H-h) + \dots$$

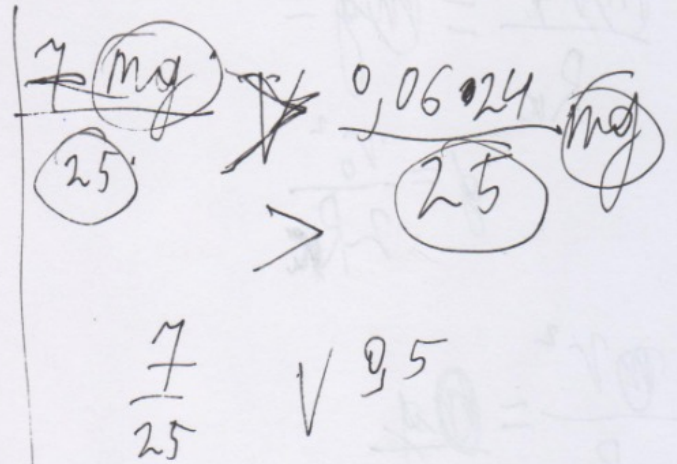
$$mgH = mg \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} (\mu_2 (H-h) + \mu_1 h)$$

$$7H = \frac{24}{7} (0,06H + 1,4 \cdot (0,5 - 0,06))$$

$$7H = 1,44H + 14,784$$

$$H = 2,66$$

$$mgh + \frac{mV_{max}^2}{2} = \frac{\mu_1 mg \cos \alpha h}{\sin \alpha}$$



$$r_y = \frac{\sqrt{2}v_0}{2}$$

$$r_y^2 = \frac{v_0^2}{2} = \frac{\sqrt{2}v_0}{2} r_x$$

$$mgH = \frac{m}{2} r_y^2 = \frac{m v_0^2}{4}$$

$$gH = \frac{r_y^2}{2} = \frac{v_0^2}{4}$$

$$\sqrt{4gH} = v_0 = \sqrt{400} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

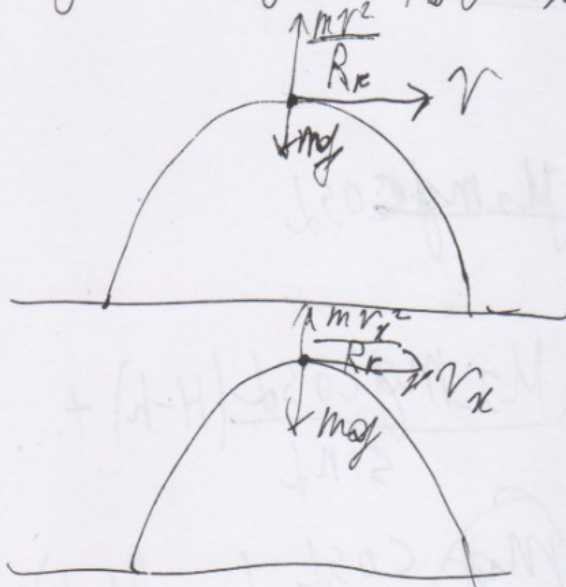
$$\frac{m v^2}{R_k} = mg$$

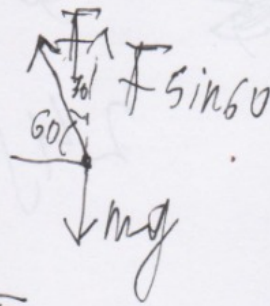
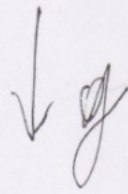
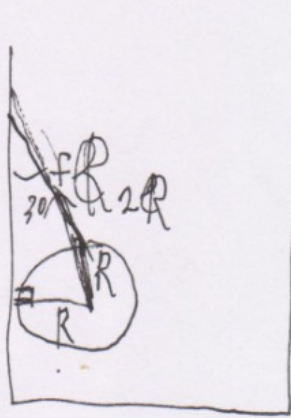
$$g = \frac{v_0^2}{2R_k}$$

$$\frac{m v^2}{R_k} = mg$$

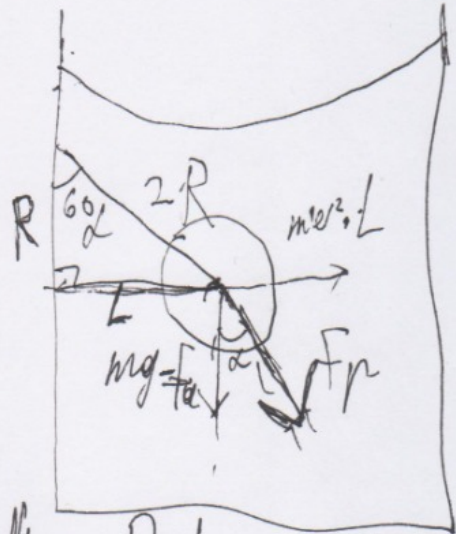
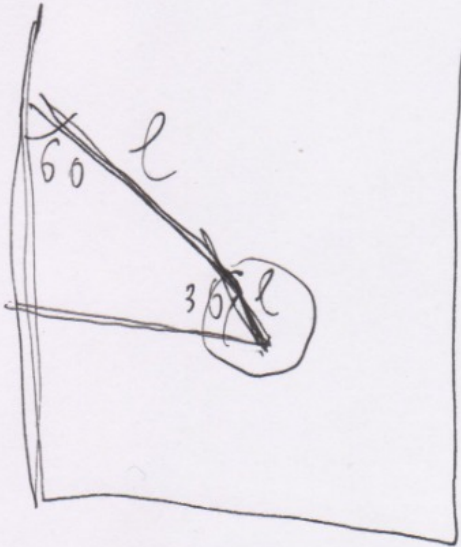
$$\frac{2v^2}{R_k} = \frac{v_0^2}{2R_k}$$

$$v^2 = \frac{v_0^2}{4} \quad v = \frac{v_0}{2}$$





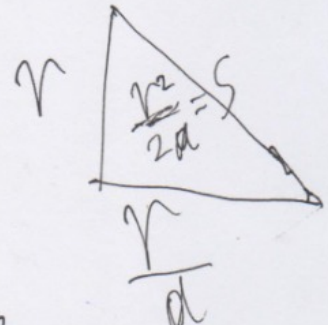
$$F \sin 60 = mg$$



$$(mg - F_d) = gL \quad m\omega^2 L = m\omega^2 R \quad \tan \alpha = \frac{L}{R} \quad L = R \tan \alpha$$

$$= mg - \rho_B \frac{4}{3} \pi R^3 = m\omega^2 R$$

$$\frac{g}{R} - \frac{\rho_B \cdot 4 \pi R^2}{m \cdot 3} = \omega^2$$

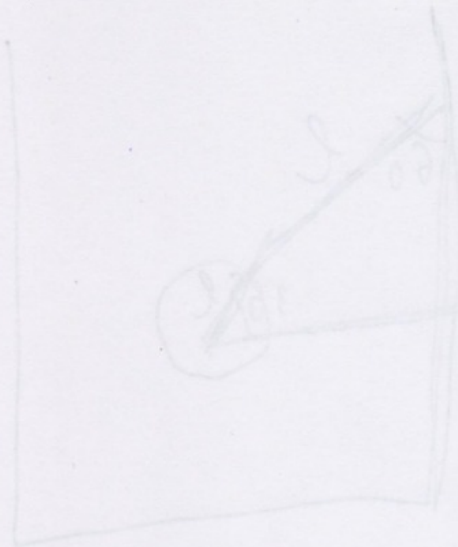
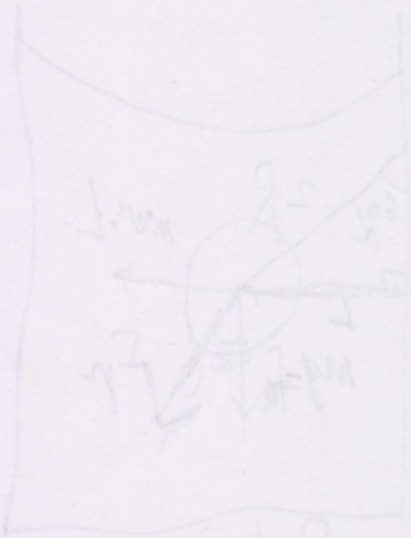


~~$$52 - 34 = 18 = \omega^2 \cdot 0,416$$~~

$$\frac{7 - 24\mu_2}{\cancel{24}} = \cancel{5} 5$$

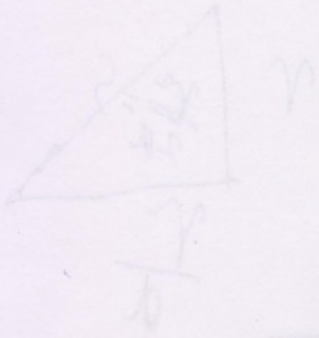
$$24\mu_2 = 2$$

$$\mu_2 = \frac{1}{12} =$$



$$\frac{m \cdot \omega \cdot L}{m \cdot \omega \cdot R} = \frac{m \cdot \omega \cdot L}{m \cdot \omega \cdot R} = \frac{L}{R}$$

$$m \cdot \omega \cdot L = m \cdot \omega \cdot R$$



$$m \cdot \omega \cdot L = m \cdot \omega \cdot R$$

$$\frac{m \cdot \omega \cdot L}{m \cdot \omega \cdot R} = \frac{L}{R}$$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204594**

ID профиля: **351839**

Вариант 4

$m = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг}$
 $Q = 33 \text{ кДж}$
 $t_0 = 20^\circ \text{C}$
 $P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $C = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$
 $\Gamma = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $C_p = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$
 $Q_1 = ?$
 $V = ?$

Условие.

1) До момента испарения вода нагревается до кипения, то есть до $T_k = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$

$Q_1 = C \cdot m \cdot (T_k - t_0) = 3344 \text{ Дж}$

2) Затем вода полностью испаряется:

$Q_2 = \Gamma \cdot m = 22600 \text{ Дж}$

Оставшееся количество теплоты:

$Q_3 = Q - Q_1 - Q_2 = 7056 \text{ Дж} > 0$

Оставшееся количество теплоты ушло на нагрев воды, который дёржкий, парциальный \Rightarrow произошло изобарное расширение.

T_2 - конечная температура.

$Q_3 = C_p \cdot m \cdot (T_2 - T_k) \Rightarrow T_2 = T_k + \frac{Q_3}{C_p \cdot m} = 693,7 \text{ K}$

по ур-ню Менделеева - Клапейрона:

$P_0 \cdot V = \nu R T_2 = \frac{m}{\mu_B} R T_2$

$\mu_B = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$ - молярная масса воды.

$V = \frac{m R T_2}{\mu_B P_0} = 0,032 \text{ м}^3 = 32 \text{ л}$

Ответ: 1) $Q_1 = 3344 \text{ Дж}$; 2) $V = 32 \text{ л}$.

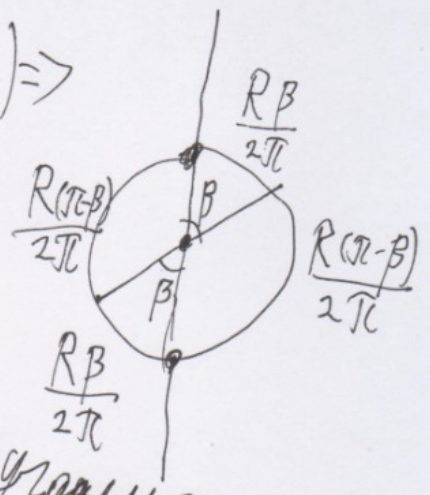
Стр 1 из 4

5

Чистовик

Сопротивление проволоки $R = \frac{\rho l}{S} (Qm) \Rightarrow$

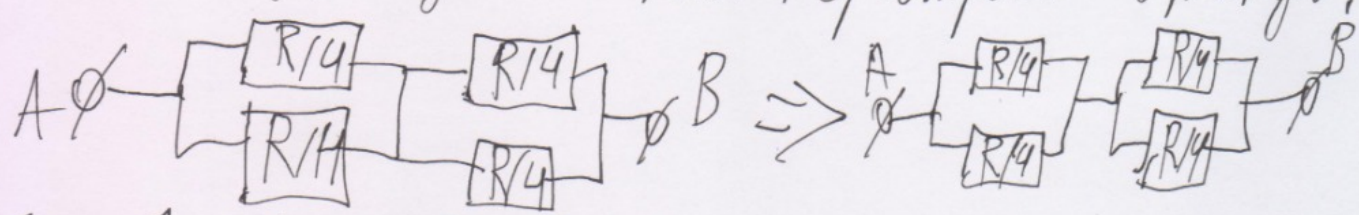
\Rightarrow Сопротивление куска проволоки, длина l и S которого равны R_x равно $\frac{R_x}{2\pi}$.



при условии, что $\beta \in [0; \pi]$

1) $\alpha = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$ тогда $\frac{R \alpha}{2\pi} = \frac{R}{4}$

$\frac{R(\pi - \alpha)}{2\pi} = \frac{R}{4}$. Ученю можно пересчитать в максим;



$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R/4} + \frac{1}{R/4} \Rightarrow R_1 = \frac{R}{8} \Rightarrow$

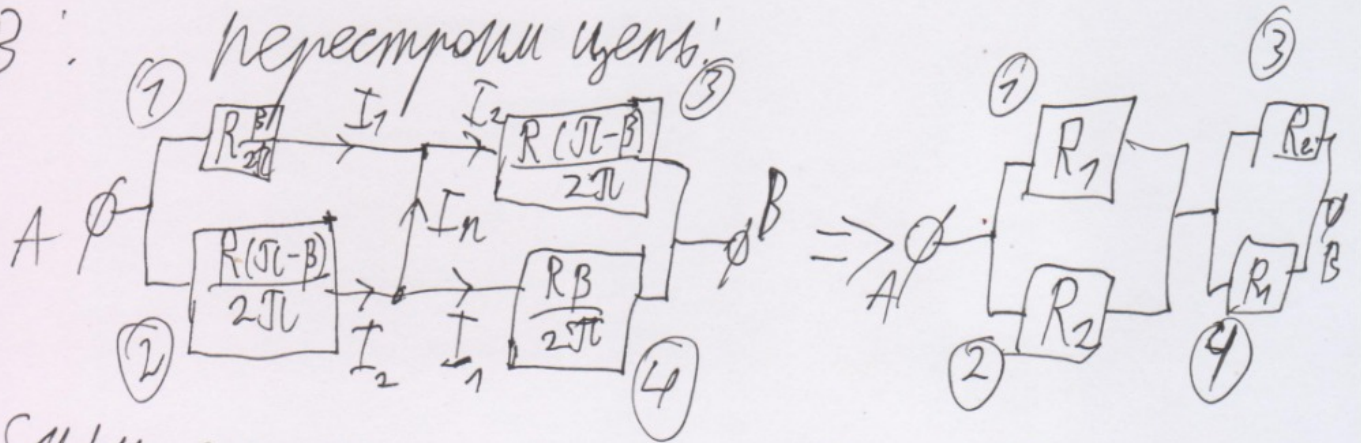
$\Rightarrow A \text{ --- } [2R_1] \text{ --- } B \quad R_x = 2R_1 = \frac{R}{4}$

$P = \frac{U^2}{R_x} = \frac{4U^2}{R} = 32 \text{ (Вт)}$

5

Условие

2) β :



в цепи симметричные токи равны на 1 и 4 и на 2 и 3. по I пр. Кирхгофа: $I_n + I_1 = I_2$

$$I_n = I_2 - I_1$$

I_1 : напряжение равно $\frac{U}{2}$ в цепи симметричной:

$$I_1 = \frac{U \cdot 2JL - UJL}{2R\beta - R\beta}$$

I_2 : напряжение равно $\frac{U}{2}$:

$$I_2 = \frac{U \cdot 2JL}{2R(JL-\beta)} = \frac{UJL}{R(JL-\beta)}$$

услов $\beta = \beta JL$, тогда $I_1 = \frac{UJL}{R\beta JL} = \frac{U}{R\beta}$

$$I_2 = \frac{UJL}{R(JL-\beta JL)} = \frac{U}{R(1-\beta)}$$

$$I_n = I_2 - I_1 = \frac{U}{R} \left(\frac{1}{1-\beta} - \frac{1}{\beta} \right) \Rightarrow \frac{1}{1-\beta} - \frac{1}{\beta} = \frac{I_n R}{U} = \frac{0,5 \cdot 2}{29} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{1-\beta} - \frac{1}{\beta} = \frac{\beta - 1 + \beta}{(\beta-1)\beta} = \frac{2\beta-1}{(\beta-1)\beta} = \frac{3}{2}$$

5

Учетовик.

$$\frac{2\beta - 1}{(1 - \beta)\beta} = \frac{3}{2} \Rightarrow 2(2\beta - 1) = 3(1 - \beta)\beta$$

$$4\beta - 2 = 3\beta - 3\beta^2$$

$$3\beta^2 + \beta - 2 = 0$$

$$(\beta + 1)(3\beta - 2) = 0$$

$$\begin{cases} \beta = -1 \\ \beta = \frac{2}{3} \end{cases}$$

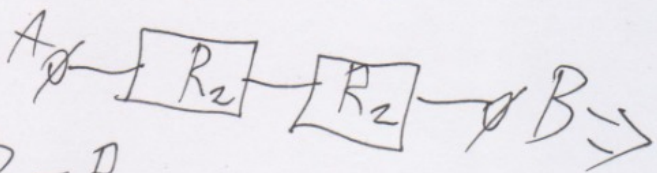
$\beta \in [0; \pi) \Rightarrow$
 $\beta = \pi \Rightarrow$
 $\Rightarrow \beta \in [0; \pi)$

β -угол от AB

$\beta = \beta\pi = \frac{2\pi}{3}$. В задании сформулировано
 про угол от горизонтальной оси, это

$$\beta_1 = \beta - \frac{\pi}{2} = \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right)\pi = \frac{\pi}{6} \text{ (рад)} = 30^\circ$$

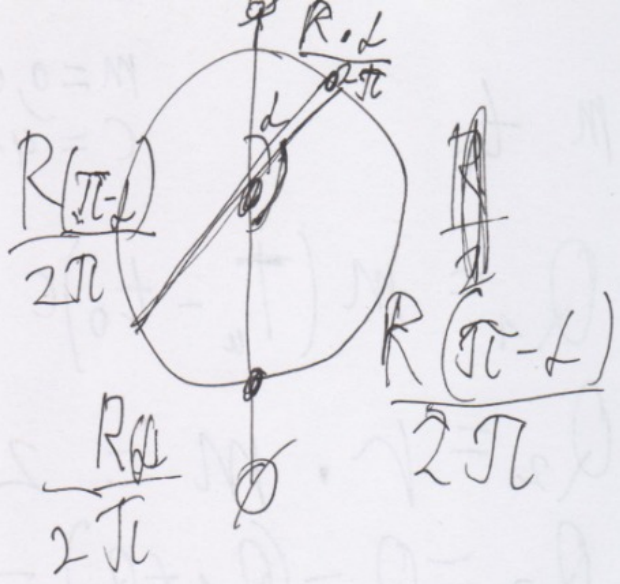
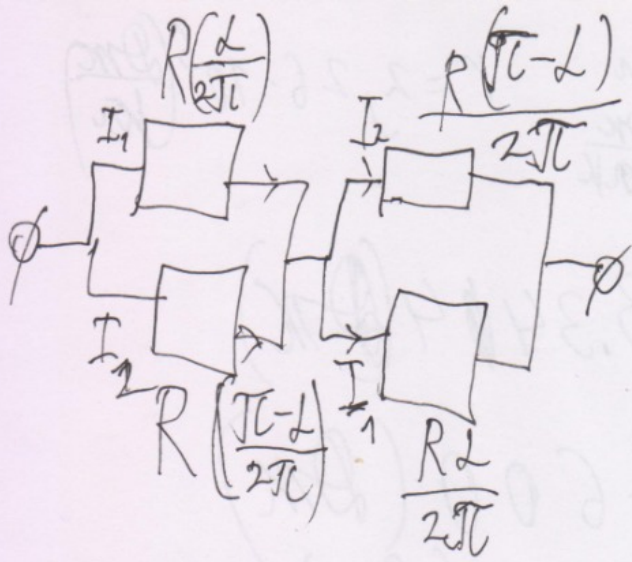
3) $\frac{R\beta}{2\pi} = \frac{R\left(\frac{2}{3}\pi\right)}{2\pi} = \frac{R}{3}$; $\frac{R(\pi - \beta)}{2\pi} = \frac{R}{6}$



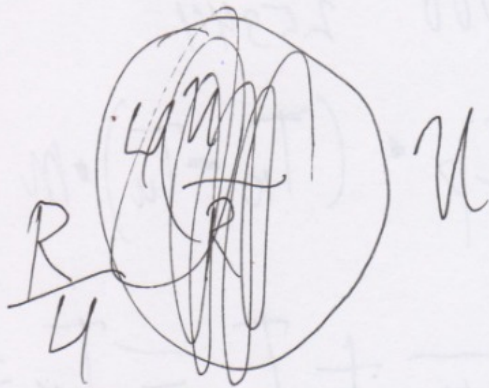
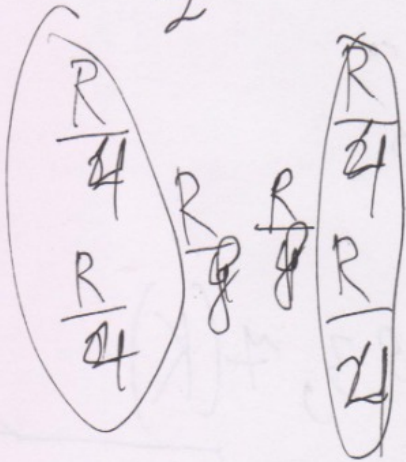
$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R/3} + \frac{1}{R/6} \Rightarrow R_2 = \frac{R}{3}$$

$$\Rightarrow A \text{ --- } [2R_2] \text{ --- } B \Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{2R_2} = \frac{9U^2}{2R} = 36 \text{ (Вт)}$$

Ответ: 1) $3 \times 3 \text{ Вт}$; 2) $\frac{\pi}{6} \text{ рад} = 30^\circ$; 3) 36 Вт
 (мн 4 уз 4)



$$d = \frac{\pi}{2}$$



$$\frac{4U^2}{R} = P \quad (1)$$

(2)

$$I_n = I_2 - I_1 = \frac{U}{R} \left(\frac{\pi}{\pi - \beta} - \frac{\pi}{\beta} \right) = \frac{U}{R} \left(\frac{1}{1 - \beta} - \frac{1}{\beta} \right)$$

$$I_2 = \frac{U}{R \frac{(\pi - \beta)}{2\pi}} = \frac{U \pi}{R(\pi - \beta)} \quad \beta = \pi \cdot b$$

$$I_1 = \frac{U}{R \beta} = \frac{U \pi}{R \beta}$$

$$I_n = \frac{U}{R} \left(\frac{\pi}{(1 - b)\pi} - \frac{\pi}{\pi b} \right) = \frac{U}{R} \frac{(2b - 1)}{(1 - b)b} \quad \frac{U}{R I_n} (2b - 1) = (1 - b)b$$

$\frac{U}{R I_n} = 42,05$

$$2 = \frac{2(2b - 1)}{3} = 3b - 3b^2 \quad 0 = 3b^2 + b - 2 = (b + 1)(3b - 2)$$

~~200~~ m t₀

$$m = 0,01 \text{ kg}$$
$$c = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$r = 2,26 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right)$$

$$Q_1 = m (T_u - t_0) c = 3.340,4 \text{ (J)}$$

$$Q_2 = r \cdot m = 22600 \text{ (J)}$$

$$Q_3 = Q - (Q_1 + Q_2) = 7056 \text{ (J)}$$

33.000 25944

$$Q_3 = C_p \cdot (T_k - T_u) \cdot m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q_3}{C_p \cdot m} + T_u = T_k = 693,7 \text{ (K)}$$

373(K)

$$\frac{7056}{2200 \cdot 0,01}$$

$$\mu_B = 9,018 \left(\frac{\text{kg}}{\text{mol}} \right)$$

$$\mu_B = 18^2 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$m = 10^2$$

$$\frac{m}{\mu_B} = \frac{10}{18} \text{ mol}$$

$$P_0 V = \frac{m}{\mu_B} R T_u$$

$$V = \frac{m R T_u}{\mu_B P_0} = 3,2 \text{ (cm}^3\text{)}$$