Часть 1

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

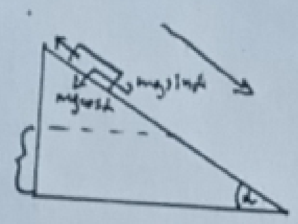
Шифр: **21206183**

ID профиля: **172315**

Вариант 3

Чистовик.

№2



1) Путь на нижнем участке составил: $\frac{h}{\sin\alpha}$.

2) 2-ой закон Ньютона для нижнего участка:

$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{F}_{тр} + \vec{N}$

В проекции на клин

$ma_1 = mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\mu_1$

$a_1 = g(\sin\alpha - \cos\alpha\mu_1) < 0$, т.е. происходит торможение

$|a_1| = g(\cos\alpha\mu_1 - \sin\alpha)$

3) Из обратимости движения:

$\frac{|a_1| \cdot t_1^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}$

$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{\sin\alpha \cdot |a_1|}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 2}{10(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0{,}81 - \frac{1}{2})}} = \sqrt{\frac{8}{5(0{,}81 \cdot \sqrt{3} - 1)}} \approx 2$ сек. - время движения на участке торможения.

4) Найдём скорость коробки при въезде на нижний участок

$v = |a_1| \cdot t_1 = \sqrt{\frac{2h \cdot |a_1|}{\sin\alpha}}$

Пусть высота первого участка h_2, тогда путь на нём $\frac{h_2}{\sin\alpha}$. Начальная скорость 0.

Из проекции второго закона Ньютона на клин:

$a_2 = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) > 0$ т.е. коробка разгонялась

Тогда:

$\frac{h_2}{\sin\alpha} = \frac{v^2}{2a_2}$

$h_2 = \frac{v^2 \cdot \sin\alpha}{2 \cdot a_2} = \frac{2h \cdot g(\cos\alpha\mu_1 - \sin\alpha) \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha \cdot 2 \cdot g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)} = \frac{h(\cos\alpha\mu_1 - \sin\alpha)}{(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)} = \frac{2 \cdot (\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0{,}81 - \frac{1}{2})}{(\frac{1}{2} - 0{,}11 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})} =$

$= \frac{2(0{,}81 \cdot \sqrt{3} - 1)}{(1 - 0{,}11 \cdot \sqrt{3})} \approx 1$

$H_0 = h_1 + h_2 = 3$ м

Ответ: 2сек, 3м

21206183 (U172315 M1279217)

Чистовик

№1

1) Запишем выражение для дальности:

$S = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_o$. (1)

Выразим время подъёма:

$t_п = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$

Точки старта и окончания в одной горизонтальной плоскости, следовательно:

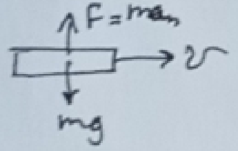
$t_o = 2t_п$.

Подставим в (1):

$S = \frac{v_0 \cos\alpha \cdot 2v_0 \sin\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$. Откуда:

$v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{17 \cdot 10}{\sin 170^\circ}} \approx 14$ м/с

2) В высшей точке самолет обладает только нормальным ускорением, причем ~~от~~ $a_n = g \Rightarrow F$ - полностью вертикальна. $F = ma_n = mg = 10$ Н

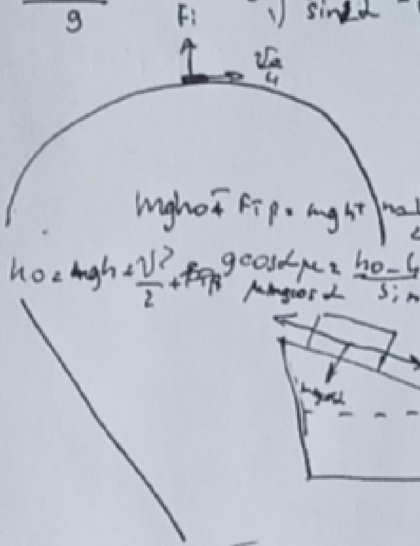


Ответ: 14 м/с; 10 Н

1) $v_0 \cos\alpha t = S$ $\quad S = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$ $\quad v_0 t \sin\alpha - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{v_0 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0 \sin^2\alpha}{2g} = 15м$ Черновик

$v_0 \sin\alpha = g\frac{t}{2}$

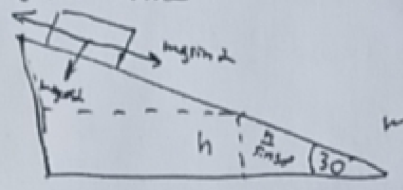
$t = 2\frac{v_0 \sin\alpha}{g}$ $\quad v_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 17 \cdot 2}{\sqrt{3}}} \approx \sqrt{\frac{340}{0,866}} = \sqrt{392,6} = 19 м/с$



$R = \frac{v_0^2}{g} = \left(\frac{v_0}{4}\right)^4 \cdot \frac{1}{g} = \frac{v_0^2}{16 g} = \frac{400}{16 \cdot 10} \cdot \frac{10}{4} \cdot \frac{5}{2} = 2,5 м$

$mgh_0 + F_{тр} = mgh + \frac{mv^2}{2}$ $\quad F = ma = m\frac{v^2}{R} = 1 \cdot \frac{25}{2,5} = 10 Н$

$h_0 = mgh + \frac{v^2}{2} + F_{тр}$ $\quad g\cos\alpha\mu_2 = \frac{h_0 - h}{\sin\alpha}$ $\quad \frac{h}{\sin}$



Ускорение на нижней части

$ma = |mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\mu_2| = mg(\cos\alpha\mu_2 - \sin\alpha)$

$a = g(\cos\alpha\mu_2 - \sin\alpha)$

$\frac{h}{\sin 30^\circ} = \frac{v^2}{2a}$

$= \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot \cancel{\cos}(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,81 - \frac{1}{2})}{\frac{1}{2}}} = \cancel{\sqrt{40(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,81 - \frac{1}{2})}} \approx 2,84$

$v = \sqrt{\frac{h \cdot 2a}{\sin 30^\circ}} = \sqrt{\frac{h 2g \cdot (\cos\alpha\mu_2 - \sin\alpha)}{\sin 30^\circ}} = \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot g(\cos\alpha\mu_2 - \sin\alpha)}{\sin 30^\circ}} = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,81 - \frac{1}{2})} = 4$

$at = v$

$t = \frac{v}{a} = \frac{\sqrt{h \cdot 2a}}{\sqrt{\sin 30^\circ} \cdot a} = \sqrt{\frac{2h}{\sin 30^\circ \cdot a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 2}{(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,81 - \frac{1}{2})}} \approx 6,3$ сек

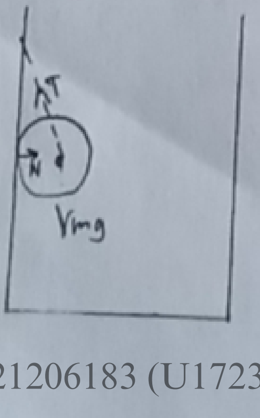
$\frac{at^2}{2} = \frac{h}{\sin 30^\circ}$ Ускорение на верхней части: $a_2 = g(\sin\alpha - \cos\alpha\mu_1)$

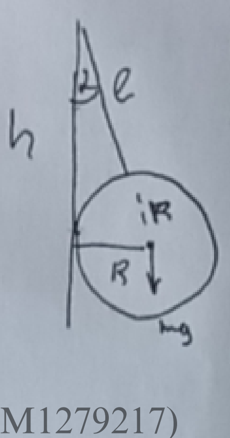
$\frac{a t^2}{2} = v$

$t_2 = \frac{v}{a_2} = \sqrt{\frac{h 2 \cdot (\cos\alpha\mu_2 - \sin\alpha) g}{\sin 30^\circ \cdot (\sin\alpha - \cos\alpha\mu_2) g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 2(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,81 - \frac{1}{2})}{(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,11)}} = \sqrt{\frac{8(\frac{\sqrt{3} \cdot 0,81 - 1}{2})}{\frac{(1 - \sqrt{3} \cdot 0,11)}{2}}} = \sqrt{\frac{3,1236892330463}{0,80947441167}}$

$= 2$ сек

$\frac{h_{верх}}{\sin 30^\circ} = \frac{a_2 t^2}{2}$ $\quad h_{вер} = \frac{a_2 t^2 \sin 30^\circ}{2} = \frac{(\sin 30^\circ - \cos 30^\circ \cdot 0,11) \cdot \cancel{4} \cdot \frac{1}{2}}{\cancel{4}} = 4,05 м$





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

$(l+R^2) - R^2 = h^2 = l^2 + R^2 + 2lR - R^2 = l^2 + 2lR = h^2$

$h = \sqrt{l^2 + 2lR}$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{l^2 + 2lR}}{l+R}$

$T \cdot \cos\alpha = mg$

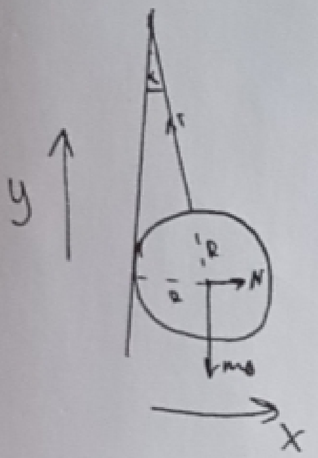
$T \cdot \sin\alpha = N$

$N = mg \cdot tg\alpha = mg \cdot \frac{R}{\sqrt{l^2 + 2lR}} = \frac{8 \cdot 0,05}{\sqrt{0,0225 + 0,03}} = \frac{0,4}{0,19} \approx 2$

21206183 (U172315 M1279217)

Чистовик

№3



1) $\sin\alpha = \frac{R}{R+l}$; $\cos\alpha = \frac{\sqrt{(R+l)^2 - R^2}}{R+l} = \frac{\sqrt{l^2+2lR}}{R+l}$

Проекции на ось x:

$N - T\cdot\sin\alpha = 0$ (1)

Проекции на ось y:

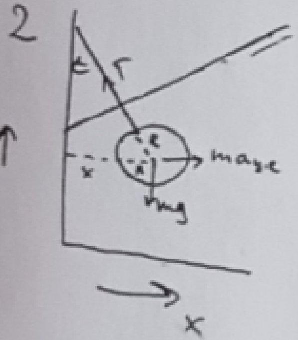
$T\cdot\cos\alpha = mg$ (2)

(1):(2)

$N = mg\cdot tg\alpha = mg\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{mg\, R}{\sqrt{l^2+2lR}} = \frac{8\cdot 0{,}05}{\sqrt{0{,}0225+2\cdot 0{,}15\cdot 0{,}05}} = \frac{0{,}4}{\sqrt{0{,}0375}} \Rightarrow$

≈ 2 Н

2



т.к. стакан вращается с постоянной угловой скоростью введём силу инерции $F_i = ma_{цс} = m\cdot\omega^2(R+x) = m\omega^2\sin\alpha(l+R)$

2) По оси x

(1) $T\sin\alpha + F_{ar} = ma_{ц.с}$, где F_{ar} – горизонтальная составляющая общей силы Архимеда

По оси y:

$T\cdot\cos\alpha + F_{aв} = mg$ где $F_{aв}$ – вертикальная составляющая общей силы Архимеда

$T = \frac{mg - F_{aв}}{\cos\alpha}$ подставим в (1)

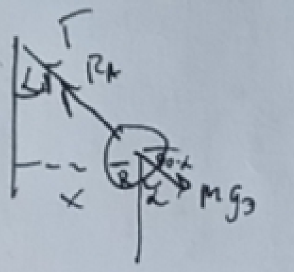
$\frac{(mg - F_{aв})}{\cos\alpha}\cdot\sin\alpha + \frac{4}{3}\pi R^3\rho_{воды}\cdot\omega^2\sin\alpha(l+R) = m\omega^2\sin\alpha(l+R)$

$\frac{(mg - \frac{4}{3}\pi R^3\rho_{воды}\, g)}{\cos\alpha} = \omega^2(l+R)(m - \frac{4}{3}\pi R^3\rho_{воды})$

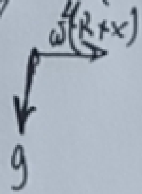
$\cos\alpha = \frac{g}{\omega^2\cdot(l+R)} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$

Ответ: 2 Н ; 60°.

Черновик



$a_{цс} = \omega^2(R+x)$



$R + x = (\ell + R)\cdot\sin\alpha$

$m a_{цс} = F_{Ar} + T\cdot\sin\alpha$

$mg = T\cdot\cos\alpha + F_{Aв}$

$\frac{mg - F_{Aв}}{\cos\alpha} = T$

$m a_{цс} = F_{Ar} + (mg - F_{Aв})\,tg\,\alpha$

$\frac{m a_{ц.с} - F_{Ar}}{mg - F_{A.в}} = tg\,\alpha$

$m\omega^2(R+x)$

$\frac{m\cdot\omega^2(\ell+R)\cdot\cancel{\sin\alpha} - \frac{4}{3}\pi R^3\cdot\rho_в\cdot\omega^2\cdot(\ell+R)\cancel{\sin\alpha}}{mg - \frac{4}{3}\pi R^3\cdot\rho g} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$\cos\alpha = \frac{g(m - \frac{4}{3}\pi R^3\rho)}{(\ell+R)\omega^2(m - \frac{4}{3}\pi R^3\rho_в)} = \frac{g}{(\ell+R)\omega^2} = \frac{10}{100\cdot(0{,}15+0{,}05)} =$

$= \frac{1}{10\cdot 0{,}2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$

0,8

$\frac{mv^2}{2} + mgh - mg\mu\cos\alpha\cdot\frac{h}{\sin\alpha} = 0$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{g\mu\cos\alpha\, h}{\sin\alpha} - mgh = \frac{gh(\cos\alpha\mu - \sin\alpha)}{\sin\alpha}$

$mgh_0 - mg\cos\alpha\mu\cdot\frac{(h_0 - h)}{\sin\alpha} = mgh + \frac{mv^2}{2}$

$\sin\alpha\, gh_0 - g\cos\alpha\mu h_0 + g\cos\alpha\mu h = gh\sin\alpha + \frac{v^2\cdot\sin\alpha}{2}$

$gh_0(\sin\alpha - g\cos\alpha\mu g) = \frac{2gh\sin\alpha - 2g\cos\alpha\mu h + v^2\sin\alpha}{2}$

$gh_0(\sin\alpha - g\cos\alpha\mu = \frac{2gh(\sin\alpha - \cos\alpha\mu)}{2} + \frac{v^2\sin\alpha}{2}$

$h_0 = h + \frac{v^2\sin\alpha}{2g(\sin\alpha - g\cos\alpha\mu)} = \frac{2h|a_x|\cdot\sin\alpha}{\sin\alpha}$

Часть 2

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

Шифр: **21206183**

ID профиля: **172315**

Вариант 3

Чистовик

№4

1) Для доведения воды до кипения необходимо:

$Q_1 = m \cdot c \cdot (\cancel{100}\, t_{кип} - t_0) = \frac{5{,}5}{1000} \cdot 4180 \cdot 100 = 2299$ Дж

2) Для полного испарения воды необходимо:

$Q' = m \cdot r = \frac{5{,}5}{1000} \cdot 2{,}26 \cdot 10^6 = 12430$ Дж

~~Остаточное~~ Оставшееся тепло будет нагревать пар:

$Q_3 = Q_2 - Q' = 17430 - 12430 = 5000$ Дж

$Q_3 = m \cdot c_p \cdot \Delta t$ т.к. давление постоянно и равно атмосферному ($1 \cdot 10^5$ Па)

$\Delta t = \frac{Q_3}{m \cdot c_p} \approx 413$ К.

Запишем уравнения Менделеева-Клайперона для момента когда пар при 100°С и когда ~~тр~~ всё тепло Q_2 израсходовано.

$$- \begin{array}{l} H_1 S \cdot P_0 = \frac{m}{\mu} R T_1 \\ H_2 S P_0 = \frac{m}{\mu} R T_2 \end{array}$$

где H_1 и H_2 - высоты в начале и в конце, T_1 и T_2 - температуры в начале и в конце

$$H S P_0 = \frac{m}{\mu} R \Delta t$$

$$H = \frac{m R \Delta T}{\mu S P_0} = \frac{5{,}5}{18} \cdot \frac{8{,}31 \cdot 413}{0{,}05 \cdot 100000} = 0{,}21 \text{ м} = 21 \text{ см}$$

Ответ: 2299 Дж; 21 см.

21206183 (U172315 M1279218)

Чистовик.

Найдём ток I:

$$3Ir + 3Ir = V$$

$$6I \cdot \frac{R}{8} = V$$

$$I = \frac{V \cdot 8}{6R} = \frac{1}{3}\,A$$

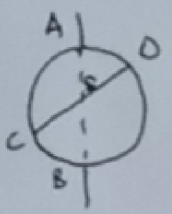
Общий ток в цепи $4I = \frac{4}{3}$ A. Тогда общая мощность:

$$P = 4I \cdot U = \frac{4}{3} \cdot 6 = 8\ \text{Вт}$$

Ответ: 10,8 Вт; 3; 8 Вт.

Чистовик

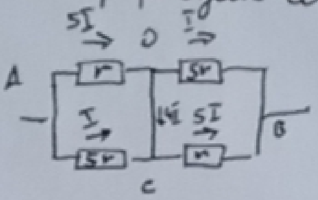
№5



1) Сопротивление AO равно сопротивлению CB равно $r = \frac{R\cdot 30}{360} = \frac{R}{12}$

Сопротивление AC равно сопротивлению OB равно $r' = \frac{R\cdot 150}{360} = \frac{5R}{12} = 5r$

Перерисуем схему:



Расставим токи. Найдём ток I

$5Ir + 5Ir = U$

$\frac{10R}{12}\cdot I = U$

$I = \frac{12U}{10R} = \frac{12\cdot 6}{10\cdot 24} = 0{,}3$ A

~~Мощность на AO равна мощности на CB равна $P = (5I)^2\cdot r = 25\cdot 0{,}09\cdot\frac{24}{12} = 4{,}5$ Вт~~

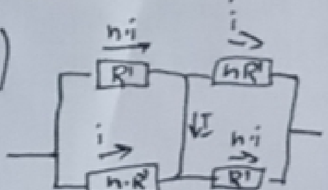
~~Мощность на AC равна мощности на OB равна $P' = I^2\cdot 5r = 0{,}09\cdot 5\cdot\frac{24}{12} = 0{,}9$ Вт~~

~~$P_o = 2P + 2P' = 10{,}8$ Вт~~

Общий ток в цепи $6I = 1{,}8$A. Т.к. сопротивление перемычки пренебрежимо мало, мощность в цепи и будет мощностью на кольце.

$P = 6I\cdot U = 10{,}8$ Вт

2)



Изобразим схему и расставим токи. Из расстановки:

$I = i(n-1)$ (1)

Сумма всех сопротивлений $2R'(n+1) = R$

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

Напряжение в цепи:

$2niR' = U$ подставим R'

$\frac{2n\cdot i\cdot R}{2(n+1)} = U$

$i = \frac{U(n+1)}{nR}$ подставим в (1)

$I = \frac{U(n+1)(n-1)}{n}$

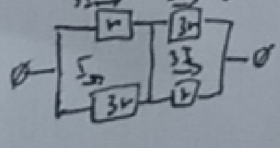
$InR = Un^2 - U$

$Un^2 - InR - U = 0$

$D = R^2I^2 + 4U^2$

$n = \frac{IR + \sqrt{R^2I^2 + 4U^2}}{2U} = \frac{16+20}{2\cdot 6} = 3$

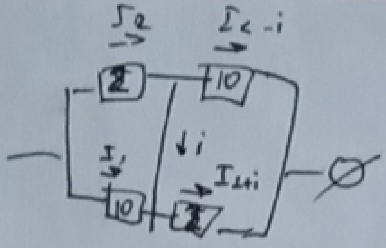
3) Схема в данном случае:



Расставим токи. Суммарное сопротивление: $8r = R$

$r = \frac{R}{8}$

Чернови



$2I_2 = 10I_1$

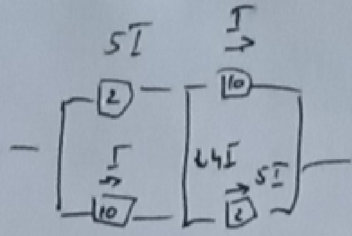
$I_2 = 5I_1$

$10I_2 - 10i = 2I_1 + 2i$

$50I_1 - 2I_1 = 12i$

$48I_1 = 12i$

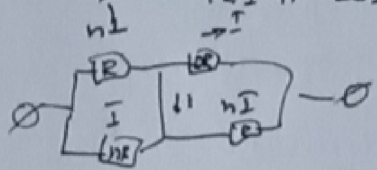
$i = 4I_1$



$10I + 10I = U$

$I = \frac{U}{20} = 0{,}3A$

$P = I^2R = 25I^2$



$IR = I \times nR$

$I = nI_x$

$i = (n-1)I$

$nI = I + i$

$i = (n-1)I$

$R = \frac{P_0}{2(n+1)}$

$\cancel{2nR}\ 2R + 2nR = 2R(n+1) = 20\,Ом$

$\cancel{InR+I}\ 2InR = U$

$\frac{I \cdot n \cdot R_0 \cdot 2}{2(n+1)} = U$

$I = \frac{(n+1)U}{nR_0}$

$i = \frac{(n-1)(n+1)}{nR_0}U$

$\frac{n \cdot i R_0}{U} = n^2 - 1$

$n^2 - \frac{n \cdot i R_0}{U} - 1 = 0$

$n^2 - \frac{\cancel{2} \cdot 24}{3\cancel{9} \cdot \cancel{2}} n - 1 = 0$

$3n^2 - 8n - 3 = 0$

$D = 64 + 36 = 100$

$n = \frac{+8+10}{6} = 3$

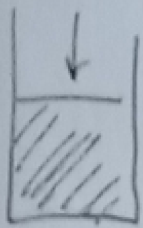
$n =$

$\frac{576 \cdot 4}{9} + 4 \cdot 36$

$\frac{2304 + 1296}{9}$

21206183 (U172315 M1279218)

Черновик



$mc\Delta t = Q_1 = 1255$ Дж

$r \cdot m = 12100$ – на испарение всей воды

$\Delta Q = 5530$ – лишнее тепло

$C_p \cdot m_п \cdot \Delta t = \Delta Q$

$\Delta t = 440$ K

16+2=18

$H_1 S p_0 = \nu R T_1$

$H_2 S p_0 = \nu R T_2$

$R = 8,31$

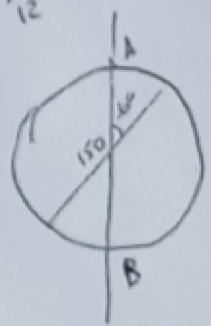
$(H_2 - H_1) p_0 S = \nu R \Delta T$

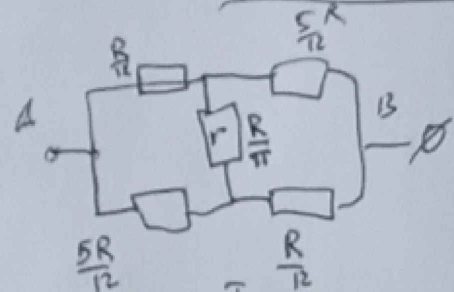
$$\Delta H = \frac{m}{\mu}\frac{R\Delta T}{p_0 S} = \frac{5,5 \cdot 8,31 \cdot 440}{1000 \cdot 18 \cdot 100000 \cdot 0,05} = \frac{20110,2}{90000} =$$

$= 0,223$ м $= 22,3$ см

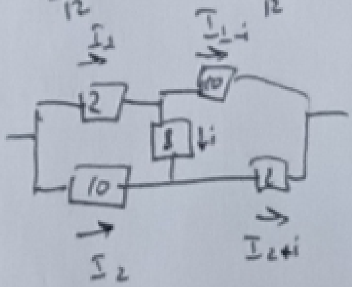
$\frac{30}{360} = \frac{1}{12}$ 2π $\frac{R}{2\pi}\cdot\frac{\pi}{6} = \frac{R}{12}$

$\frac{15}{36} = \frac{5}{12}$





$\frac{R}{\pi}$



$2I_1 + 8i = 10 I_2$

$$\begin{cases} 2I_1 + 10 I_1 - 10i = U \\ 10 I_2 + 2I_2 + 2i = U \quad | \cdot 5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 12 I_1 - 10i = U \\ 60 I_2 + 10i = 5U \end{cases}$$

$12 I_1 = 6U - 60 I_2$

$I_1 = \frac{U}{2} - 5 I_2$

$$\begin{cases} 2I_1 + 8i + 2I_2 + 2i = U \\ 10 I_2 - 8i + 10 I_1 - 10i = 2U \end{cases}$$

$12 I_1 + 12 I_2 - 8i = 2U$

$6U - 60 I_2 + 12 I_2 - 8i = 2U$

$4U - 48 I_2 = 8i$

$2I_1 + 8i + 2I_2 + 2i = U$

$12 I_2 + 2i = U$

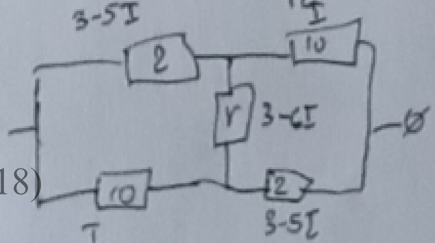
$i = \frac{U}{2} - 6 I_2$

$10 I_1 - \cancel{\frac{U}{2}}\ 10i = 8i + 2I_2 + 2i$

$10 I_1 = 2 I_2 + 20i = 2I_2 + 10U - 120 I_2 = 10U - 118 I_2$

$I_1 = U - \frac{118}{10} I_2$

$6 - 10I +$



$\frac{U}{2}$