Часть 1

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

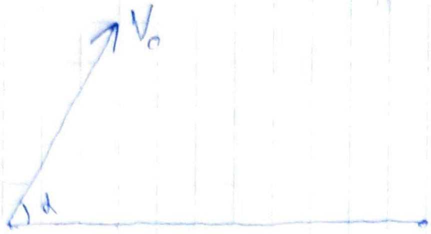
Шифр: **21205820**

ID профиля: **127829**

Вариант 3

№1. 1 страница. чистовик.

1)



$S = V_0 \cos\alpha \cdot t_{пол}$ $\quad t_{пол} = 2 \cdot \dfrac{V_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow$

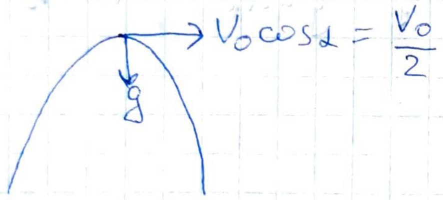
$\Rightarrow S = \dfrac{2V_0^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\dfrac{gS}{2\sin\alpha\cos\alpha}} = \sqrt{\dfrac{gS}{\sin(2\alpha)}} =$

$= \sqrt{\dfrac{10\cdot17\cdot2}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\dfrac{340}{\sqrt{3}}} \approx 14$ м/с

$\boxed{V_0 = 14 \text{ м/с}}$

Ответ: $V_0 = 14$ м/с.

2) Траектория полёта камня — парабола.



скорость в высшей точке траектории горизонтальна и равна горизонтальной проекции V_0. ($V_0\cos\alpha = \frac{V_0}{2}$).

(Силы действующие на самолёт сообщают ему центростремительное ускорение) при этом $a_{цс} = g$.

$\boxed{a_{цс} = \dfrac{V_0^2\cos^2\alpha}{r_{крив}}}$ $r_{крив}$ – радиус кривизны траектории в высшей её точке.

Тогда т.к. самолёт летит по той же траектории то радиус кривизны тот же и скорость направлена горизонтальна.

$\boxed{a_{цс} = g = \dfrac{V_0^2}{4r_{крив}}}$

$a'_{цс} = \dfrac{V_0^2}{16 r_{крив}} = g - \dfrac{F}{m}$, $g = \dfrac{V_0^2}{4r_{крив}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{F}{m} = \cancel{g}\dfrac{V_0^2}{16 r_{крив}}(4-1) = \dfrac{3V_0^2}{16 r_{крив}} = \dfrac{3}{4}g$

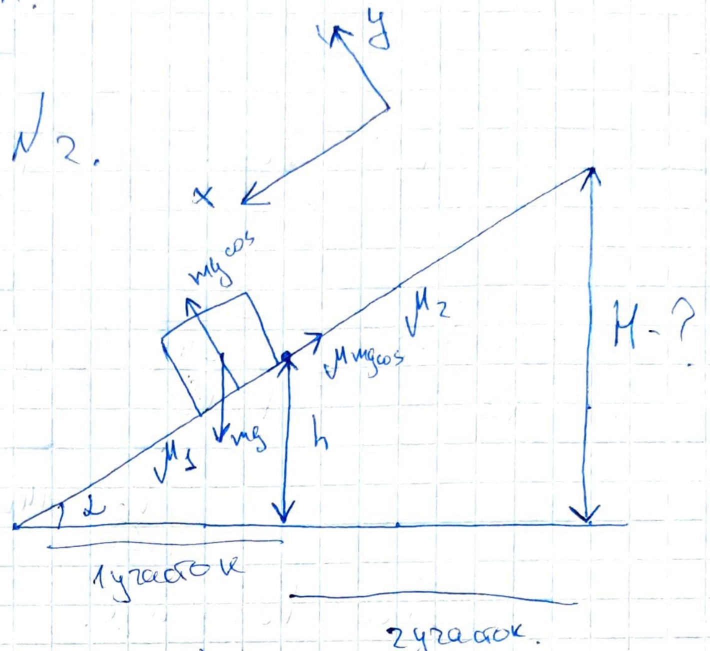
2 страница. чистовик.

$\Rightarrow \frac{F}{m} = \frac{3}{4} g \Rightarrow F = \frac{3}{4} mg = \frac{3}{4} \cdot 1 \cdot 10 = 7{,}5\,H.$

$$\boxed{F = \frac{3}{4} mg = 7{,}5\,H}$$

Ответ: 7,5 Н.

№ 2.



1) $N = mg\cos\alpha$

$F_{тр\,1} = \mu_1 N = \mu_1 mg\cos\alpha$

$F_{тр\,2} = \mu_2 N = \mu_2 mg\cos\alpha$

$$a_x = \frac{mg\sin\alpha - F_{тр}}{m} =$$

$= g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

Пусть скорость в конце 2 / начале 1 участка равна V_0

тогда в проекции на ось x:

$$V_0 T + \frac{a_{x1} T^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}$$

Т.к. коробка остановилась, то $\boxed{V_0 + a_{x1} T = 0}$

$V_0 T = -a_{x1} T^2$

$$-\frac{a_{x1} T^2}{\cancel{1}} + \frac{a_{x1} T^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}$$

$$-\frac{a_{x1} T^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}$$

$$\frac{g(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) T^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}$$

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g\sin\alpha(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{10 \cdot \frac{1}{2}\left(0{,}81 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right)}}$$

3 страница чистовик

$$T = \sqrt{\frac{4}{5\left(\frac{0,81\cdot\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right)}} = \sqrt{\frac{8}{5(0,81\cdot\sqrt{3}-1)}} \approx 2 с.$$

$$\boxed{T = 2с.}$$

2) По ЗСЭ:

$$A_{стор} + E_{п1} + E_{к1} = E_{п0} + E_{к0}$$

$A_{стор}$ – работа сил трения.

Пусть $E_п = 0$ ~~в~~ в основании наклонной плости.

$$A_{тр} + 0 + 0 = mgH + 0$$

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

$$H\sin\alpha = \mu_1 h\cos\alpha + \mu_2 H\cos\alpha - \mu_2 h\cos\alpha$$

$$H(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) = h\cos\alpha(\mu_1 - \mu_2$$

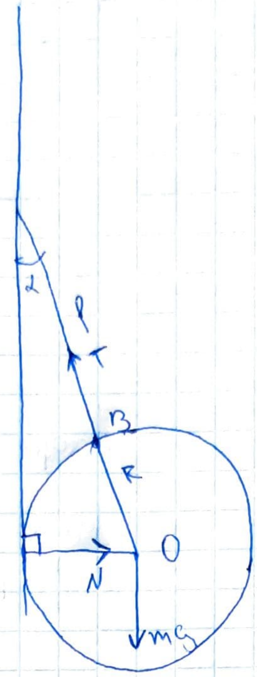
$$H = h\frac{\cos\alpha(\mu_1-\mu_2)}{\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha} = 2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{(0,81-0,11)}{\frac{1}{2} - 0,11\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}} =$$

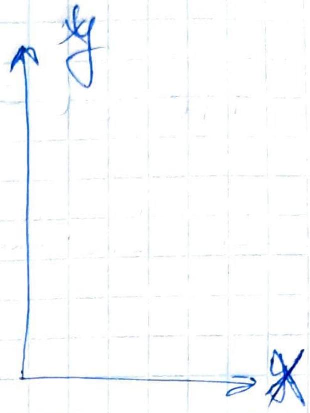
$$= \sqrt{3}\cdot\frac{0,7\cdot 2}{1-\sqrt{3}\cdot 0,11} \approx 3м \qquad \boxed{H = 3м}$$

Ответ: $H = 3м.$

№3.

4 страница чистовик.





1) Точка крепления нити к стене, нити к шару, и центр шара лежат на одной прямой. Т.к. сила натяжения нити T приложена вдоль нити, и ни F_T, ни N не создают момента сил, то T тоже не создаёт момента силы, т.е. нить и OB лежат на одной прямой.

N приложена перпендикулярно стене и поверхности шара. Тогда $\sin\alpha$ (α - угол между стеной и нитью):

$$\boxed{\sin\alpha = \frac{R}{R+l}}$$

Результирующая всех сил, действующих на шар равна 0.

Разложим все силы на проекции.

$$F_x = F_y = 0$$

$$F_y = T_y + F_{Ty} + N_y = T\cdot\cos\alpha - mg + 0 = T\cos\alpha - mg$$

$$\Rightarrow mg = T\cos\alpha \quad (1)$$

$$F_x = 0 = T_x + F_{Tx} + N_x = -T\sin\alpha + N + 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = T\sin\alpha \quad (2)$$

Из (1) и (2):

$$N = mg\,tg\,\alpha$$

$$tg\,\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{\frac{R}{R+l}}{\sqrt{1-\frac{R^2}{(R+l)^2}}} = \frac{R}{\sqrt{2Rl+l^2}}$$

$$N = mg\,tg\alpha = \frac{mgR}{\sqrt{2Rl+l^2}} = \frac{0,8\cdot 10\cdot 0,05}{\sqrt{2\cdot 0,05\cdot 0,15+0,15^2}} =$$

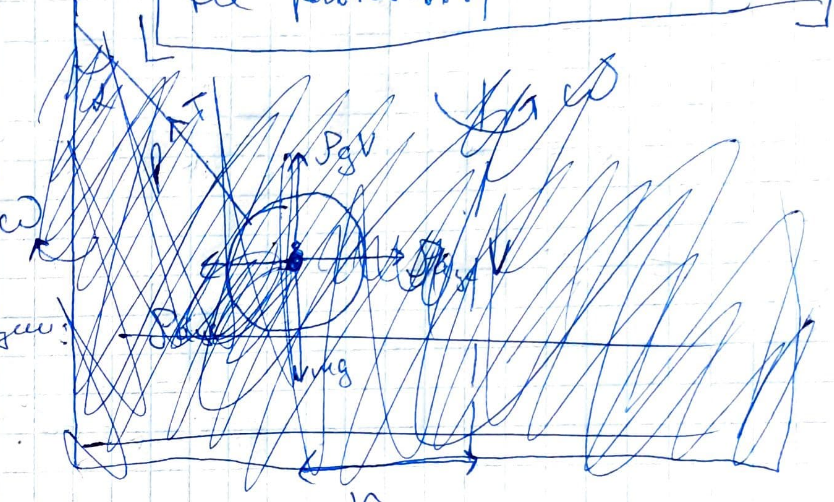
$$= \frac{8\cdot 5}{\sqrt{2\cdot 5\cdot 15+15^2}} = \frac{40}{\sqrt{375}} \approx 2,066\ Н \approx 2,1\ Н.$$

Ответ: 2,1 Н.

α в 1 пункте и α во 2 пункте не равны!!!

2) Если налить воду и начать вращать сосуд, то на шар будут действовать сила Архимеда. Её можно разложить на 2 составляющие:

- горизонтальную $\rho a_{цс} V$
- вертикальную: $\rho g V$

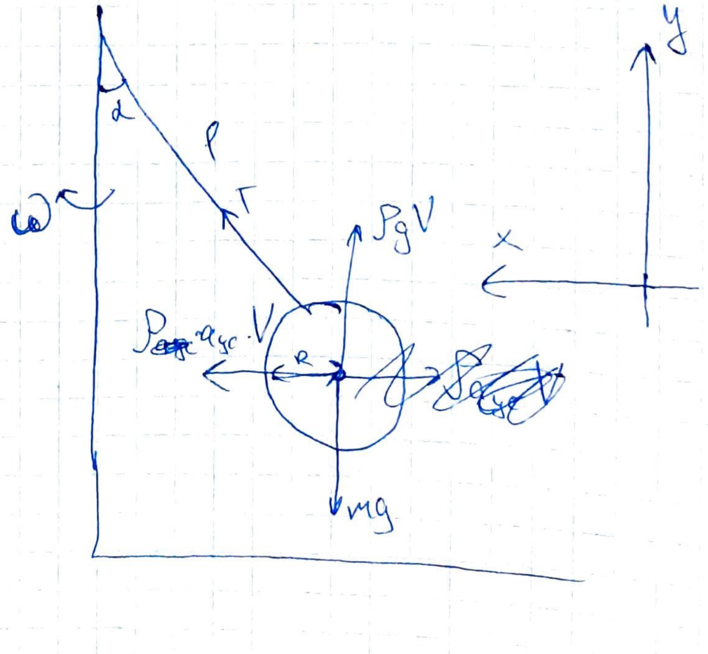


Также на шар будет действовать $F_т$, и T

Стоит отметить что в этом пункте α – другой угол.

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

Запишем проекции результирующих сил на оси



$F_x = ma_{цс} = T\sin\alpha + \rho a_{цс} V$

$F_y = 0 = \rho g V + T\cos\alpha - mg$

С страница
чистовик

$$a_{цс} = \omega^2 r = \omega^2 \sin\alpha (R+l)$$

$$m\omega^2 \sin\alpha (R+l) = T\sin\alpha + \rho V \cdot \omega^2 \sin\alpha (R+l)$$

$$\boxed{m\omega^2 (R+l) = T + \rho V \omega^2 (R+l)}$$

$$\rho g V + \cancel{m} T\cos = mg$$

$$\cos\alpha = \frac{g(m-\rho V)}{T} = \frac{g(m-\rho V)}{\omega^2 (R+l)(m-\rho V)} = \frac{g}{\omega^2 (R+l)}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{g}{\omega^2 (R+l)}\right) = \arccos\left(\frac{10}{10^2 (0,2)}\right) = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) =$$

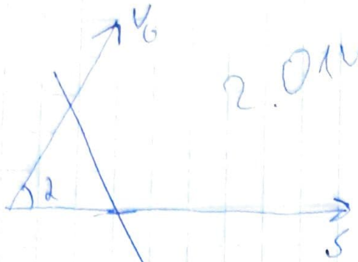
$$= 60^0$$

$$\alpha = 60^0$$

Ответ: $\alpha = 60^0$.

м. Черновик.

1)



2.0148059774

0,8069474

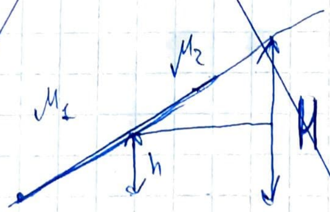
$S = V_0 \cos\alpha \cdot t \qquad t = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow$

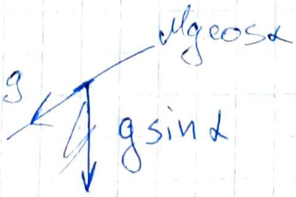
$\Rightarrow S = \frac{V_0^2 \, 2\sin\alpha\cos\alpha}{g} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 \cdot 1 \cdot V_0^2}{2 \cdot g} = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{V_0^2}{g}$

$V_0 = \sqrt{\frac{2Sg}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17 \cdot 9{,}8}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{333{,}2}{\sqrt{3}}} = \sqrt{192{,}37} = 13{,}87$ м/с

$\boxed{V_0 = 13{,}87 \text{ м/с.}}$

2)





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

$H\sin = \mu_1\cos h + \mu_2\cos H - \mu_2$

$a = g(\mu\cos - \sin$

Черновик

$V_0 =$

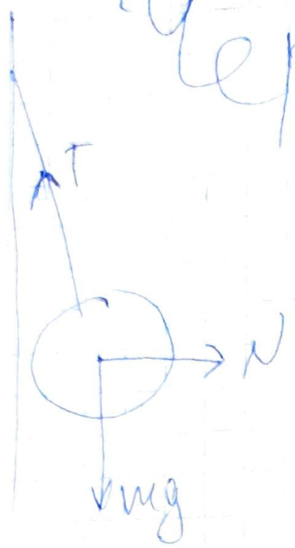
$V_0 T - \frac{aT^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$

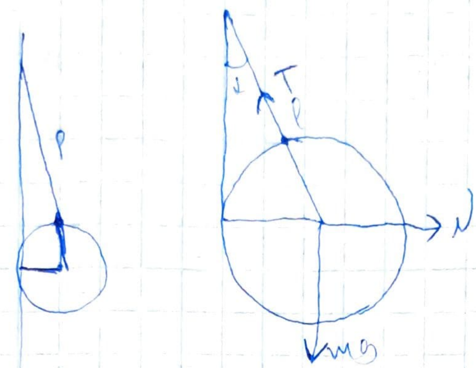
$V_0 = aT$

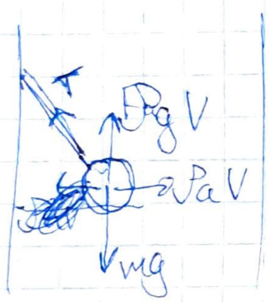
$\frac{aT^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}$

$T = \sqrt{\frac{2h}{a\sin}}$

Черновик







Черновик.

Черновик

$a_{цс} = \omega^2 r = \omega^2 (l \sin\alpha + R \sin\alpha) = \omega^2 \sin\alpha (l+R)$

$m\omega^2 \sin\alpha (l+R) = T\sin\alpha - \rho\omega^2 \sin\alpha (l+R) V \Rightarrow m\omega^2(l+R) = T - \rho\omega^2(l+R)V$

$\rho g V + T\cos\alpha = mg$

$\cos\alpha = \frac{mg - \rho g V}{T} = \frac{g(m-\rho V)}{\omega^2(m(l+R) + \rho(l+R)V)} =$

$= \frac{g(m-\rho V)}{\omega^2 (l+R)(m+\rho V)} = \frac{g(m - \rho\frac{4}{3}\pi R^3)}{\omega^2(l+R)(m+\rho\frac{4}{3}\pi R^3)} =$

при $\frac{4}{3}\rho\pi R^3 \geq m$ шар будет касаться стенок.

$= \frac{10(0{,}8 - 1000 \cdot \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}05^3)}{10^2(0{,}15+0{,}05)(0{,}8 + 1000 \cdot \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}05^3)} =$

$= \frac{(0{,}8 - 0{,}5236)}{10(0{,}2)(0{,}8+0{,}5236)} \approx 0{,}1044$

$\alpha \approx \arccos\left(\frac{0{,}8-0{,}5236}{2(0{,}8+0{,}5236)}\right) \approx \arccos(0{,}1044) =$

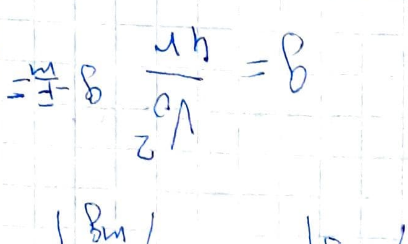
$\alpha \approx 1{,}466$ рад $\approx 84^0$

Ответ: $\alpha \approx 84^0$

Черновик

Черновик

Черновик



$$g = \frac{V_0^2}{4r} \qquad g - \frac{F}{m} = \frac{V_0^2}{16r}$$

$$\frac{F}{\cancel{m}} = \frac{V_0^2}{4r} - \frac{V_0^2}{16r} = \frac{3V_0^2}{16\,r}m$$

$$F = \frac{3}{16}\frac{V_0^2}{r}m$$

Часть 2

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

Шифр: **21205820**

ID профиля: **127829**

Вариант 3

№ 4. 1 страница листовки

$t_1 = 100°C$

$t_0 = 0°C$

1)

$$Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta t = c \cdot m(t_1 - t_0)$$

При $p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па вода кипит при 100°C

$$Q_1 = c \cdot m(t_1 - t_0) = 4180 \cdot 0{,}0055 \cdot (100 - 0) =$$

$$= 4180 \cdot 0{,}55 = 2299 \approx 2{,}3 \text{ кДж}.$$

Ответ: 2,3 кДж.

2)

V_1 – объём всего пара при $t_1 = 100°C$

V_2 – объём всего пара при t_2 – ?

$$H = \frac{V_2}{S} - \frac{V_0}{S}.$$

Для испарения всей массы воды необходимо:

$Q_3 = r \cdot m = 2{,}26 \cdot 10^6 \cdot 0{,}0055 =$

$= 12430$ Дж (тепло потраченное на испарение)

$Q_3 < Q_2 \Rightarrow$ вся вода испарилась, и нагрелась до t_2.

Т.к. вся вода испарилась то объём воды V_0 мал по сравнению объёмом V_2 той же массы пара при $P_0 = 10^5$ Па.

Q_4 – тепло, потраченное на нагрев

$$\left(V_0 = \frac{m}{\rho}\right) \Rightarrow \boxed{H = \frac{V_2}{S}}$$

$$Q_4 = Q_2 - Q_3 = c_p \cdot m \cdot \Delta t_2 = c_p \cdot m(t_2 - t_1)$$

По ур-нию Менделеева-Клайперона:

$$PV = \nu RT$$

$\cancel{P_0 V_1 = \nu R T_1}$

$$P_0 V_2 = \nu R T_2$$

$$\boxed{P_0 V_2 = \frac{m}{\mu_в} R T_2}$$

$$t_2 = \frac{Q_2 - Q_3}{C_p \cdot m} + t_1$$

2 страница чистовик

$$M_в = 18 \frac{г}{моль}$$

$$T_2 = t_2 + 273^\circ$$

$$P_0 V_2 = \frac{m}{M_в} R T_2$$

$$H = \frac{V_2}{S} = \frac{m R T_2}{P_0 S M_в} = \frac{m R\left(\frac{Q_2 - r \cdot m}{c_p \cdot m} + t_1 + T\right)}{P_0 S M_в} =$$

$$= \frac{0{,}0055 \cdot 8{,}31\left(\frac{17430 - 12430}{2200 \cdot 0{,}0055} + 100 + 273\right)}{10^5 \cdot 500 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}018} \approx \quad \cancel{M_в = 18 \frac{г}{моль}\ (H_2O) = 2(1+16)}$$

≈ 40 см

Ответ: $H = 40$ см

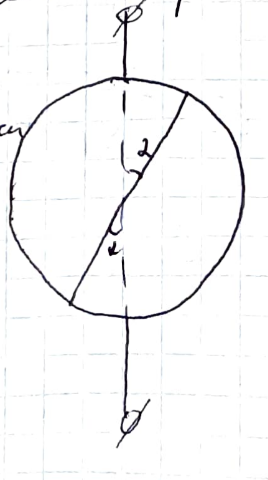
№ 5.

1) Рассеивание мощности происходит из-за выделения тепла. По закону Джоуля-Ленца и закону Ома:

$$Q = I^2 R t$$

$$\boxed{N = \frac{U^2}{R_0}} \quad (0) \qquad N = \frac{Q}{t} = \frac{I^2 R t}{t} = I^2 R = \frac{U^2}{R_0}$$

Найдём R_0, общее сопротивление цепи.



$\alpha = 30^\circ$

$30^\circ - \frac{1}{12}$ полного угла в 360° $\Rightarrow$

$\left(\frac{30}{360} = \frac{1}{12}\right)$

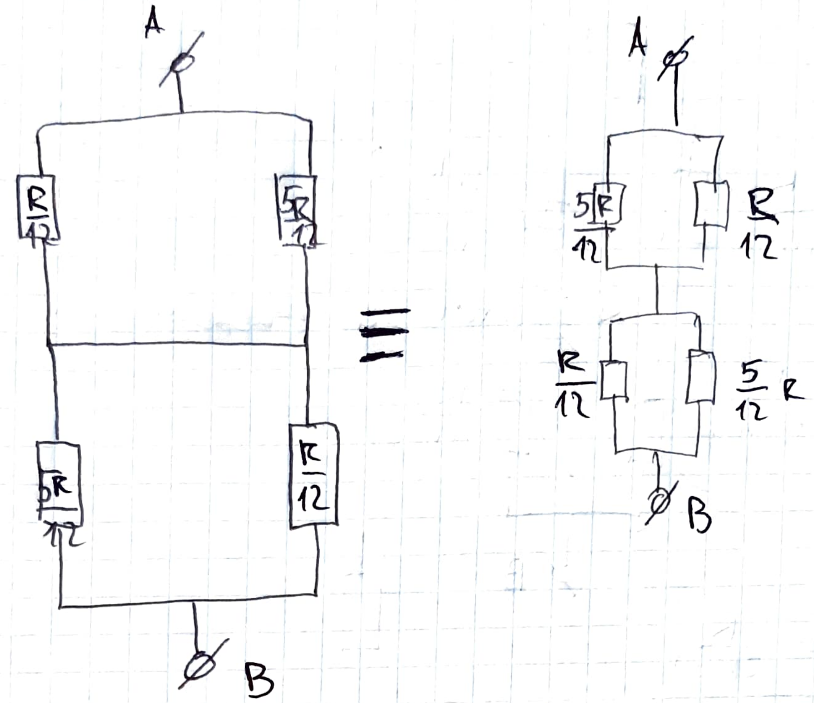
$\Rightarrow$ Если ~~напряжение~~ сопротивление R всей проволоки равно R, то сопротивления $\frac{1}{12}$ её части равно $\frac{R}{12}$

$\boxed{R_0 \text{ - общее сопротивление цепи.}}$

3 страница

чистовик

Нарисуем эквивалентную схему.



$$R_0 = 2 \cdot \frac{\frac{5}{12} \cdot \frac{1}{12}}{\frac{5}{12} + \frac{1}{12}} R = \frac{5}{36} R$$

$$N = \frac{U^2}{R_0} = \frac{6^2 \cdot 36}{5R} = \frac{36^2}{5 \cdot 24} = \frac{6^3}{20} = 10{,}8 \text{ Вт.}$$

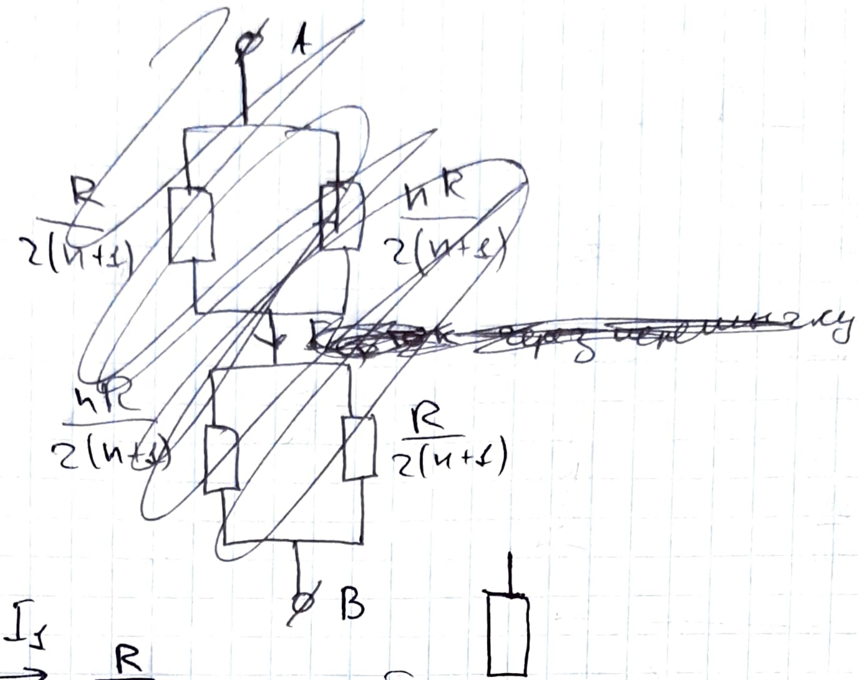
2) Пусть перемычка делит каждое полукольцо в отношении n, тогда сумма сопротивлений полукольца равна $\frac{R}{2}$, а по отдельности они равны:

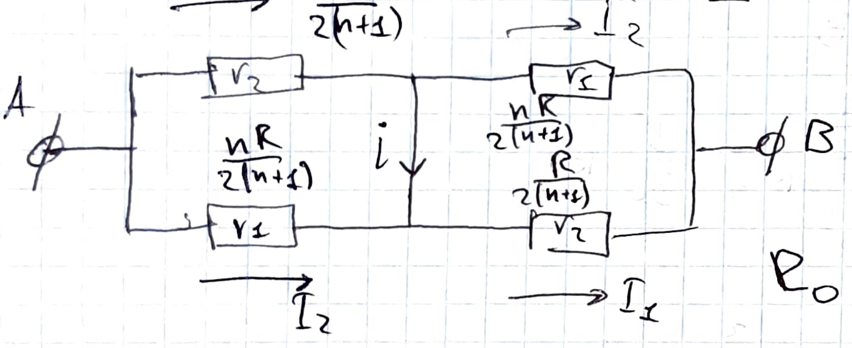
$$r_1 = \frac{nR}{2(n+1)} \qquad r_2 = \frac{R}{2(n+1)}$$

~~Зав~~.

(r_1, r_2 – сопротивление частей проволоки, отделяемых перемычкой)

Нарисуем эквивалентную схему: 4 страница
чистовик





$$R_0 = 2\cdot\frac{r_1 r_2}{r_1+r_2} \quad (1)$$

i – ток через перемычку.

$i = I_1 - I_2$ По II правилу Кирхгофа

$$U = 2\cdot I_2\cdot r_1 = 2\cdot I_1\cdot r_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{I_2 r_1 = I_1 r_2} \qquad I_1 = \frac{I_2 r_1}{r_2}$$

$$i = I_1 - I_2 = I_2\left(\frac{r_1}{r_2} - 1\right) = I_2\left(\frac{r_1 - r_2}{r_2}\right)$$

$$I_0 = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{2\cdot\frac{r_1 r_2}{r_1+r_2}} = \frac{U(r_1+r_2)}{2r_1r_2}$$

$$I_0 = I_2 + I_1 = I_2\frac{(r_1+r_2)}{r_2} = \frac{U(r_1+r_2)}{2r_1r_2} \Rightarrow I_2 = \frac{U}{2r_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i = I_2\left(\frac{r_1-r_2}{r_2}\right) = \frac{U(r_1-r_2)}{2r_1r_2} = \frac{U\cdot(n+1)\cdot(n-1)}{R\cdot n\cdot 1}$$

$$i = \frac{U(n^2-1)}{nR} \qquad I = i = \frac{2}{3}A$$

5 страница чистовик.

$$I = \frac{U(n^2-1)}{nR} \qquad Un^2 - InR - U = 0$$

$$n = \frac{IR \pm \sqrt{I^2R^2 + 4U^2}}{2U}$$

$$I^2R^2 + 4U^2 > I^2R^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{IR + \sqrt{I^2R^2 + 4U^2}}{2U} = \frac{\frac{2}{3}\cdot 24 + \sqrt{\frac{4}{9}\cdot 24^2 + 4\cdot 36}}{2\cdot 6} =$$

$$= \frac{4}{3} + \sqrt{\frac{4\cdot 24^2}{9\cdot 4\cdot 36} + \frac{4\cdot 36}{4\cdot 36}} = \frac{4}{3} + \sqrt{\frac{25}{9}} = \frac{4}{3} + \frac{5}{3} = 3.$$

Ответ: $n = 3$.

3)

из (1) $\quad R_0 = 2\cdot\frac{r_1\cdot r_2}{r_1 + r_2}$, где $r_1 = \frac{nR}{2(n+1)}$

$$r_2 = \frac{R}{2(n+1)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_0 = 2\cdot\frac{n}{n+1}\cdot\frac{R}{2(n+1)} = \frac{nR}{(n+1)^2} =$$

$$= \frac{3R}{4^2} = \frac{3}{16}\cdot 24 = \frac{9}{2} = 4{,}5 \text{ Ом}.$$

$P_2 = \frac{U^2}{R_0}$ из (0) (по закону Джоуля-Ленца и закону Ома)

$$P_2 = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2}{nR}(n+1)^2 = \frac{16}{3}\frac{U^2}{R} = \frac{16}{3}\cdot\frac{36}{24} = 8 \text{ Вт}.$$

Ответ: 8 Вт.

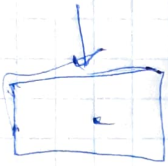
Черновик

$Q_1 = cm\Delta t = 100cm$

$Q_2 = r\cdot m + C_p \cdot m\Delta t$

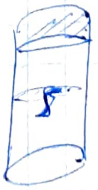
$\Delta t = \frac{Q_2 - r\cdot m}{mC_p}$

$PV = \nu RT$



P_0

Черновик.



$Q_1 = cm\Delta t = cm(t_1 - t_0) =$

$100cm$

$Q_1 =$

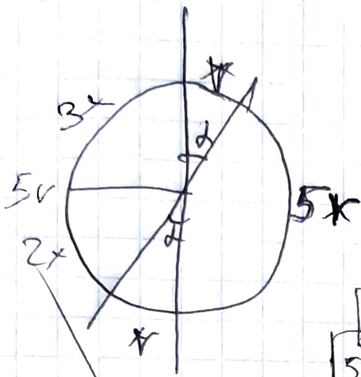
$\frac{\cancel{2}16}{9} + \frac{1}{\cancel{3}}$

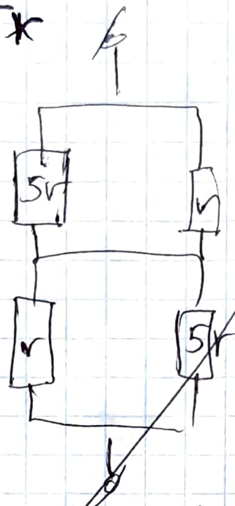
$rm = 2{,}26 \cdot 10^3 \cdot 5{,}5 \cdot$

$\frac{5}{3}$

$Q = c_p \cdot m \Delta t$ Черновик

Δt





$N = I^2 R = \frac{U^2}{R_0}$ $I = \frac{U_0}{R_0} =$

$R_0 = \frac{5}{3}$ Ом $\frac{3}{5} U^2$

$t_2 = \frac{Q_{\cancel{2}} - Q_3}{c_p \cdot m} + t_1$

$T_2 = t_2$ ~~+273~~ $T_0 = t_2 + 273$