

Часть 1

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

Шифр: **21204908**

ID профиля: **328766**

Вариант 3

репродукт

$$\frac{1}{T} < \gamma_{\text{н}} \quad | < \gamma_{\text{н}} \cdot 91 \quad mg \cdot (1 - \mu_1) - (H-h) \cdot \mu_2 \cdot \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$\frac{1}{T} < \gamma_{\text{н}} \quad 125 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 \cdot \frac{4}{3} \pi$$

4,21

$$125 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 10^{-3} = \mu_1 \cdot mg \cdot \cos \alpha \quad h = 0$$

$$0,8 \cdot 1,5 \cdot 23,56 \cdot 10^3$$

$$0,52$$

0,19

$$\frac{0,28}{100 \cdot 15 \cdot 10^2 \cdot 0,8}$$

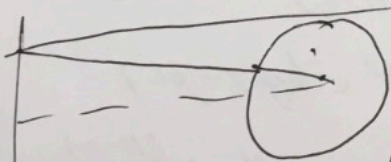
$$\frac{9,7 \cdot \sqrt{3}}{1 - 0,11 \sqrt{3}} \cdot 2$$

$$\cos \alpha = 0,023$$

$$\frac{4}{10} \cdot 1$$

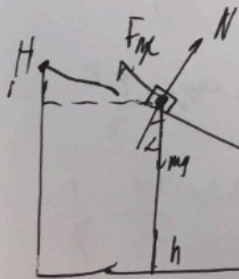
$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 981 - \frac{1}{4}$$

0,81



$$\alpha = 88,67^\circ \quad \alpha =$$

$$F_{\text{тр}} = \mu_i \cdot mg \cdot \cos \alpha$$



$$0,521$$

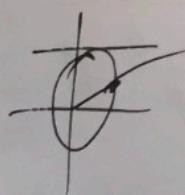
$$\frac{91}{5}$$

$$1,34 \quad 1,73 \quad A \text{ E}$$

$$h \cdot mg - \mu_1 \cdot mg \cdot \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = 0$$

81

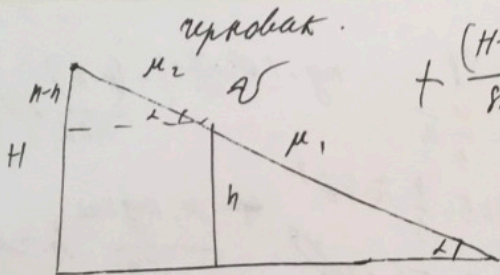
$$8'00 \cdot 91 \cdot 100 \cdot 10^2$$



$$2,46$$

$$0,81$$

$$-8'19 \sqrt{0,23} = \gamma_{\text{н}} \quad h = 2,46$$



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

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

$$H(1 - \mu_2 \cos \alpha) = h(\mu_1 \cos \alpha - \mu_2 \cos \alpha)$$

$$H = h \frac{(\mu_1 - \mu_2) \cos \alpha}{1 - \mu_2 \cos \alpha} \quad 0,578$$

$$1 > \mu_2 \cos \alpha$$

$$1,477 > 0,4 \cdot \sqrt{3} \\ 1,212$$

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

$$g \cos \alpha (\sin \alpha - \mu) \quad \frac{g}{1001}$$

$$\frac{v^2}{2} m = (H-h) mg - \mu_2 \cdot \frac{(H-h)}{\sin \alpha} \cos \alpha \cdot mg$$

$$a_1 = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) \quad \frac{24}{9} \cdot \frac{1}{0,11}$$

~~$$H-h = \frac{v^2}{2g} \sin \alpha$$~~

$$H-h = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) \cdot \frac{t^2}{2}$$

$$\frac{h}{\sin \alpha} = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \cdot \frac{t^2}{2}$$

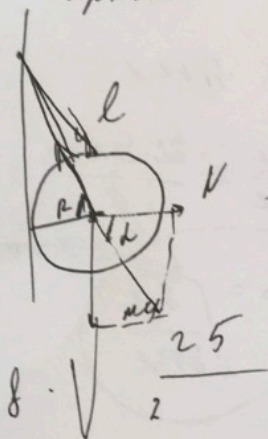
$$\frac{1}{2} \cdot 0,81 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{4} \\ 0,81 \sqrt{3} - 1$$

$$8 \cdot \sqrt{\frac{27}{200}} \quad \frac{1}{4} \cdot 16 \\ \sqrt{8}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g} \cdot \frac{1}{\sin \alpha (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)}} \quad 0,1$$

$$\frac{3}{4} \cdot 10 \quad \frac{30}{4} = \frac{15}{2}$$

уравнение



$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{T} = 0$$

$$\cos^2 \beta + x \cos \beta - 1 = 0$$

$$N^2 + mg^2 = T^2$$

$$l = x^2 + 4$$

$$\cos \beta = \frac{-x + \sqrt{x^2 + 4}}{2}$$

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

$$N = mg \cdot \tan \alpha$$

$$N = \frac{T \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha + 1$$

$$\tan \alpha = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1}$$

$$N = mg \cdot \sin^2 \alpha$$

$$N = mg \cdot \tan \alpha$$

$$N = mg \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1}$$

$$1 - \cos^2 \beta = x \cdot \frac{25}{225 - 25}$$

$$N = mg \sqrt{\frac{l^2}{R^2} - 1}$$

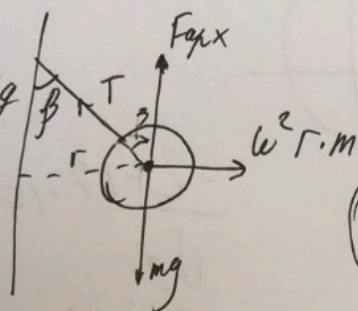


$$\frac{25}{200} = \frac{1}{8} \cdot 2\sqrt{2}$$

$$N = mg \sqrt{\frac{l^2 - R^2}{R^2}}$$

$$m(l = R)$$

$$\frac{\sin^2 \beta}{\cos \beta} = \frac{(mg \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \rho / g)}{\omega^2 l m}$$



$$\sin \beta = \frac{r}{l}$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\frac{25}{200} = \frac{1}{18} \cdot \frac{25}{255 - 25}$$

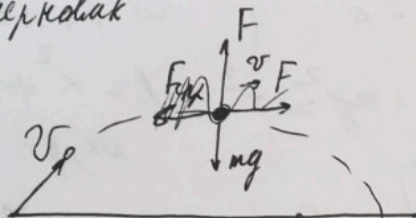
$$r = l \cdot \sin \beta$$

$$\begin{cases} v \rho \cdot g + T \cdot \sin \beta = mg \\ \omega^2 r m = T \cdot \cos \beta \end{cases}$$

$$\tan \beta = \frac{mg - v \rho g}{\omega^2 \cdot l \cdot m \sin \beta}$$

$$\left(\tan \beta = \frac{mg - v \rho g}{\omega^2 r m} \right)$$

вектор
скорости



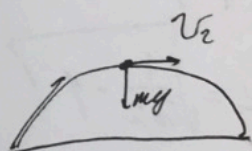
$$s = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin^2 \alpha$$

$$\frac{t}{2} = \frac{v \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot s \cdot g}{\sin^2 \alpha}}$$

$$m \cdot \frac{v^2}{R} = mg$$

$$v = \sqrt{R \cdot g}$$



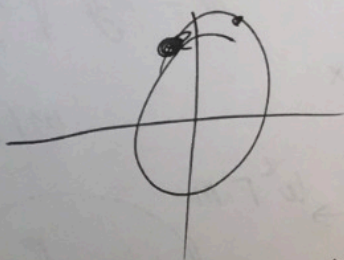
$$g = \frac{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{R}$$

$$\left[R = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \right]$$

$$F_{\text{цк}} = (mg - F) = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$g - \frac{F}{m} = \frac{v^2}{R}$$

$$F = \left(g - \frac{v^2}{R} \right) m$$



$$F = \left(g - g \frac{v^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) m$$

$$F = mg \left(1 - \frac{1}{16 \cdot \cos^2 \alpha} \right)$$

$$\frac{-2 \cdot 17 \cdot 10}{\sqrt{3}}$$

$$\sqrt{3}$$

$$0,866$$

$$196,53$$

$$196,305 = 14,01 \frac{30}{4}$$

$$\frac{170}{\sqrt{3}} \cdot 2$$

$$1,43$$

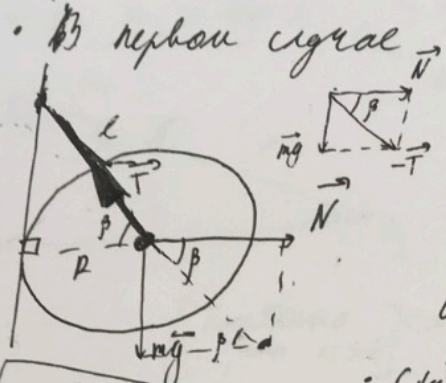
$$10 \left(1 - \frac{1}{16 \cdot \frac{1}{4}} \right) \frac{3 \cdot 10}{4}$$

$$1 - \frac{1}{4}$$

3

- L R = 5 cm
- l = 15 cm
- h m = 0,8 kg
- μ ω = 10 рад/с
- μ g = 10 м/с²
- ρ = 10³ кг/м³
- N = ?
- L = ?

рассмотрим



$\vec{N} + \vec{T} + m\vec{g} = 0$ (здесь параллельно)

• β-угол между с горизонталью как на рисунке.
(N-нормальная сила и всегда)

• когда из равн. составляем
 $\cos \beta = \frac{R}{l} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{l^2 - R^2}{l^2}}$

$N = \text{ctg } \beta \cdot mg$

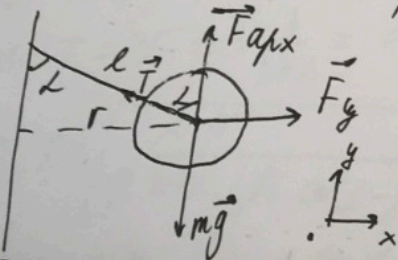
$\text{ctg}^2 \beta + 1 = \frac{1}{\sin^2 \beta}$

$\Rightarrow \text{ctg } \beta = \sqrt{\frac{l^2}{l^2 - R^2} - 1} = \sqrt{\frac{R^2}{l^2 - R^2}}$

$\Rightarrow N = mg \cdot \sqrt{\frac{R^2}{l^2 - R^2}}$ при $l \geq R$

$N \approx 0,8 \cdot 10 \approx 2,83 \text{ Н}$

• Во втором случае шарик вращается во вращающемся шесте с угл. скоростью ω вокруг оси через точку крепления нити. тогда центробежная сила $F_g = \omega^2 \cdot r \cdot m$; r-расстояние от центра шара до оси.



• $F_g + F_{ax} + T + m\vec{g} = 0$ (здесь параллельно л-угол между с вертикалью)

0x: $\omega^2 r m = T \cdot \sin \alpha$

0y: $T \cdot \cos \alpha + F_{ax} = mg$

$\begin{cases} T \cdot \sin \alpha = \omega^2 r m \\ T \cdot \cos \alpha = mg - v \rho g \end{cases}$; $r = l \cdot \sin \alpha$

v-объем шара = $\frac{4}{3} \pi R^3$; ρ-плотность шара.

$\Rightarrow T \cdot \frac{r}{l} = \omega^2 r m \Rightarrow [T = \omega^2 \cdot l \cdot m]$

$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{mg - v \rho g}{\omega^2 l m}$

$\alpha = \arccos \left(\frac{g m - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho}{\omega^2 l m} \right)$

$\alpha \approx 88,6^\circ \approx 89^\circ$; $L \approx 76,7^\circ$

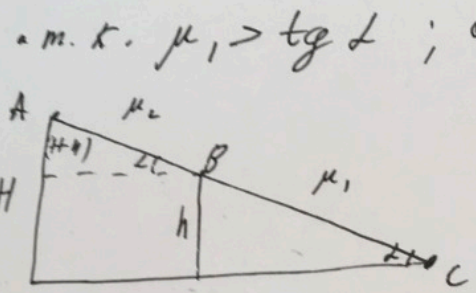
ОТВЕТ: 89° ; $N \approx 2,83 \text{ Н}$

[при $m \geq \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$
 $0,8 > 0,524 \text{ кг}$]

②

$L = 30^\circ$
 $h = 2 \text{ м}$
 $\mu_1 = 0,81$
 $\mu_2 = 0,11$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $T = ?$
 $H = ?$

условия



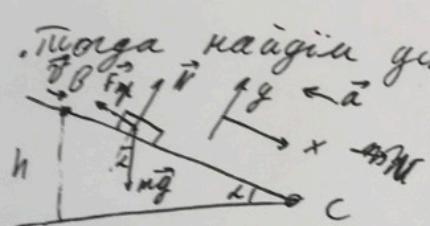
m -масса коробки

м.к. $\mu_1 > \text{tg } \alpha$; $0,81 > 0,577$

на участке BC коробка будет тормозить, м.к. $\mu_2 < \text{tg } \alpha$

$0,11 < 0,577$

на участке AB коробка будет ускоряться (создаётся)



Уравнение движения на участке BC: $\vec{F}_{f_1} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$0x: -ma = mg \cdot \sin \alpha - \mu_1 N$ ($F_{f_1} = \mu_1 N$)
 $0y: N = mg \cdot \cos \alpha$

$\Rightarrow -a = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \Rightarrow [a = g(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)]$
 \Rightarrow м.к. коробка остановилась в точке C

$\frac{h}{\sin \alpha} = |BC| = vT - a \frac{T^2}{2}$; T - время движения коробки в точку B

но м.к. в точке C не остановилась

$a \cdot T = v \Rightarrow \frac{h}{\sin \alpha} = aT^2 - \frac{aT^2}{2} = \frac{aT^2}{2}$

$\Rightarrow T = \sqrt{\frac{2h}{g \cdot \sin \alpha (\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2h}{g} (\sin \alpha \mu_1 \cos \alpha - \sin^2 \alpha)}$

Запишем $\sum M = 0$ относительно точки A

$M_{mg} + M_{F_{f_2}} + M_{F_{f_1}} = 0$ (м.к. скорости в точках A и C = 0)

$\Rightarrow mg \cdot H - \frac{(H-h)}{\sin \alpha} \cdot \mu_2 \cdot mg \cdot \cos \alpha - \frac{h}{\sin \alpha} \mu_1 \cdot mg \cdot \cos \alpha = 0$ ($F_{f_2} = \mu_2 N$)

$H - (H-h) \mu_2 \text{ctg } \alpha - h \mu_1 \text{ctg } \alpha = 0$

$\Rightarrow H(1 - \mu_2 \text{ctg } \alpha) = h(\mu_1 - \mu_2) \text{ctg } \alpha$

$\Rightarrow H = h \frac{(\mu_1 - \mu_2) \text{ctg } \alpha}{1 - \mu_2 \text{ctg } \alpha}$

Тогда $1 > \mu_2 \text{ctg } \alpha$
 $1 > 0,11 \cdot 0,577 = 0,1903$
 Тогда $\mu_1 > \mu_2$; $0,81 > 0,11$

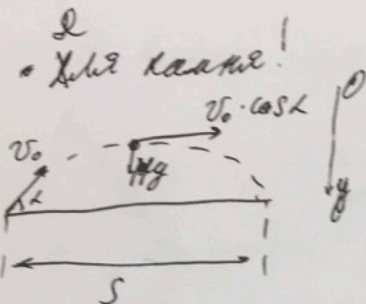
$H \approx 3 \text{ м}$
 ОТВЕТ: $T \approx 2 \text{ с}$
 $H \approx 3 \text{ м}$

участок

①

$L = 60^\circ$
 $S = 14 \text{ м}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $v = v_0/4$

$v_0 = ?$
 $F_{\text{лп}} = ?$

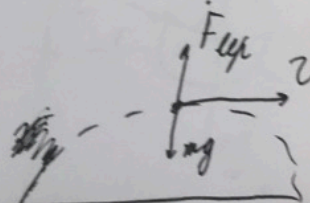


• В верхней точке
 нормальная реакция
 $N = 0$
 t - время полета
 H - масса планеты.
 $\Rightarrow \frac{t}{2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$
 (используя симметрию
 траектории)

пока раз $mg \perp$ поверхности $\Rightarrow v_0 \cos \alpha$ -
 горизонтальная скорость которая на линии
 гравитации $\Rightarrow S = v_0 \cos \alpha \cdot 2 \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \left[\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = S \right]$
 $\Rightarrow \boxed{v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g}{\sin 2\alpha}}} \quad v_0 \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

• Нормальная реакция в верхней
 точке $mg = \frac{m \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha}{R} \Rightarrow \left[R = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \right]$
 ← грав. глуклики на ось Oy

• Иллюстрация!
 раз v - скорость самолета нормальная
 $\Rightarrow \left[\frac{v^2}{R} \cdot m = mg - F_{\text{лп}} \right]$ ← б. глуклики
 на ось Oy



$\Rightarrow F_{\text{лп}} = m \left(-\frac{v^2}{R} + g \right) = m \left(g - \frac{v_0^2}{16 \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha} g \right) = mg \left(1 - \frac{1}{16 \cos^2 \alpha} \right)$

$\Rightarrow \boxed{F_{\text{лп}} = mg \left(1 - \frac{1}{16 \cos^2 \alpha} \right)}$

$F_{\text{лп}} \approx 7,5 \text{ Н}$

ОТВЕТ: $v_0 \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad F_{\text{лп}} \approx 7,5 \text{ Н}$

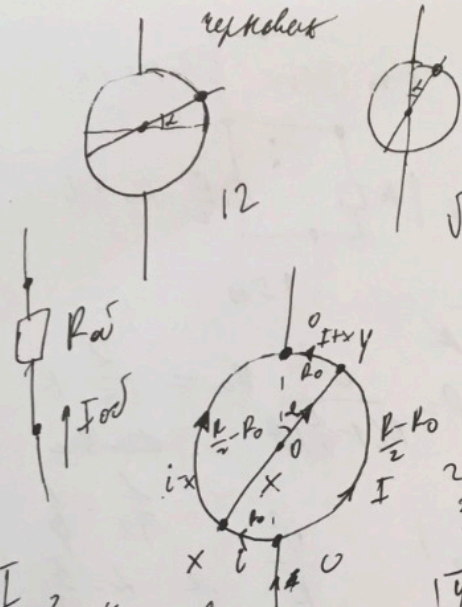
Часть 2

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

Шифр: **21204908**

ID профиля: **328766**

Вариант 3



$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$R_0 = \rho \frac{l}{\pi \frac{l}{2}}$$

$$X = \frac{l}{\pi} \cdot \frac{l}{2}$$

$$P = I \frac{2}{3} 24 \cdot 2.8$$

$$I \left(\frac{R}{2} - R_0 \right) + (I+x) R_0 = 0$$

$$I + i = U \left(\frac{1}{R-2R_0} + \frac{1}{2R_0} \right) (i-x) \left(\frac{R}{2} - R_0 \right) = (I+x) R_0$$

$$\frac{i-x}{I+x} = \frac{I}{i}$$

$$i^2 - xi = I^2 + xI$$

$$(i+I/x + (I+i)/(I-i)) = 0$$

$$I \left(\frac{R}{2} - R_0 \right) + i R_0 = 0$$

$$\frac{I}{i} = \frac{R_0}{\frac{R}{2} - R_0}$$

$$\frac{16}{3}$$

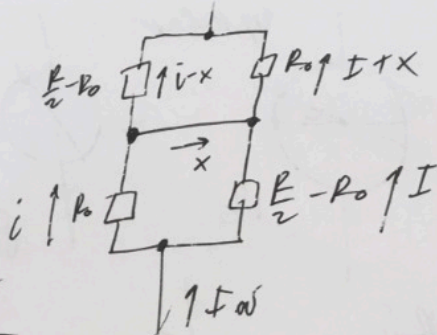
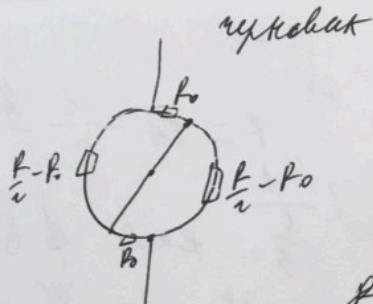
$$2 \cdot i \cdot R_0 = 0$$

$$i = \frac{U}{2R_0}$$

$$x = U \left(\frac{1}{2R_0} - \frac{1}{R-2R_0} \right)$$

$$\frac{3}{16} \cdot \frac{16}{3} = \frac{16}{24}$$

$$x = U \frac{R-2R_0-2R_0}{R-2R_0}$$



$$R_0 = \frac{R}{2} - R_0 \left(R - \frac{1}{2}R \right) \frac{1}{R}$$

$$2R_0 = \frac{R}{2} \quad P = \frac{U^2}{R \left(1 - \frac{1}{2} \right)}$$

$$R_0 = \frac{R}{4} \quad R_0 = \frac{L}{2\pi} R$$

UI

$$P = U \cdot I = U^2 \cdot \left(\frac{R}{R - 2R_0} \right)$$

$$P = U^2 \left(\frac{1}{R - \frac{1}{2}R} \right)$$

$$P = U^2 \left(\frac{1}{\frac{L}{2\pi} \cdot \frac{1}{R \left(1 - \frac{1}{2} \right)}} \right) = U^2 \frac{2\pi}{R \left(1 - \frac{1}{2} \right)}$$

$$x = U \frac{R - 4R_0}{R - 2R_0} = I$$

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

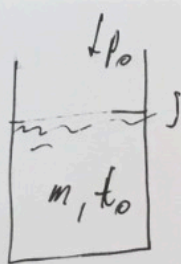
$$1 - \frac{1}{6} \frac{5}{6} \frac{1}{6} U (1 - 2L) = R \left(1 - \frac{1}{2} \right) L I$$

$$L = \frac{R \cdot I \left(1 - \frac{1}{2} \right)}{U}$$

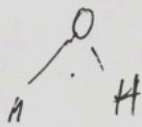
$$\frac{L}{2\pi} = \frac{1}{6}$$

$$L = \frac{U}{R \left(1 - \frac{1}{2} \right) I + 2 \cdot U^2}$$

$$1 - \frac{1}{4} \frac{3}{16}$$



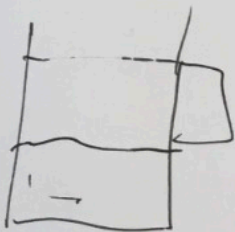
reproduit



$$\frac{i}{2} \cdot \frac{p \cdot \Delta Q}{\mu \cdot c_p} + p \cdot S \cdot H = \Delta Q$$

3+3

$$Q_1 = C_m \Delta T \left[H = \frac{\Delta Q}{S p_0} \left(\frac{i}{2} \frac{p}{\mu c_p} - 1 \right) \right]$$



$$\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{p \cdot \Delta Q}{\mu \cdot c_p} = 2,26 \cdot 10^3 \cdot 5,5 \cdot \frac{2 \times 10^4}{19430} = 12430 \text{ J}$$

$$\Delta Q = 5000 \text{ J}$$

$$p \cdot S \cdot H = A$$

$$A + \Delta U = \Delta Q = 5000$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T$$

ρ_{H_2O}

$$\rho = \frac{m}{\mu}$$

$$\Delta Q = C_p \cdot m \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\Delta Q}{C_p \cdot m}$$

$$\frac{22948}{4180 \cdot 100} = \frac{5000}{\Delta T \cdot 2200}$$

0,37

Ih

$$\sqrt{20 + pI + 40 + pI} = 1$$

373

$$0 = 1 + 1(1 + 0) - 2(20 + pI) + 40 = 0$$

$$2pI - 4I = 0 \Rightarrow I = 0$$

Решение

5) Смещение

$$x = I' = V \frac{R-4r}{(R-2r)2r} \Rightarrow 2Rr \cdot I' - 4r^2 I' = UR - 4Ur$$

$$4I' \cdot r^2 - 2(2U + RI') + UR = 0$$

$$R_{14} = (2U + RI')^2 - 4UR I' = 4U^2 + 4UR I' + R^2 I'^2 - 4UR I'$$

$$\Rightarrow r = \frac{2U + RI' \pm \sqrt{4U^2 + R^2 I'^2}}{4I'}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} r = 3 \Omega \\ r = 18 \Omega \end{cases} \quad I = \frac{U}{R-2r} > 0$$

$$r = \frac{L'}{2\pi} R \Rightarrow \left[L' = \frac{2\pi r}{R} \right]$$

$$L' = \frac{2\pi \cdot 3}{24} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \alpha = 45^\circ = \alpha_2$$

$$\Rightarrow n = \frac{1}{3} : 1 = 3$$

$\frac{AC}{CB} = \frac{x}{1-x} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{CB}{AC} = 3$

$$3) \left[P_2 = \frac{U^2}{R \left(1 - \frac{\alpha_2}{\pi}\right) \frac{1}{\pi}} \right] \Rightarrow P_2 = 8 \text{ Вт}$$

ОТВЕТ: $P_1 = 10,8 \text{ Вт}$

$n = 3$

$P_2 = 8 \text{ Вт}$

• по н.к. не I минимум
от $\theta \rightarrow \theta \Rightarrow$

$I > 0; \frac{U}{R-2r} > 0$

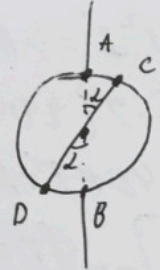
$\Rightarrow R > 2r$

$24 < 36 \Rightarrow r = 18 \Omega$

рассмотрим

5) вариант 1

$R = 24 \text{ Ом}$
 $U = 6 \text{ В}$
 $L = 30^\circ = \frac{\pi}{6}$
 $I = \frac{2}{3} \text{ А}$
 $P_1 = ?$
 $P_2 = ?$

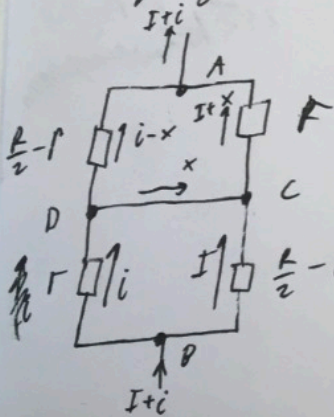


обозначим $r_{AC} = r$
 тогда, так $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$, где
 l - длина кабеля, S - площадь
 сечения.
 $\Rightarrow r = \rho \cdot \frac{l_{AC}}{S}$; $\frac{l_{AC}}{L} = \frac{l}{2L}$
 $\Rightarrow l_{AC} = \frac{L}{2L} \cdot l \Rightarrow [r = \frac{1}{2} \cdot R]$
 L - в радиусах

• Тогда сопротивление

$$R_{CD} = \frac{\pi - L}{2\pi} R = \frac{R}{2} - r = R_{AD}; r = R_{DB}$$

\Rightarrow Нарисуем эквивалентную схему

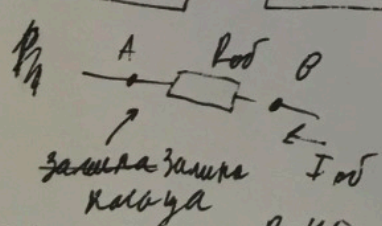


• Рассчитаем ток, как на картинке
 $U_{DC} = 0 = (R/2 - r)I - i r \Rightarrow \frac{I}{i} = \frac{r}{R/2 - r}$
 $U_{BA} = U = (R/2 - r)I + (I + x)r$
 $U_{CA} = U_{DA} = (I + x)r = (R/2 - r)(i - x)$
 ~~$U_{DB} = U_{DC} = U_{CB}$~~
 ~~$U_{BA} = U_{BC} = U_{CA} + U_{AB}$~~
 $U_{DA} = U_{CA} = (R/2 - r)(i - x) = r(I + x)$

$$\Rightarrow \frac{i - x}{I + x} = \frac{I}{i} \Rightarrow i^2 - x i = I^2 + x I \Rightarrow x(I + i) + (I + i)(I - i) = 0$$

$$\Rightarrow (I + i)(x + I - i) = 0 \Rightarrow [i = x + I] \Rightarrow U = (R/2 - r)I + i r = 2i r$$

$$\Rightarrow \boxed{i = \frac{U}{2r}} \Rightarrow \boxed{I = \frac{U}{R - 2r}} \Rightarrow \boxed{x = i - I = U \frac{R - 4r}{(R - 2r)2r}}$$



$$P_1 = I_{об} \cdot U = (i + I)U = U \frac{R}{(R - 2r)2r} = U \frac{R}{(R - \frac{1}{2}R) \frac{1}{2}R}$$

$$\boxed{P_1 = \frac{U^2}{R(1 - \frac{1}{2}) \frac{1}{2}}}$$

$$P_1 = 10,8 \text{ Вт}$$

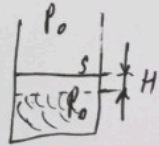
$$2) x = I = U \frac{R - 4r}{(R - 2r)2r}$$

4

Условия

- $t_0 = 0^\circ\text{C}$
- $m = 5,5 \text{ г}$
- $S = 500 \text{ см}^2$
- $P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- $Q_2 = 14430 \text{ Дж}$
- $c = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- $\Gamma = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
- $C_p = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
- $Q_1 = ?$
- $H = ?$

Т.к. вода кипит \Rightarrow ее температура до кипения $= t_k = 100^\circ\text{C}$



$$Q_1 = c m (t_k - t_0)$$

$$Q_1 = 2299 \text{ Дж}$$

Пусть Q - количество теплоты сообщаемое воде при t_k , чтобы она полностью выкипела:
 тогда $[Q = \Gamma m]$; $Q = 12430 \text{ Дж} < 14430 \text{ Дж} = Q_2$
 \Rightarrow пар при t_k с массой m будет нагреваться

т.к. оставшиеся части тепла $\Delta Q = Q_2 - Q$; $\Delta Q = 5000 \text{ Дж}$

т.к. поршень легкий, то вертикальные силы, действующие на него $= 0$ (по закону Ньютона)
 \Rightarrow давление пар $= P_0$ в любой момент кипения.

Запишем первое начало термодинамики
 $\Delta Q = \Delta U + A$; т.к. P -постоянна $\Rightarrow P = P_0$ и $A = P_0 \cdot S \cdot H$
 H - смещение поршня.

Пусть ΔT - изменение температуры пара после нагрева $\Rightarrow \Delta Q = C_p \cdot m \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta Q}{C_p m}$
 $\Delta T \approx 413 \text{ К}$
 $T_{\text{пар}} = 373 \text{ К} + 413 \text{ К} = 826 \text{ К}$

i - количество газа; $i = \frac{m}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}}$
 ΔU - изменение внутренней энергии пара: $\Delta U = \frac{i}{2} \cdot R \cdot \Delta T$
 i - степень свободы пара, т.к. молекулы водяного пара состоят из 3 атомов (H_2O), то $i = 6$ для всего, и $T_{\text{пар}} < 1000 \text{ К}$ $i = 6$

$$\Rightarrow \Delta Q = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot R \cdot \frac{\Delta Q}{C_p m} + P_0 \cdot S \cdot H \Rightarrow P_0 \cdot S \cdot H = \Delta Q \left(1 - \frac{i}{2} \cdot \frac{R}{\mu_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_p} \right)$$

$$\Rightarrow H = \frac{\Delta Q}{P_0 \cdot S} \left(1 - \frac{R}{\mu_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_p} \right)$$

$H \approx 0,37 \text{ м} = 37 \text{ см}$
 $\mu_{\text{H}_2\text{O}} = (2+16) \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

ОТВЕТ: $Q_1 = 2299 \text{ Дж}$
 $H \approx 37 \text{ см}$