Часть 1

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

Шифр: **21205807**

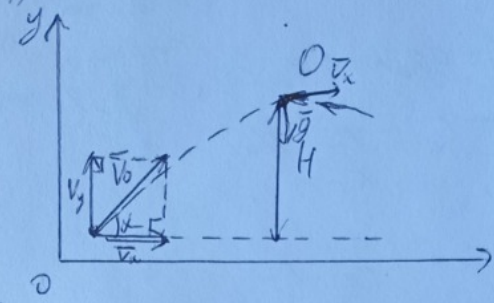
ID профиля: **819735**

Вариант 4

Мистовик

класс 10
вариант 10-04
часть 1

№1)



Дано: $\alpha = 45°$; $H = 10\,м$; $g = 10\,м/с^2$

1) $H = \frac{v_y^2}{2g} \Rightarrow v_y = \sqrt{2gH}$

$v_0 = \frac{v_y}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{2}\cdot\sqrt{2\cdot 10\,м/с^2\cdot 10\,м}}{\sqrt{2}} = 20\,м/с$

2) $R_к$ – радиус кривизны траектории в т. O;

в т. O:

g – нормальное ускорение камня $\Rightarrow a_{нк} = g$; $v_x = v_y\cdot\cos\alpha = \sqrt{2gH}\cdot\cos\alpha$

$\frac{v_x^2}{R_к} = a_{нк} \Rightarrow R_к = \frac{v_x^2}{g} = 2H\cos^2\alpha$

по усл. на самолёт в т. O действует сила, создающая ускорение $\frac{g}{2}$;

т.к. это ускорение перпендикулярно скорости самолёта в т. O, то $a_{нс} = \frac{g}{2}$

$\frac{V^2}{R_к} = a_{нс} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{g R_к}{2}} = \sqrt{\frac{g\cdot 2H\cdot\cos^2\alpha}{2}} = \sqrt{gH}\cdot\cos\alpha = \sqrt{10\,м/с^2\cdot 10\,м}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} = 10\,м/с$

Ответ: 1) $v_0 = 20\,м/с$; 2) $V = 10\,м/с$.

(1)

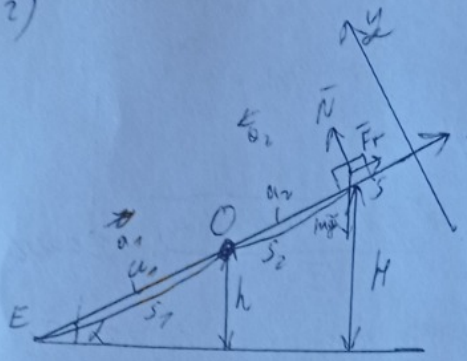
Чистовик

№2)

Класс 10

Вариант 20-04

Чистовик



Дано: $u_2 = 0,06$; $u_1 = 0,5$; $h = 1,4$; $\cos\alpha = \frac{24}{25}$; $g = 10 м/с^2$

Найти: 1) V_{max}; 2) S

1) Ox: $mg\sin\alpha - F_т = F_т$, $F_т = N u_2$

Oy: $mg\cdot\cos\alpha - N = 0$ $\quad F = m a_2$

$mg\sin\alpha - u_2 mg\cos\alpha = m a_2$: m

$g(\sin\alpha - u_2\cos\alpha) = a_2$, аналогично на уч. 1:

$g(u_1\cos\alpha - \sin\alpha) = a_1$

$\begin{cases} S_2 = \frac{V_{max}^2}{2a_2} \\ S_1 = \frac{V_{max}^2}{2a_1} \end{cases}$ (*) $\Rightarrow V_{max} = \sqrt{2a_1 S_1} = \sqrt{2\cdot g\cdot(u_1\cos\alpha - \sin\alpha)\cdot\frac{h}{\sin\alpha}} \Rightarrow$

коробка от т. O разгоняется, после замедляется

S – т. старта

E – т. остановки.

V_{max} – скорость кор. в т. O

$\begin{cases} SO = S_2 \\ OE = S_1 \end{cases}$

$\begin{cases} S_2 = \frac{H-h}{\sin\alpha} \\ S_1 = \frac{h}{\sin\alpha} \end{cases}$

$V_{max} = \sqrt{2g(u_1\cdot ctg\alpha - 1)\cdot h} =$

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

$= \sqrt{2\cdot 10 м/с^2 (0,5\cdot\frac{24}{7} - 1)\cdot 1,4 м} = \sqrt{20 м^2/с^2} \approx 4,47 м/с$ $\quad \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{7}{25}$

$ctg\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{24}{7}$

2) из сис. (1):

$\frac{S_2}{S_1} = \frac{a_1}{a_2} \Rightarrow \frac{H-h}{h} = \frac{a_1}{a_2} \Rightarrow H = \frac{h(a_1+a_2)}{a_2} = \frac{h(u_1\cos\alpha - \sin\alpha + \sin\alpha + u_2\cos\alpha)}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha}$

$S = \frac{H}{\sin\alpha}$

$H = \frac{h(u_1+u_2)\cdot\cos\alpha}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha}$

$S = \frac{h(u_1+u_2)\cdot ctg\alpha}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha} = \frac{1,4 м(0,5+0,06)\cdot\frac{24}{7}}{\frac{7}{25} - 0,06\cdot\frac{24}{25}} \approx 9,5 м$

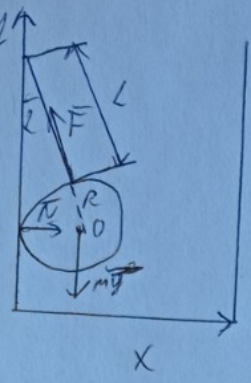
Ответ: 1) $V_{max} = 4,47 м/с$; 2) $S = 9,5 м$

Шестовик

Класс 10

Вариант 10-4

№3



Дано: $R = 8\,см$; $L = 8\,см$; $m = 5{,}2\,кг$; $g = 10\,м/с^2$

Линия действия силы $\vec{F}$ проходит через Т. О т.к. момент силы $\vec{N}$ относительно т. О равен 0.

1) ~~$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$~~

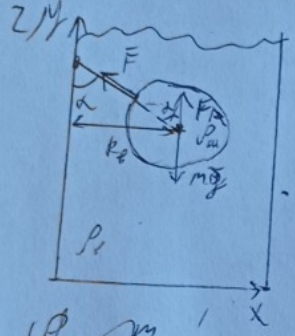
OX: $-F \cdot \sin\alpha + N = 0$

OY: $F \cdot \cos\alpha - mg = 0$

$$F = \frac{mg}{\cos\alpha} = \frac{5{,}2\,кг \cdot 10\,Н/кг \cdot 2}{\sqrt{3}} \approx 60\,Н$$

$$\sin\alpha = \frac{R}{L+R} = \frac{8}{8+8} = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

2)



OX': $-F \cdot \sin\alpha = -m a_ц$ (2) Дано: $\alpha = 60^\circ$

OY: $F \cdot \cos\alpha + F_A = mg$ (1)

$$a_ц = \frac{v^2}{R_б}; \quad v = \frac{2\pi R_б}{T} \Rightarrow a_ц = \frac{4\pi^2 R_б}{T^2} = \frac{4\pi^2 (L+R)\sin\alpha}{T^2} \quad (3)$$

$$R_б = (L+R)\cdot\sin\alpha$$

$$\rho_ш = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

$$F_A = \rho_б g V = \rho_б g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \text{ - подст. в ур. (1)}$$

$$F \cdot \cos\alpha + \rho_б g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = mg$$

$$F = \frac{g}{\cos\alpha}\left(m - \rho_б \cdot \frac{4}{3}\pi R^3\right) \text{ - подст. в ур. (2)}$$

$$\frac{g \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha}\left(m - \rho_б \cdot \frac{4}{3}\pi R^3\right) = m a_ц \text{ - подст. в ур. (3)}$$

$$g \cdot \left(m - \rho_б \cdot \frac{4}{3}\pi R^3\right) \cdot \operatorname{tg}\alpha = \frac{m \cdot 4\pi^2 \cdot (L+R)\cdot\sin\alpha}{T^2}$$

$$T^2 = \frac{m \cdot 4\pi^2 \cdot (L+R)\cdot\cos\alpha}{g\left(m - \rho_б \cdot \frac{4}{3}\pi R^3\right)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m(L+R)\cdot\cos\alpha}{g\left(m - \rho_б \cdot \frac{4}{3}\pi R^3\right)}} = 2\pi\sqrt{\frac{5{,}2\,кг\,(0{,}08\,м + 0{,}08\,м)\cdot\frac{1}{2}}{10\,м/с^2\left(5{,}2\,кг - 1000\,кг/м^3 \cdot \frac{4}{3}\cdot\pi\,(0{,}08\,м)^3\right)}} \approx$$

$\approx 0{,}8$ с

Ответ: 1) $F \approx 60\,Н$; 2) $T \approx 0{,}8$ с.

(5)

Черновик

$a_2 = 10 \cdot \left(\frac{7}{25} - 0{,}06 \cdot \frac{24}{25}\right) = \frac{55{,}6}{25}$ м/с²

$a_1 = 10 \cdot \left(\frac{7}{25} - 0{,}5 \cdot \frac{24}{25}\right) = \frac{-50}{25} = -2$ м/с²

$U_m = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot (-1 + 0{,}5 \cdot \frac{24}{7}) \cdot \frac{24}{10}} = \sqrt{2 \cdot \frac{5}{7} \cdot 14} = 2\sqrt{5} = 4{,}47$ м/с

$a_2 = g(\sin\alpha - u_2\cos\alpha)$ 1,73205

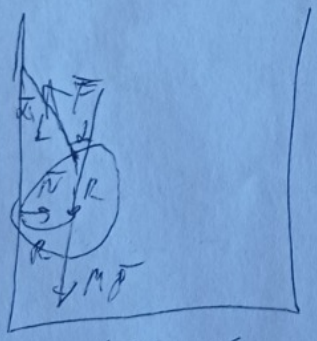
$a_1 = g(u_1\cos\alpha - \sin\alpha)$

$H = \frac{(a_1 + a_2) \cdot h}{a_2} = \frac{(u_1\cos\alpha - \sin\alpha + \sin\alpha - u_2\cos\alpha) \cdot h}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha} = \frac{h \cdot (u_1 - u_2) \cdot \cos\alpha}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha} =$

$= S = \frac{h \cdot (u_1 - u_2) \cdot \operatorname{ctg}\alpha}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha} = \frac{1{,}4 \cdot (0{,}5 - 0{,}06) \cdot 24 \cdot 25}{7 \cdot 55{,}6} = 9{,}$

$= \frac{2(0{,}5 - 0{,}06) \cdot 24 \cdot 25}{55{,}6}$ 20

$= \frac{2(0{,}5 - 0{,}06) \cdot 24 \cdot 25}{55{,}6}$ 0,0235776



$\frac{0{,}996 \cdot \sqrt{3}}{30{,}56}$

$F = \frac{mg}{\cos\alpha}$

$\sin\alpha = \frac{R}{L+R}$

$F \cdot \sin\alpha = ma_y$

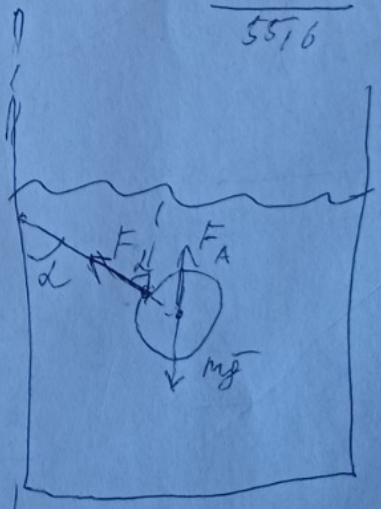
$F \cdot \cos\alpha + F_A = mg$

$a_{ц} = \frac{U^2}{R_B} = \frac{4\pi^2 R_B}{T^2}$

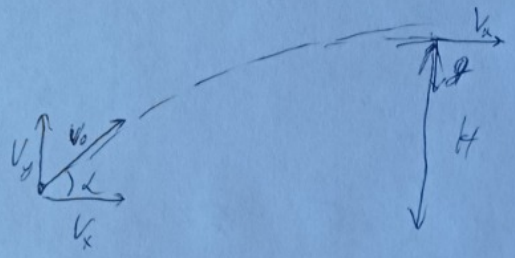
$U = \frac{2\pi R_B}{T}$

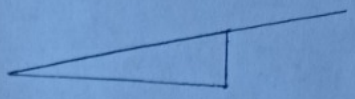
$R_B = (L+R) \cdot \sin\alpha$

$\frac{10 \cdot 25}{55{,}6}$



Черновик





$mgH = \frac{mv^2}{2}$

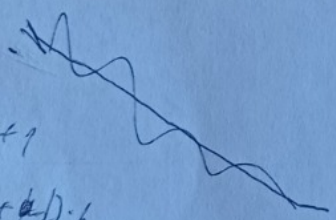
$V_y = \sqrt{2gH}$

$V_0 = \frac{V_y}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{200}}{0,707106\,78} = 20$ м/с

$V_x = V_y \cdot \operatorname{ctg}\alpha = \sqrt{2gH}\operatorname{ctg}\alpha$

$\frac{V_x^2}{R_k} = g \Rightarrow R_k = \frac{V_x^2}{g} = \frac{2gH\operatorname{ctg}^2\alpha}{g} = 2H\operatorname{ctg}^2\alpha$

$\frac{V^2}{R_k} = \frac{g}{2} \rightarrow V = \sqrt{\frac{gR_k}{2}} = \sqrt{\frac{g \cdot 2H \cdot \operatorname{ctg}^2\alpha}{2}} = \sqrt{gH} \cdot \operatorname{ctg}\alpha = 10 \cdot 1 = 10$ м/с



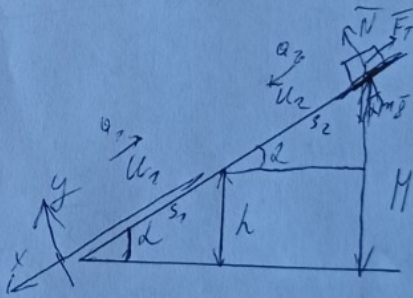
$\frac{H}{h} = \frac{a_1}{a_2} + 1$

$H = \frac{(a_1 + a_2) \cdot h}{a_2}$

$H = \frac{h \cdot (2\sin\alpha - \cos\alpha(u_1 + u_2))}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha}$

$S = \frac{H}{\sin\alpha}$

$S = \frac{h \cdot (2 - \operatorname{ctg}\alpha(u_1 + u_2))}{\sin\alpha - u_2\cos\alpha}$



$H > h$

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

$\sin\alpha = \frac{7}{25}$

$\operatorname{ctg}\alpha = \frac{24}{7}$

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

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

Ox; $mg \cdot \sin\alpha - F_T = F$

Oy: $mg \cdot \cos\alpha - N = 0$

$\Rightarrow mg \cdot \cos\alpha = N$

$mg \cdot \sin\alpha - N \cdot u_2 = F$

$S_2 = \frac{U_M^2}{2a_2}$

$S_1 = \frac{U_M^2}{2a_1}$

$\frac{S_2}{S_1} = \frac{a_1}{a_2}$

$mg \cdot \sin\alpha - u_2 mg\cos\alpha = ma_2$

$\frac{H-h}{h} = \frac{a_1}{a_2}$

$g(\sin\alpha - u_2 \cdot \cos\alpha) = a_2$

$g(\sin\alpha - u_1 \cdot \cos\alpha) = a_1$

$U_M = \sqrt{2a_1 S_1} =$

$= \sqrt{2g(\sin\alpha - u_1\cos\alpha) \cdot h/\sin\alpha} = \sqrt{2g(1 - u_1 \cdot \operatorname{ctg}\alpha) \cdot h}$

Часть 2

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

Шифр: **21205807**

ID профиля: **819735**

Вариант 4

Чистовик

10 класс

Вариант 20-04

Часть 2

№1)

$t_0 = 20°C$; $m = 0{,}01$ кг; $Q = 33000$ Дж; $P = 10^5$ Па

Дано: $C_в = 4180$ Дж/(кг·°С); $r = 2{,}26 \cdot 10^6$ Дж/кг; $C_п = 2200$ Дж/(кг·°С); $t_к = 100°C$; $M_п = 0{,}018$ кг/моль; $R = 8{,}13$

1) $Q_1 = mC_в(t_к - t_0) = 0{,}01\text{кг} \cdot 4180\ \text{Дж/(кг·°С)} \cdot (100°C - 20°C) = 3344$ Дж

2) $\underbrace{Q_2}_{\text{теплота, нужная для испарения всей воды}} = mr = 0{,}01\text{кг} \cdot 2{,}26 \cdot 10^6\ \text{Дж/кг} = 22600$ Дж

$\underbrace{Q_3}_{\text{теплота, уходящая на разогрев пара}} = Q - Q_1 - Q_2 = 33000\text{Дж} - 3344\text{Дж} - 22600\text{Дж} = 7056$ Дж

$t_п$ - окончательная температура пара

$Q_3 = mC_п(t_п - t_к) \Rightarrow Q_3 = mC_п t_п - mC_п t_к \Rightarrow t_п = \dfrac{Q_3 + mC_п t_к}{C_п m}$

$t_п = \dfrac{7056\text{Дж} + 0{,}01\text{кг} \cdot 2200\ \text{Дж/(кг·°С)} \cdot 100°C}{2200\ \text{Дж/(кг·°С)} \cdot 0{,}01\text{кг}} \approx 420{,}7°C \approx 693{,}88\text{K}$

$PV = \dfrac{m}{M_п}RT_п \Rightarrow V = \dfrac{mRt_п}{M_п \cdot P} = \dfrac{0{,}01\text{кг} \cdot 8{,}13 \cdot 693{,}88\text{K}}{0{,}018\ \text{кг/моль} \cdot 10^5\ \text{Па}} \approx 0{,}03134\ м^3 \approx 31{,}34\ дм^3$

Ответ: 1) $Q_1 = 3344$ Дж; 2) $V = 31{,}34\ дм^3$

7

1

№2) Дано: $R = 72$ Ом; $U = 24$ В

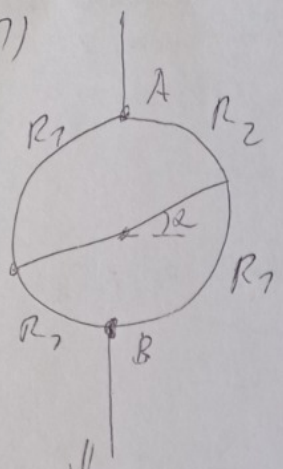
Чистовик

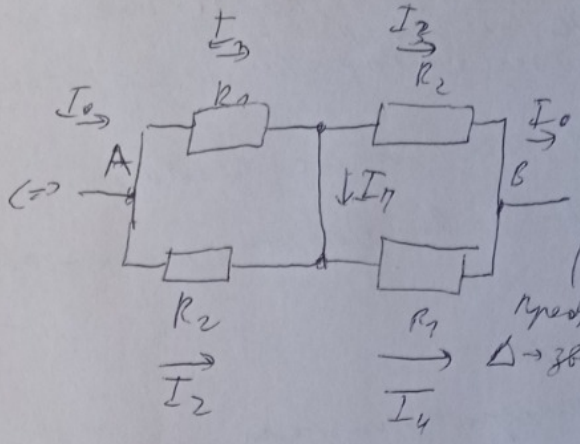
10 класс

Вариант 10-04

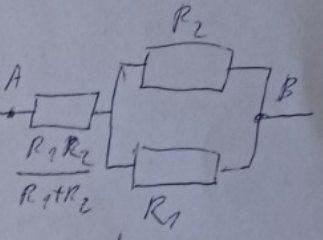
Шифр 2

1)





преобразуем $\Delta \to$ звезда



$$R_1 = \frac{R(2\alpha+\pi)}{4\pi}; \quad R_2 = \frac{R(\pi-2\alpha)}{4\pi}$$

$$R_0 = \frac{2R_1R_2}{R_1+R_2}$$

$$I_0 = U \cdot \frac{R_1+R_2}{2R_1R_2}$$

1) $\alpha = 0 \Rightarrow R_1 = R_2 = \frac{R}{4}, \Rightarrow R_0 = \frac{2 \cdot \frac{R}{4} \cdot \frac{R}{4}}{\frac{R}{4}+\frac{R}{4}} = \frac{R}{4} = 18$ Ом

$$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{(24\text{В})^2}{18\text{Ом}} = 32\text{Вт}$$

2)
$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I_0 \\ I_3 + I_4 = I_0 \\ I_n + I_2 = I_4 \\ I_1 R_1 = I_2 R_2 \\ I_3 R_2 = I_4 R_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_2 = I_0 - I_1 \\ I_4 = I_0 - I_3 \\ I_n = I_1 - I_3 \\ I_3 R_2 = (I_0 - I_3) R_1 \\ I_4 R_1 = (I_0 - I_1) R_2 \end{cases} \to$$

$$I_3 = \frac{I_0 R_1}{R_1+R_2} = \frac{U}{2R_2}$$

$$I_4 = \frac{I_0 R_2}{R_1+R_2} = \frac{U}{2R_1}$$

$$I_n = \frac{U}{2}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$I_n = \frac{U}{2}\left(\frac{4\pi}{R(2\beta+\pi)} - \frac{4\pi}{R(\pi-2\beta)}\right)$$

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

$$I_n = \frac{8\pi U\beta}{R(4\beta^2-\pi^2)}$$

$$4I_n R \cdot \beta^2 - 8\pi U\beta - I_n R \cdot \pi^2 = 0$$

$$D = 2^6 \cdot \pi^2 U^2 + 2^4 \cdot I_n^2 R^2 \pi^2 = 16\pi^2(4U^2 + I_n^2 R^2)$$

$$\beta = \frac{8\pi U \pm 4\pi\sqrt{4U^2 + I_n^2 R^2}}{8 I_n R} = \frac{\pi(2U \pm \sqrt{4U^2 + I_n^2 R^2})}{2 I_n R} =$$

$$= \frac{-\pi}{2} \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{\beta = -30^\circ}$$

(или 30° по часовой стрелке)

(2)

10 класс
вариант-04
часть 2

3) Участок R_2 (продолжение)

$$R_1 = \frac{R\left(2\cdot\left(-\frac{\pi}{6}\right)+\pi\right)}{4\pi} = \frac{R}{6}$$

$$R_2 = \frac{R\left(\pi - 2\cdot\left(-\frac{\pi}{6}\right)\right)}{4\pi} = \frac{R}{3}$$

$$R_0 = \frac{2\cdot\frac{R}{6}\cdot\frac{R}{3}}{\frac{R}{6}+\frac{R}{3}} = \frac{2R}{9}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_0} = \frac{3U^2}{2R} = 36\,Вт$$

Ответ: 1) $P = 32\,Вт$; 2) $\beta = -30°$ (на 30° по часовой стрелке); 3) $P_2 = 36\,Вт$

(3)

Черновик

$Q_1 = mc(t_к - t_0) = 0{,}01 \cdot 4180 \cdot 8 = 334$

$Q_2 = m\lambda = 0{,}01 \cdot 2{,}26 \cdot 10^6 = 2{,}26 \cdot 10^4$

$Q_1 + Q_2 = 25944$

$Q_3 = 705620$ Дж

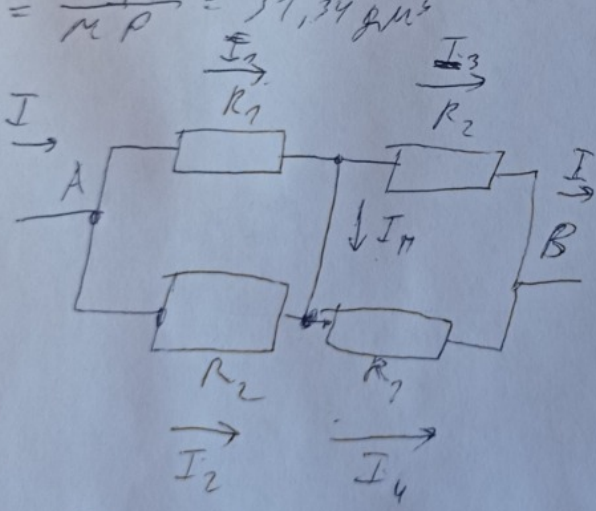
$Q_3 = mc_p(t_к - t_к)$

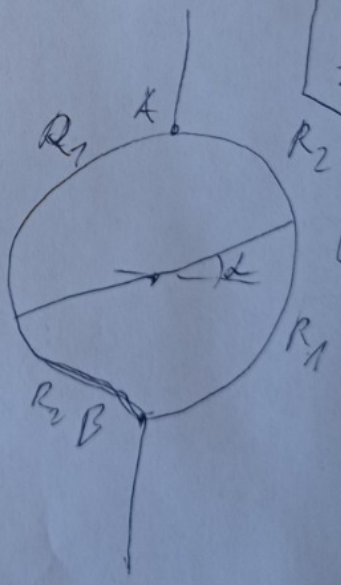
$Q_3 = mc_p t - mc_p t_к$

$t = \frac{Q_3 + mc_p t_к}{mc_p} \approx 420{,}72\,^\circ C = 3{,}88$ К

$PV = \nu RT$ $\quad M = 18$ г/моль $= 0{,}018$ кг/моль

$V = \frac{mRT}{MP} = 31{,}34$ дм^3





$R_1 = \frac{R \cdot 2\alpha}{2\pi} + \frac{R}{4} = \frac{R(2\alpha + \pi)}{4\pi}$

$R_2 = \frac{R(\pi - 2\alpha)}{4\pi}$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I \Rightarrow I_2 = I - I_1 \\ I_3 + I_4 = I \Rightarrow I_4 = I - I_3 \\ I_п + I_2 = I_4 \Rightarrow (I_п + I - I_4 = I_4 - I_2) \\ I_п + I_3 = I_1 \Rightarrow I_п + I_3 = I_1 \\ I_1 R_1 = I_2 R_2 \\ I_3 R_2 = I_4 R_1 \\ I_1 R_1 + I_3 R_2 \end{cases}$$

$I_п + I - I_1 = I - I_3 \Rightarrow I_п = I_1 - I_3$

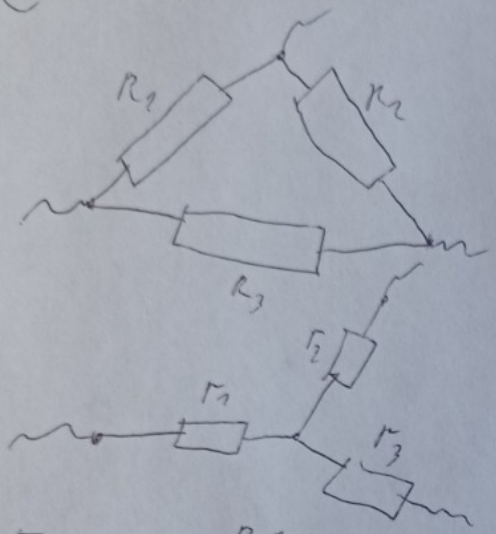
$$\begin{cases} I_2 = I - I_1 \\ I_4 = I - I_3 \\ I_n = I_1 - I_3 \end{cases}$$

$$I_3 R_2 = (I_4 - I_3) R_1$$

$$I_1 R_1 = (I - I_1) R_2$$

$$I_1 R_1 + I_3 R_2 = (I - I_3) R_1 + (I - I_1) R_2$$ ✗

$$I_4 - I_n = I_1$$



$$r_1 + r_2 + r_3 = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

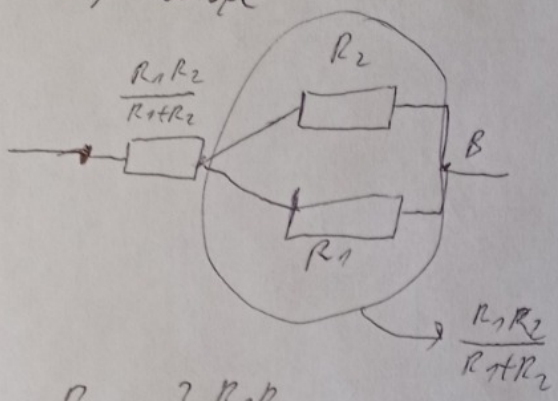
$$\begin{cases} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} = \frac{1}{r_1 + r_2} \\ \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + R_3} = \frac{1}{r_1 + r_3} \\ \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{r_1 + r_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} r_1 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \\ r_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \\ r_3 = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{R_2 + R_3 + R_1}{R_1 (R_2 + R_3)} = \frac{1}{r_1 + r_2} \\ \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 (R_1 + R_3)} = \frac{1}{r_2 + r_3} \\ \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3 (R_1 + R_2)} = \frac{1}{r_1 + r_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} r_1 + r_2 = \frac{R_2 R_2 + R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \\ r_2 + r_3 = \frac{R_1 R_2 + R_3 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \\ r_3 + r_1 = \frac{R_3 R_1 + R_3 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \end{cases}$$

Черновик



$$R_0 = \frac{2R_1R_2}{R_1+R_2}$$

$$R_0 = \frac{U}{I} \quad и \quad I = \frac{U}{R_0}$$

$$\begin{cases} I_3R_2 = IR_1 - I_3R_1 \\ I_1R_1 = IR_2 - I_1R_2 \end{cases} \rightarrow \quad I_2(R_1+R_2) = IR_1$$

$$I_3 = \frac{IR_1}{R_1+R_2}$$

$$I_1 = \frac{IR_2}{R_1+R_2}$$

1) $\alpha = 0 \rightarrow R_1 = \frac{R}{4}$

$R_2 = \frac{R}{4}$

$$R_0 = \frac{2 \cdot \frac{R}{4} \cdot \frac{R}{4}}{\frac{R}{4} + \frac{R}{4}} = \frac{R}{4}$$

$$P = \frac{U_0^2}{R_0} = 4\frac{U_0^2}{R} = 32\ Вт$$

2) $I_п = 0{,}5\ А$

$$I_п = \frac{U}{2}\left(\frac{4\pi}{R(2\beta+\pi)} - \frac{4\pi}{R(\pi-2\beta)}\right) = \frac{2\pi V}{R}\left(\frac{1}{2\beta+\pi} + \frac{1}{-\pi+2\beta}\right) =$$

$$= \frac{2\pi V(-\pi+2\beta+2\beta+\pi)}{R(2\beta+\pi)(2\beta-\pi)} = \frac{8\pi V\beta}{R(4\beta^2-\pi^2)}$$

$$R \cdot 4I_п \cdot \beta^2 - 4\pi V\beta + R\pi^2 I_п = 0$$

$$D = 16\pi^2V^2 + 16 \cdot I_п^2\pi^2R^2 = 16\pi^2(V^2 + I_п^2R^2)$$

$$\beta = \frac{4\pi V \pm 4\pi\sqrt{V^2 + I_m^2 R^2}}{8 I_m R} = \frac{\pi(V \pm \sqrt{V^2 + I_m^2 R^2})}{2 I_m R}$$

$$\beta = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{(V \pm \sqrt{V^2 + I_m^2 R^2})}{I_m R}$$

$$0 < \frac{V \pm \sqrt{V^2 + I_m^2}}{I_m} < 1$$

1) $V + \sqrt{V^2 + I_m^2} < I_m$

$0 < V - \sqrt{V^2 + I_m^2} < I_m$

$V > \sqrt{V^2 + I_m^2} > V - I_m$

$V^2 + I_m^2 > V^2 - 2VI_m + I_m^2$

$\frac{2\pi}{3}$

$\frac{48 \pm 60}{36}$ $\frac{4\pi}{3}$

$-\frac{12}{36} = -\frac{1}{3}$

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