

Часть 1

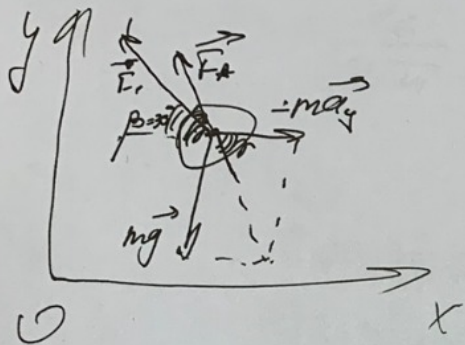
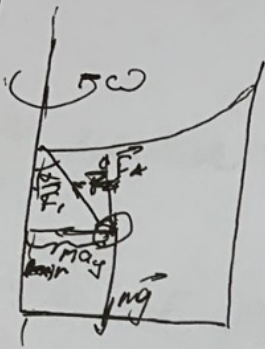
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205392**

ID профиля: **803212**

Вариант 4

2)



Перемещен в горизонтальную плоскость с.о. отклонения. Звезд обозначено

$$\vec{F}_{in} = -m\vec{a}_y$$

$$\vec{F}_A = -V\vec{e}_y(\vec{g} - \vec{a}_y)$$

$$\vec{0} = \vec{F}_{in} + m\vec{g} + \vec{F}_f + \vec{F}_H$$

$$v = (l+R)\sin\alpha = (l+R)\cos\beta$$

$$a_y = \omega^2 r$$

$$x: F_f \cos\beta + F_A \cos\alpha = m\omega^2 r$$

$$y: mg = F_f \sin\beta + F_A \sin\alpha$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{g}{a_y} = \frac{g}{\omega^2 r}$$

$$\begin{cases} F_A \cos\alpha = m\omega^2 r - F_f \cos\beta \\ F_A \sin\alpha = mg - F_f \sin\beta \end{cases} \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{g}{\omega^2 r} = \frac{mg - F_f \sin\beta}{m\omega^2 r - F_f \cos\beta}$$

$$mg \cos\alpha - F_f g \cos\beta = mg \cos\alpha - F_f \omega^2 r \sin\beta$$

$$\omega^2 r = g \text{ctg } \beta$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot (l+R) \cos\beta = g \cdot \frac{\cos\beta}{\sin\beta}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{(l+R) \cos\alpha}{g}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(l+R) \cos\alpha}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{16 \cdot \frac{1}{2}}{10}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 3,14}{\sqrt{5}} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{5}}{5} = 5,62 \text{ c}$$

Ответ: 1) $F = 60 \text{ Н}$; $T = 5,62 \text{ c}$.

~~$F \cos \beta = m \omega^2 r = m g \cos \beta = F \sin \beta \omega^2 r$~~

replace back ⑥

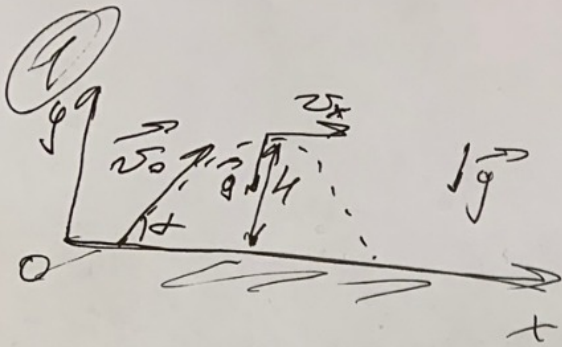
$$c \tan \theta = \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{F \cos \beta + m \omega^2 r}{m g - F \sin \beta}$$

~~$m g \cos \beta - F \sin \beta \omega^2 r = F \cos \beta + m g \omega^2 r$~~

~~$\omega^2 r = -g \tan \beta$~~

~~2.5~~

2, 512



Решение ①

$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \rightarrow$ по формуле равноускоренного движения:

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad \text{— максимальная высота}$$

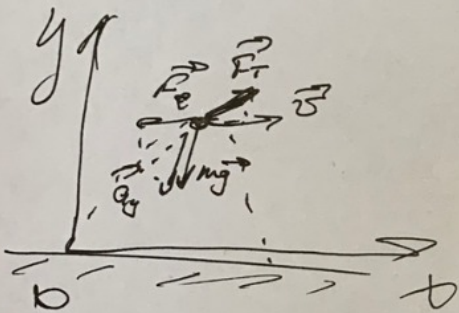
Воспользуемся формулой \rightarrow

$$v_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin \alpha}$$

$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10 \cdot \sqrt{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Максимальная скорость v_0 равна $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

②

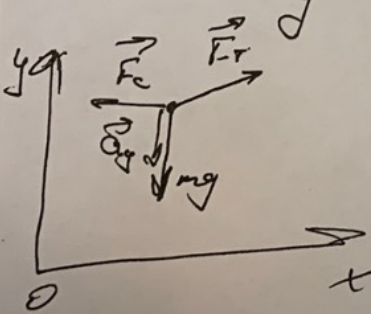


В верхнем положении материальная точка движется "относительно поверхности" радиуса R .

Т.к. ~~в~~ траектория для тела и центрality окружности и т.д. не $2R$ в

верхнем положении материальная точка R для нее тоже будет окружностью.

$$R_{cp} = \frac{v_x^2}{g} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = \frac{100 \cdot \frac{1}{2}}{10} = 20 \text{ м}$$



В верхнем положении материальная точка движется "относительно поверхности" радиуса R

$m \vec{a}_y = m g_y + \vec{F}_c + \vec{F}_T$ — направление вниз и центрality окружности: ~~$F_c = F_T$~~ по усл. $m a_y = \frac{mg}{2} \Rightarrow$

$$a_y = \frac{g}{2} \Rightarrow v = \sqrt{a_y R_{cp}} = \sqrt{\frac{g R_{cp}}{2}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

устойчиве (2)

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{\frac{49}{25}} = \frac{7}{5} = 0.18$$

$$y: m \vec{a}_y = m \vec{g} + \vec{F}_{sp} + \vec{N}$$

$$y: N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{sp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$x: m a_{yx} = mg \sin \alpha - F_{sp}$$

$$= mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_{yx} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10$$

$$\times \left(\frac{7}{5} \cdot 0.18 - 0.5 \cdot 0.96 \right) 10 = 0$$

$$m \vec{a}_x = m \vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{sp}$$

$$x: m a_{xx} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$a_{xx} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \left(\frac{7}{5} \cdot 0.18 - 0.5 \cdot 0.96 \right) = 0$$

v_{max} достиг на границе разгара движения, т.е. на 2-ой границе он прекращается на первом повороте. \Rightarrow

из кинематики (предполагая движение в положительном направлении Ox): $l = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{1.4 \cdot 25}{7} = 5 \text{ м}$.

$$v_{max} = \sqrt{2 a_x l} = \sqrt{\frac{2 a_x h}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2 g (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) h}{\sin \alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 10 (0.5 \cdot 0.96 - 0.18) \cdot 1.4}{0.18}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0.5 \cdot 0.96 \cdot 1.4 - 2 \cdot 10 \cdot 0.18 \cdot 1.4}{0.18}} =$$

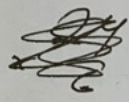
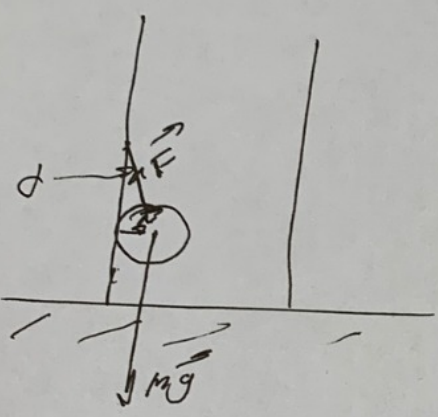
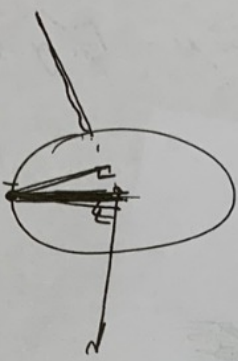
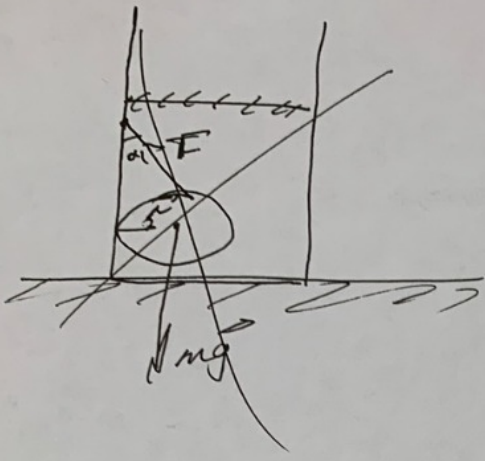
$$= 2\sqrt{5} \approx 4.47 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

the border of motion: $l_2 = \frac{v_{max}^2}{2 a_{xx}} = \frac{20}{2 \cdot 0} =$

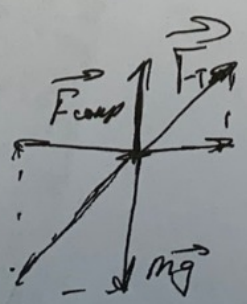
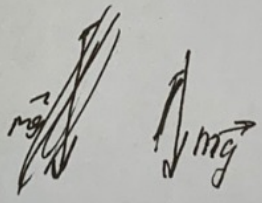
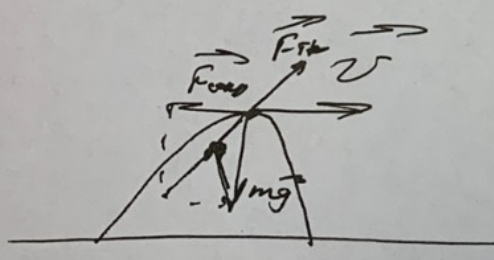
$$= \frac{2 g (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) h}{2 \cdot g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = h \cdot \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \sin \alpha} = \frac{1.4 \cdot 0.96 - 0.18}{(0.18 - 0.5 \cdot 0.96) \cdot 0.18} =$$

3

репроберт



$$24 \cdot 8 = 2^3 \cdot 2^3 \cdot 3 =$$



репетитор

$$\sqrt{\frac{4 \cdot 0}{0,25}} = 2 \sqrt{\frac{25}{7}} = \frac{10}{\sqrt{7}}$$

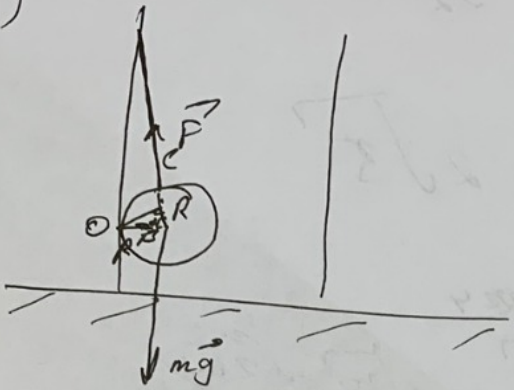
$$2 \sqrt{\frac{1,4}{0,25}} = 2 \sqrt{\frac{0,14}{0,25} \cdot 10} = 2 \sqrt{5}$$

$$0,28 - 0,06 \cdot 0,96 = 0,224$$

$$\sqrt{\frac{4 \cdot 1,4}{0,28}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,014}{0,28}} = \sqrt{20} = \sqrt{255}$$

~ 3

1)



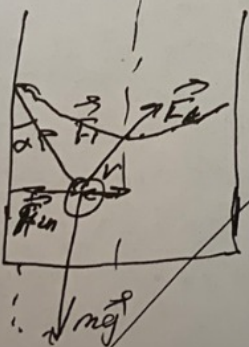
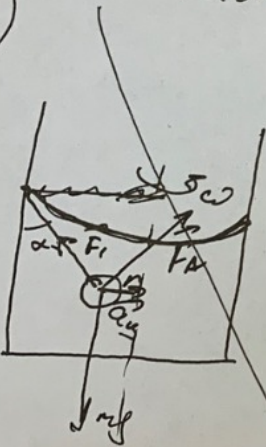
$$\cos \alpha = \frac{R}{l+R} \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \\ &= \sqrt{1 - \frac{R^2}{(l+R)^2}} = \frac{\sqrt{l(l+2R)}}{(l+R)} = \\ &= \frac{\sqrt{l(l+2R)}}{l+R} \end{aligned}$$

По правилу моментов относительно т.О (касание сферы с землей):

$$\begin{aligned} \Sigma M = 0 &= -mgR + F \cdot R \sin \alpha \Rightarrow F = \frac{mg}{\sin \alpha} = \frac{52 \cdot 16}{\frac{\sqrt{8 \cdot 24}}{8\sqrt{3}}} = \\ &= mg \cdot \frac{l+R}{\sqrt{l(l+2R)}} = 52 \cdot \frac{16}{\sqrt{8 \cdot 24}} = 52 \cdot \frac{16\sqrt{3}}{8\sqrt{3}} = \frac{104}{\sqrt{3}} \approx 60 \text{ Н} \end{aligned}$$

2)



Переходим в неинерциальную С.О. центр тяжести здесь возникает сила инерции $F_{in} = -m\vec{a}_g$.

$$\vec{0} = m\vec{g} + \vec{F}_i + \vec{F}_A + \vec{F}_{in} \text{ — сумма кинем. } \vec{v}(\vec{g} + \vec{a}_g)$$

$$\begin{aligned} \text{tg } \sigma &= \frac{g}{\omega^2 r} = \frac{g}{\omega^2 r} \\ x: F_A \cos \sigma &= F_i \cos \beta + m\omega^2 r \\ y: mg &= F_i \sin \beta + F_A \sin \sigma \end{aligned}$$

$$\begin{cases} F_A \cos \sigma = F_i \cos \beta + m\omega^2 r \\ F_A \sin \sigma = mg - F_i \sin \beta \end{cases} \Rightarrow$$

$$\text{tg } \sigma = \frac{g}{\omega^2 r} = \frac{mg - F_i \sin \beta}{F_i \cos \beta + m\omega^2 r}$$

jawab ③

$$S = h + l = \frac{h}{\sin \alpha} + h \cdot \frac{\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha}{(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \sin \alpha} = \frac{h}{\sin \alpha} \left(1 + \frac{\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha} \right) =$$

~~$$= \frac{h}{\sin \alpha} \left(\frac{\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha + \mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha} \right) =$$~~

Diberi: ① $v_{max} = 447 \frac{m}{s}$, $S = 6,26 m$.

$$= \frac{h}{\sin \alpha} \frac{\cos \alpha (\mu_1 - \mu_2)}{\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha} \approx 9,5 m$$

Diberi: ② ① $v_{max} = 447 \frac{m}{s}$, $S = 9,5 m$.

Часть 2

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

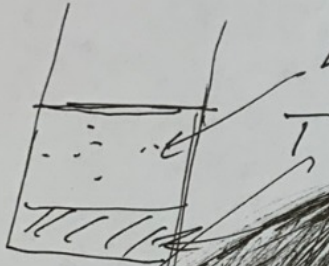
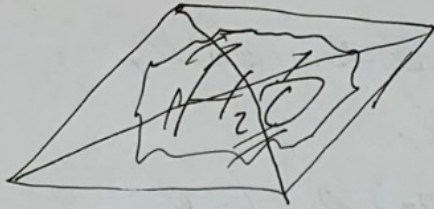
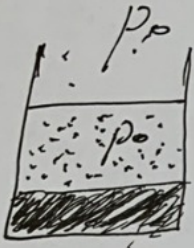
Шифр: **21205392**

ID профиля: **803212**

Вариант 4

24

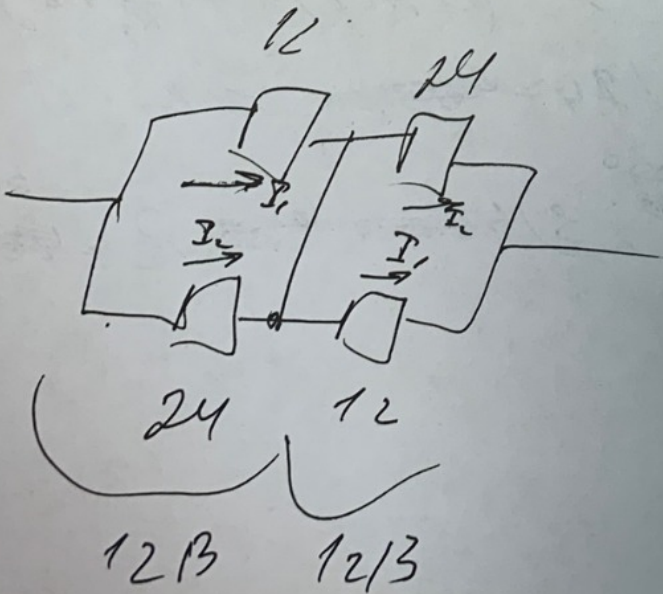
температура (9)



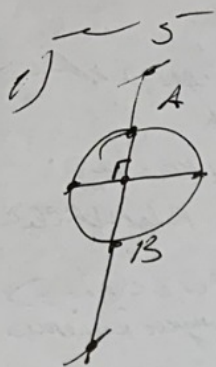
намагниченный шар



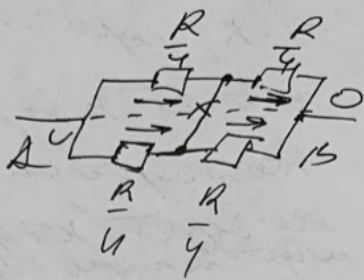
$$T [K] = t [^{\circ}C] + 273,15$$



$$U_{12} + U_{24}$$

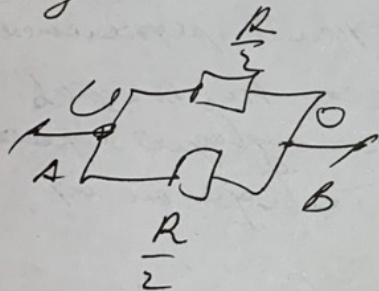


↔



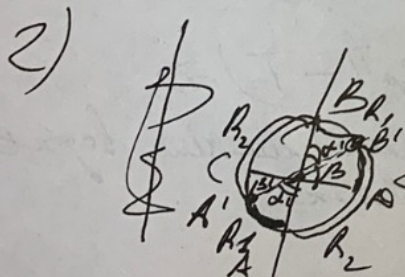
Т.к. $\mu\text{м}\alpha = 90^\circ$
перпендикулярна на АВ
следствие равносильно
все 4 резистора одинаковы

и R_1, R_2, R_3, R_4 это резисторы будут одинаково соединены
 $\frac{R}{4}$. У нас соединены резисторы от А-до В \Rightarrow резисторы
перпендикулярны так же соединены. Конкретно соединены
у нас:

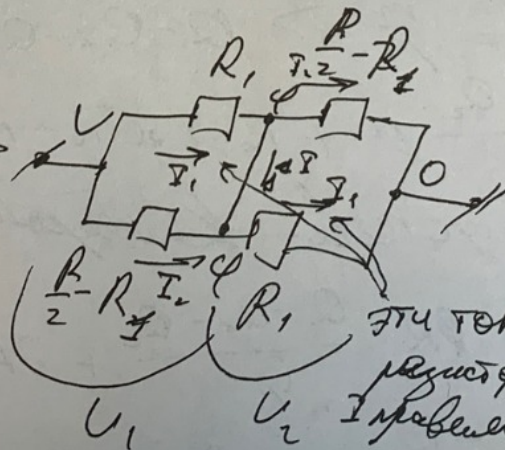


~~$R_{AB} = \frac{R}{4}$~~ $R_{AB} = \frac{R}{4} \Rightarrow$

$$P = \frac{U^2}{R_{AB}} = \frac{4U^2}{R} = \frac{4 \cdot 24^2}{R} = 32 \text{ Вт}$$



↔



Соединены резисторы:
 $\frac{R}{2} R_1 + R_2 = \frac{R}{2}$

~~Вывод не требуется~~

Эти точки равны, т.к. за нулевой
резистором, на котором не течет
и падение напряжения

~~$CA = CB \Rightarrow R_1 = R_2$~~
 ~~$AA' = BB' \Rightarrow R_{AB} = R_{AB}$~~

$$U_2 = U_1 = I_1 R_1 = I_2 R_2 = \frac{U}{2} \Rightarrow I_1 = \frac{U}{2R_1}$$

$$I_1 - I_2 = \Delta I \Rightarrow I_2 = I_1 - \Delta I$$

$$I_1 R_1 = I_1 R - \Delta I R$$

$$= -I_1 R_1 + \Delta I R_1$$

$$U = \frac{I_1 R - \Delta I R}{2} \quad \text{условие 5}$$

$$2U = I_1 R - \Delta I R + 2\Delta I R_1$$

$$2U + \Delta I R = U \cdot \frac{R}{2R_1} + 2\Delta I R_1 \quad | \cdot R_1$$

$$2\Delta I R_1^2 - (2U + \Delta I R) R_1 + \frac{U \cdot R}{2} = 0$$

Решим кв. ур-е отн-но R_1 ($\Delta I = I$)

$$R_1^2 - (48 + 36)R_1 + \frac{72 \cdot 24}{2} = 0$$

$$R_1^2 - 84R_1 + 864 = 0$$

$$D = 1764 - 864 = 900$$

$$R_1 = \frac{84 \pm 30}{2} \text{ Ом}$$

$$R_1 \neq 72 \text{ Ом} \Rightarrow R_1 = 12 \text{ Ом} \Rightarrow$$

$$\beta = \frac{360^\circ}{R_1 \cdot A_1} = \frac{360^\circ}{12 \cdot 1} = 30^\circ$$

"условие резонанса"
на какой угол в. стороны стороны, т.к. сдвиг фаз равен 30°

3)

$$I_1 = \frac{U}{2R_1}$$

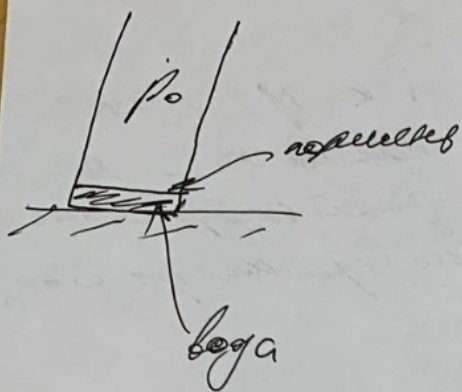
$$I_2 = I_1 - \Delta I = \frac{U - 2\Delta I R_1}{2R_1} \Rightarrow$$

$$P_2 = (I_1 + I_2)U = (I_1 + I_1 - \Delta I)U = (2I_1 - \Delta I)U = \left(\frac{U}{R_1} - \Delta I\right)U =$$

ток раз
наоборот

$$= \left(\frac{24}{12} - 0.5\right)24 = 36 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $P = 32 \text{ Вт}$; 2) $\beta = 30^\circ$; 3) $P_2 = 36 \text{ Вт}$.

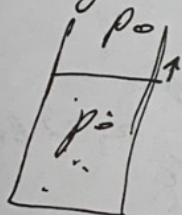


Т.к. керосин вытеснен и не может в бой, то никакого теплообмена между керосином и воздухом не будет (керосин не испарится) \Rightarrow Q_1 пойдет на нагрев воздуха до температуры кипения:

$$Q_1 = mc\Delta T = m_e(t_{кип} - t_0) = 0,01 \cdot 4180 \cdot 80 = 418 \cdot 80 = 3344 \text{ Дж}$$

Далее идет процесс кипения. Предполагаем, что воздух все испарится: $Q_2 = m\mu = 0,01 \cdot 2,26 \cdot 10^6 = 22600 \text{ Дж}$

В итоге газе, испарившись весь воздух, имеет предельно возможную температуру кипения $Q = Q_1 + Q_2 = 25944 \text{ Дж} = 26 \text{ кДж}$. $\angle Q = 3344 \text{ Дж}$.
 Оставшаяся часть $Q - Q_1 - Q_2$ пойдет на нагрев воздуха и сдвиг поршня p_0 постоянно, т.е. воздухом поршень будет расширяться.



$\mu = \frac{m}{m_{кип}}$ - удельная масса воздуха. \Rightarrow
 $V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow Q - Q_1 - Q_2 = \rho c_p (T - T_0) \Rightarrow$

$$T = \frac{Q - Q_1 - Q_2}{\rho c_p} + T_0, \text{ где } T_0 - \text{температура кипения воздуха в кельвинах.}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$p_0 V = \rho R T = \rho R \cdot \frac{Q - Q_1 - Q_2}{\rho c_p} + \rho R T_0 \Rightarrow$$

$$V = \frac{Q - Q_1 - Q_2}{c_p \rho} R + \frac{\rho R T_0}{\rho} = \frac{33000 - 3344 - 22600 \cdot 8,3 + 10 \cdot 8,3 \cdot 375,15}{2200 \cdot 10^5} = 0,0176 \text{ м}^3 = 17,6 \text{ л}$$

Ответ: 1) $Q_1 = 3344 \text{ Дж}$; 2) $V = 17,6 \text{ л}$.