Часть 1

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

Шифр: **21205876**

ID профиля: **819835**

Вариант 4

Чистовик

№1.

Дано:

$\alpha = 45°$

$H = 10$ м

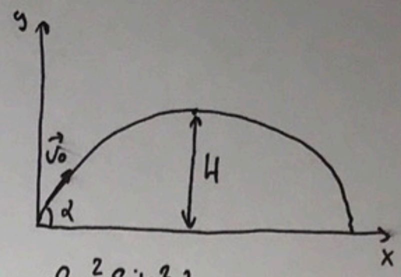
---

1) V_0 - ?

2) $F_p = \frac{1}{2} mg$

V - ?

1) Время полёта до верхней точки



$$\vartheta_0 \sin\alpha - gt = 0$$

$$t = \frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{g}$$

$$H = \overset{\sin\alpha}{\vartheta_0 t} - \frac{gt^2}{2} = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{\cancel{g}\,\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{2g^{\cancel{2}}} = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

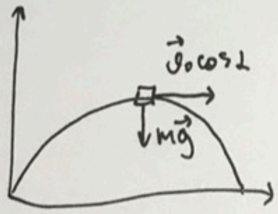
$$H = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

$$\vartheta_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2\alpha}} = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{2}\cdot\sqrt{100}}{\sqrt{2}/2} = 20 \text{ м/с}$$

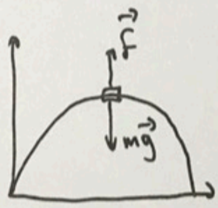
2) Найдём радиус кривизны траектории в ~~р~~ верхней точке

Для этого используем информацию о полёте камня.

$$g = \frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{R} \Rightarrow R = \frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{g}$$



Найдём скорость самолёта



$$F_p = mg - F = \frac{1}{2} mg$$

$$\frac{1}{2} mg = ma_{цс}$$

$$\frac{1}{2} g = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{\cancel{g}}{2} = \frac{V^2 \cancel{g}}{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha} \Rightarrow \vartheta_0^2 \cos^2\alpha = 2V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{2}} = \frac{\vartheta_0 \cos\alpha}{\sqrt{2}} = \frac{20\sqrt{2}}{\sqrt{2}\cdot 2} =$$

$$= 10 \text{ м/с}$$

Ответ: $\vartheta_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = 20$ м/с

$V = \frac{\vartheta_0 \cos\alpha}{\sqrt{2}} = 10$ м/с

Чистовик

№2

Дано:

$\cos\alpha = \frac{24}{25}$

$h = 1{,}4$ м

$\mu_1 = 0{,}5$

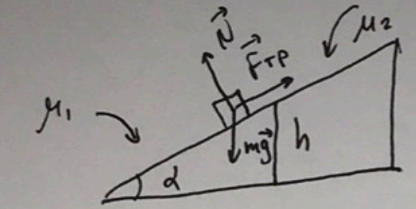
$\mu_2 = 0{,}06$

$V_к = 0 \quad V_н = 0$

---

1) $V_{max} = ?$

2) $S = ?$



$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{7}{25}$

1) Максимальная скорость будет на стыке двух областей с разными коэффициентами трения; так как на участке с μ_2 коробка разгонялась, а с μ_1 - тормозила.

Используя ЗСЭ найдём V_{max}

$F_{тр} = N\mu_1 = mg\cos\alpha\,\mu_1$

$S_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$

$$E_к + E_п = A_{тр}$$

$$\frac{mV_{max}^2}{2} + mgh = F_{тр} S_1 \quad (0\ E_п \text{ у основания накл. плоскости})$$

$$\frac{\cancel{m}V_{max}^2}{2} + \cancel{m}gh = \cancel{m}g\cos\alpha\,\mu_1\frac{h}{\sin\alpha}$$

$$V_{max} = \sqrt{2\left(g\cos\alpha\frac{h}{\sin\alpha}\mu_1 - gh\right)} = \sqrt{2gh(\mathrm{ctg}\,\alpha\,\mu_1 - 1)} =$$

$$= \sqrt{2\cdot10\cdot1{,}4\left(\frac{24}{7}\cdot0{,}5 - 1\right)} = \sqrt{2\cdot10\cdot1{,}4\cdot\frac{5}{7}} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5} = 4{,}47 \text{ м/с}$$

2) Теперь с помощью ЗСЭ найдём путь на верхнем участке. Обозначим этот путь за S_2, а высоту за H

$$\cancel{m}gH = \cancel{m}gh + \frac{\cancel{m}V_{max}^2}{2} + \cancel{m}g\cos\alpha\,\mu_2 S_2 \quad (E_{пн} = E_{пк} + E_к + A_{тр})$$

$$S_2 = \frac{H-h}{\sin\alpha} \qquad g(H-h) = \frac{V_{max}^2}{2} + g\,\mathrm{ctg}\,\alpha\,\mu_2(H-h)$$

$$-2g(H-h)(\mathrm{ctg}\,\alpha\,\mu_2 - 1) = V_{max}^2 \quad \cancel{\frac{H-h}{\sin\alpha} = \frac{V_{max}^2}{2g\cos\alpha\,\mu_2} =}$$

$$\cancel{S = S_1 + S_2 = \frac{h}{\sin\alpha} + \frac{V_{max}^2}{2g\cos\alpha\,\mu_2} = 5 + 17{,}36 = 22{,}36 \text{ м}}$$

~~Ответ:~~ $\cancel{V_{max} = \sqrt{2gh(\mathrm{ctg}\,\alpha\,\mu_1 - 1)} = 4{,}47 \text{ м/с}}$

$\cancel{S = \frac{h}{\sin\alpha} + \frac{V_{max}^2}{2g\cos\alpha\,\mu_2} = 22{,}36 \text{ м}}$

№2 (Продолжение)

$$H-h=\frac{V^2_{max}}{-2g(ctg\alpha\mu_2\pm1)}$$

$$S_2=\frac{V^2_{max}}{-2g(ctg\alpha\mu_2\pm1)\sin\alpha}=4{,}46\text{ м}$$

$$S=S_1+S_2=\frac{h}{\sin\alpha}+\frac{V^2_{max}}{-2g(ctg\alpha\mu_2\pm1)\sin\alpha}=5+4{,}46=9{,}46\text{ м}$$

Ответ: $V_{max}=\sqrt{2gh(ctg\alpha\mu_1-1)}=4{,}47$ м/с

$$S=\frac{h}{\sin\alpha}+\frac{V^2_{max}}{-2g(ctg\alpha\mu_2\pm1)\sin\alpha}=9{,}46\text{ м}$$

Чистовик

№3

Дано:

$R = 8$ см

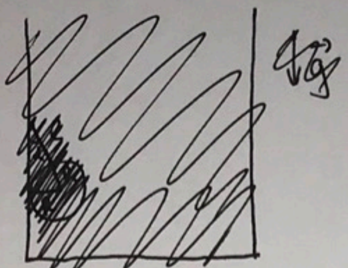
$l = 8$ см

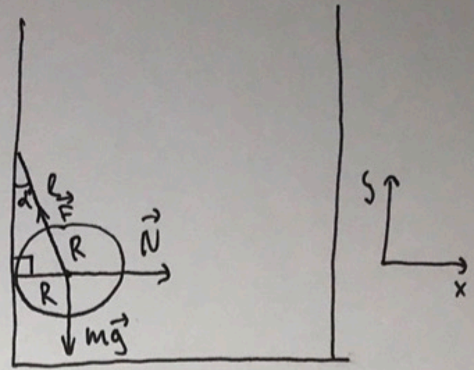
$m = 5{,}2$ кг

1) $F = ?$

2) $\alpha = 60^\circ$

$T = ?$



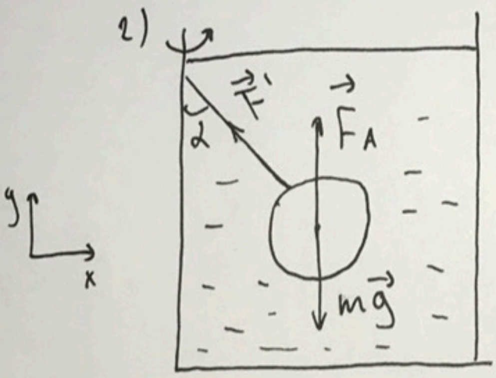


1) $$\sin\alpha' = \frac{R}{l+R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha' = 30^\circ$$

$$Oy: -mg + F\cos\alpha' = 0$$

$$F = \frac{mg}{\cos\alpha'} = \frac{5{,}2 \cdot 10 \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{104}{\sqrt{3}} = 60{,}05 \text{ Н}$$

2)



$$Oy: F_A + F'\cos\alpha - mg = 0$$

$$\rho \frac{4}{3}\pi R^3 g + F'\cos\alpha - mg = 0$$

$$F' = \frac{-\rho\frac{4}{3}\pi R^3 g + mg}{\cos\alpha}$$

$$F'\sin\alpha = ma_{цс} = m\frac{\vartheta^2}{l\sin\alpha}$$

$$\left(mg - \frac{4}{3}\rho\pi R^3 g\right)\operatorname{tg}\alpha = m\frac{\vartheta^2}{l\sin\alpha}$$

$$\vartheta = \sqrt{\frac{\left(mg - \frac{4}{3}\rho\pi R^3 g\right)\operatorname{tg}\alpha\sin\alpha\, l}{m}}$$

$$T = \frac{2\pi l\sin\alpha}{\vartheta} = 2\pi l\sin\alpha\sqrt{\frac{m}{\left(mg - \frac{4}{3}\rho\pi R^3 g\right)\operatorname{tg}\alpha\sin\alpha\, l}} = 0{,}52 \text{ с}$$

Ответ: $F = 60{,}05$ Н

$$T = 2\pi l\sin\alpha\sqrt{\frac{m}{\left(mg - \frac{4}{3}\rho\pi R^3 g\right)\operatorname{tg}\alpha\sin\alpha\, l}} = 0{,}52 \text{ с}$$

Черновик

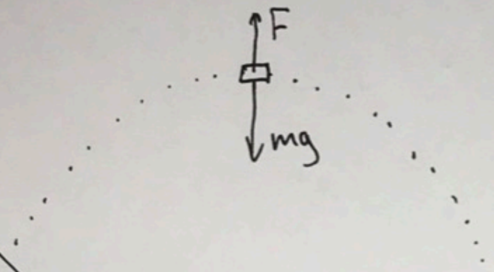
№1

1) $\vartheta_0 \sin\alpha - gt = 0$

$$t = \frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{g}$$

$$H = \vartheta_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{g\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{2g^2} = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

2)

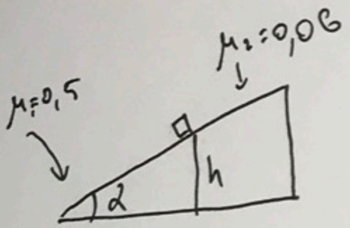


$$mg - F = \frac{mg}{2}$$

$$\frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{R} = g$$

$$R = \frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{g}$$

№2



$$\frac{mg}{2} = ma$$

$$\frac{g}{2} = \frac{V^2}{R}$$

$$V = \sqrt{\frac{gR}{2}}$$

Большая V на стыке

$$\frac{24 \cdot 25}{25 \cdot 7} = \frac{24}{7} \cdot 0{,}5$$

$\cancel{mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\,\mu = ma}$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{576}{625}} = \sqrt{\frac{49}{625}} = \frac{7}{25}$$

$\cancel{a = g\sin\alpha}$ $\quad a = g\sin\alpha - g\cos\alpha\,\mu_1$

$\cancel{\frac{mV_{max}^2}{2} - A_{тр}}$

$$\boxed{\cancel{\frac{mV^2}{2}} = \cancel{mg}\cos\alpha\,\mu\,\frac{h}{\sin\alpha}}$$

$$S' = \frac{h}{\sin\alpha} = \frac{1{,}4 \cdot 25}{7} = 0{,}2 \cdot 25 = 5\ м$$

$$S = \frac{2g\frac{(H-h)}{\sin}\cos\alpha\,\mu_1}{}$$

$$\frac{12}{7} - 1 = \frac{12-7}{7} = \frac{5}{7}$$

$E_к + E_п = A_{тр}$

$$\boxed{\frac{mV^2}{2} + mgh = mg\cos\alpha\,\mu\,\frac{h}{\sin\alpha}}$$

$$\frac{1{,}4 \cdot 5}{7} \quad 0{,}2 \cdot 5 = 1$$

Черновик

$\frac{1,4}{7} \cdot 25 = 0,2 \cdot 2,5 = 5 = 5,$

$\frac{\cancel{20} \cdot 25}{\cancel{2 \cdot 10} \cdot 24 \cdot 0,06} = 17,36$ м

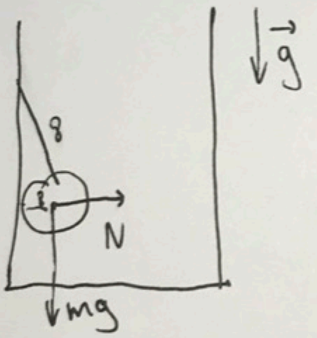
3) ~~17.36 =~~

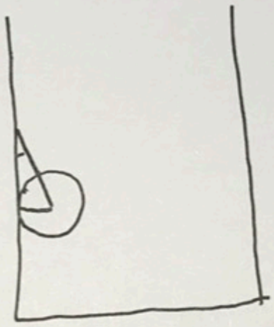
$ctg\alpha = \frac{24 \cdot 25}{25 \cdot 7} = \frac{24}{7} \cdot 0,06$

$\frac{\cancel{20}}{\cancel{2 \cdot 10}(\;\;)} \cdot \frac{25}{7}$

0,8

8,4





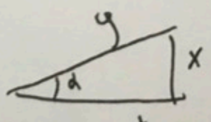
1.732

$\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\frac{\sqrt{3}}{3}$

$\frac{5 \cdot 2}{(52 - \frac{4}{3} \cdot 1000 \cdot 3.14 \cdot 0,08^3 \cdot 10) \sqrt{3} \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,08}$

1,5



$\sin\alpha = \frac{x}{y}$

0,866

$y = \frac{x}{\sin\alpha}$

21,38

3,67

1,42

~~1.2~~

1.19

Часть 2

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

Шифр: **21205876**

ID профиля: **819835**

Вариант 4

Чистовик

№4.

Дано:

$m = 10 г$

$t_0 = 20°C$

$p_0 = 10^5 Па$

$Q = 33 кДж$

1) Q_1 - ?

2) V - ?

$c = 4180$ Дж/(кг·К)

$r = 2{,}26 \cdot 10^6$ Дж/кг

$c_p = 2200$ Дж/(кг·К)

1) теплота Q_1 до начала испарения => для нагревания до $t_к = 100°C$

$Q_1 = mc(t_к - t_0) = 3344$ Дж

2) Найдём, вся вода испарилась или нет. Для этого сравним

$Q_2 = mr$ - теплота для испарения всей воды

$Q - Q_1$ - теплота, оставшаяся для для испарения

$Q_2 = 22600$ Дж

$Q - Q_1 = 33000 - 3344 = 29656$ Дж

$Q_2 < Q - Q_1$ => пар будет нагреваться после испарения всей воды.

(t_2 - конечная температура пара)

$Q - Q_1 - Q_2 = c_p m (t_2 - t_к)$

$Q - mc(t_к - t_0) - mr = c_p m t_2 - c_p m t_к$

$$t_2 = \frac{Q - mc(t_к - t_0) - mr + c_p m t_к}{c_p m} = 420{,}7 °C$$

$T = 273 + 420{,}7 = 693{,}7$ К

процесс изобарный ($p = const = 10^5$ Па)

$\mu = 0{,}018$ кг/моль

$pV = \nu RT \qquad pV = \frac{m}{\mu} RT$

$$V = \frac{mRT}{p\mu} = \frac{0{,}01 \cdot 8{,}31 \cdot 693{,}7}{10^5 \cdot 0{,}18} = 0{,}0032 \text{ м}^3$$

Ответ: $Q_1 = mc(t_к - t_0) = 3344$ Дж

$V = 0{,}0032$ м^3

Чистовик

№5

Дано:

$R = 72$ Ом

$U = 24$ В

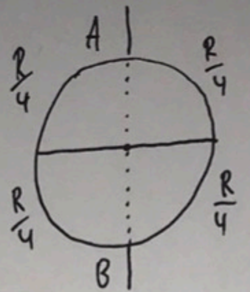
1) $\alpha = 90^\circ$

$P = ?$

2) $I = 0,5$ А

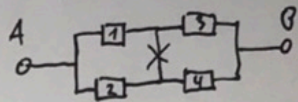
$\beta = ?$

3) $P_2 = ?$

1) 

Все кусочки проводника имеют сопротивление $\frac{R}{4}$, так как дуги окружности одинаковые.

Эквивалентная схема

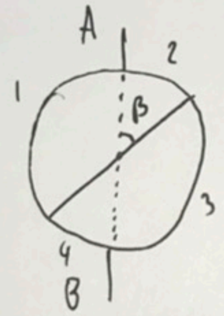


тока в перемычке нет (симметрия)

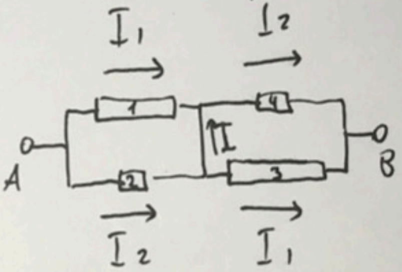
$$R_{13} = R_1 + R_3 = \frac{R}{2} \qquad R_{24} = R_2 + R_4 = \frac{R}{2}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_{24}} = \frac{2}{R} + \frac{2}{R} = \frac{4}{R} \Rightarrow R_0 = \frac{R}{4}$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R_0} = \frac{4U^2}{R} = \frac{4 \cdot 24^2}{72} = 32 \text{ Вт}$$

2) 

<=>

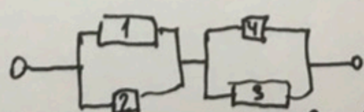


из-за симметрии ток будет, как показано на схеме.

$$I_2 = I + I_1 \qquad R_1 + R_2 = R_3 + R_4 = \frac{R}{2}$$

$$I_1 + I_2 = I_0 \qquad R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow I_1 = \frac{R_2 I_2}{R_1}$$

Чтобы найти I_0 - силу тока в цепи используем схему:



Выражаем сопротивления через дуги окружности:

$$R_2 = R_4 = \frac{\beta}{180} \cdot \frac{R}{2} \qquad R_1 = R_3 = \frac{(180 - \beta) R}{180 \cdot 2}$$

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{360}{(180-\beta)R} + \frac{360}{\beta R} = \frac{360\beta + 360(180-\beta)}{(180-\beta)\beta R}$$

№5 (Продолжение)

$$R_{12} = \frac{(180-\beta)\beta R}{360 \cdot 180}$$

$$R_0 = 2R_{12} = \frac{2(180-\beta)\beta R}{360 \cdot 180} = \frac{(180-\beta)\beta R}{180^2}$$

$$I_0 = \frac{U}{R_0} = \frac{U \cdot 180^2}{(180-\beta)\beta R}$$

$$I_1 = \frac{R_2 I_2}{R_1} = \frac{\beta \cancel{R}}{\cancel{360}} \cdot \frac{\cancel{360}\, I_2}{(180-\beta)\cancel{R}} = \frac{\beta \cancel{R}}{(180-\beta)R} I_2$$

$$I_0 = I_1 + I_2 = \left(1 + \frac{\beta \cancel{R}}{(180-\beta)\cancel{R}}\right) I_2 = \frac{U \cdot 180^2}{(180-\beta)\beta R}$$

$$I_2\left(1 - \frac{\beta \cancel{R}}{(180-\beta)\cancel{R}}\right) = I \qquad I_2 = \frac{I}{1 - \frac{\beta}{180-\beta}}$$

$$\frac{1 + \frac{\beta}{180-\beta}}{1 - \frac{\beta}{180-\beta}} I = \frac{U \cdot 180^2}{(180-\beta)\beta R} \Rightarrow \frac{\frac{180-\beta+\beta}{\cancel{180-\beta}}}{\frac{180-\beta-\beta}{\cancel{180-\beta}}} = \frac{U \cdot 180^2}{(180-\beta)\beta R}$$

$$\frac{180}{180-2\beta} = \frac{U \cdot 180^2}{(180-\beta)\beta R}$$

$$180^2\beta R - 180 R\beta^2 = 180^3 U - 180^2 \cdot 2 \cdot U \cdot \beta$$

$$180 R\beta - R\beta^2 = 180^2 U - \cancel{18}\, 360 \cdot U \cdot \beta$$

$$R\beta^2 - 360U\beta - 180R\beta + 180U^2 = 0$$

$$R\beta^2 - \beta(360U + 180R) + 180U^2 = 0$$

$$\beta = \frac{360U + 180R \pm \sqrt{(360U+180R)^2 - 720U^2R}}{2R} = 4{,}88^\circ ; \ 295{,}12^\circ$$

не удвл. условию.

$$\beta = \frac{360U + 180R - \sqrt{(360U+180R)^2 - 720U^2R}}{2R} = 4{,}88^\circ$$

$$P_2 = I_0 U = \frac{U^2 \cdot 180^2}{(180-\beta)\beta R} = 303 \text{ Вт}$$

21205876 (U819835 M1279526)

№5 (Продолжение)

Ответ: $P = \frac{4U^2}{R} = 32$ Вт

$$\beta = \frac{360U + 180R - \sqrt{(360U+180R)^2 - 720U^2R}}{2R} = 4.88^\circ$$

$$P_2 = \frac{U^2 \cdot 180^2}{(180-\beta)\beta R} = 303 \text{ Вт}$$

№5

Дано:

$R = 72$ Ом

$U = 24$ В

1) $\alpha = 90°$

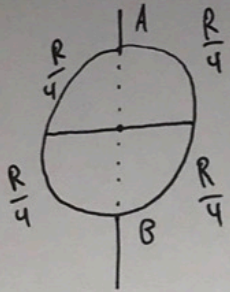
$P = ?$

2) $I = 0{,}5$ А

$P = ?$

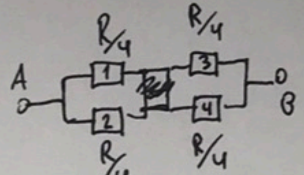
3) $P_2 = ?$

1)



Все кусочки проводника имеют сопротивление $\frac{R}{4}$

Эквивалентная схема:



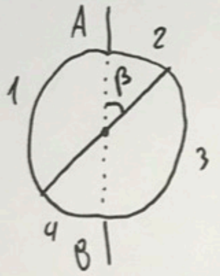
$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{4}{R} + \frac{4}{R} = \frac{8}{R} \Rightarrow R_{12} = \frac{R}{8}$$

$$R_{12} = R_{34} = \frac{R}{8}$$

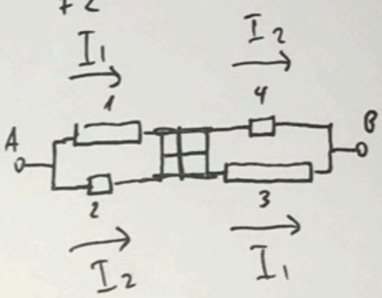
$$R_0 = R_{12} + R_{34} = \frac{2R}{8} = \frac{R}{4}$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R_0} = \frac{4U^2}{R} = \frac{4 \cdot 24^2}{72} = 32 \text{ Вт}$$

2)



<=>



~~360 · 72 + 180 · 24~~

~~$\sqrt{360 \cdot 72 + 180 \cdot}$~~

$$\frac{R/4}{2} - \frac{\beta}{\pi}\frac{R}{2}$$

360 · 24 + 180 · 72

$$\frac{R\pi - \beta R}{2\pi} = \frac{R(\pi - \beta)}{2\pi}$$

~~860~~ 8640 + 12960 = 21600

466560000 -

43 6700160

2985 9840

20897.37

$$\frac{24^2 \cdot 180^2}{(180 - 4{,}88) 4{,}88 \cdot 72} = \frac{18662400}{175.12 \cdot 4.88 \cdot 72} = 303 \text{ Вт}$$

61530

21205876 (U819835 M1279526)

Черновик

$$\frac{33000 - 22600 - 3344 + 2200 \cdot \cancel{0{,}01 \cdot 100}}{2200 \cdot 0{,}01} =$$

$$= \frac{9256}{22}$$

$$\frac{0{,}01 \cdot 8.31 \cdot 693{,}7}{10^5 \cdot 0{,}18} = \frac{57{,}65}{18000} = 0{,}0032 \text{ м}^3$$

$$u\underbrace{\frac{u}{R}}_{=I} = uI = P$$

$$\frac{2R}{32} \quad \frac{R}{6} \quad \frac{9R}{10}$$

$$12 \; \frac{\cancel{6}}{2R} + \frac{6}{2R} = \frac{18}{2R} \qquad \frac{R}{9} \qquad R_0 = \frac{2R}{9}$$

$$\frac{9u^2}{2R} = 648$$

$$\frac{90}{9R} + \frac{10}{9R} \Rightarrow \frac{9R}{100} \qquad \frac{100u^2}{9R} = 88$$