Часть 1

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

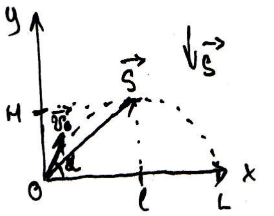
Шифр: **21204522**

ID профиля: **152830**

Вариант 4

Чистовик.

№1



$(l = \frac{1}{2}L)$

1) Выберем систему отсчёта, как показано на рисунке. Т.к. движение равнопеременное — $\vec{S} = \vec{v_0}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$; $\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{a}t$

Oy: $H = \sin\alpha\, v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

Oy: $0 = \sin\alpha\, v_0 - gt \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

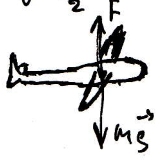
$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \Rightarrow$$

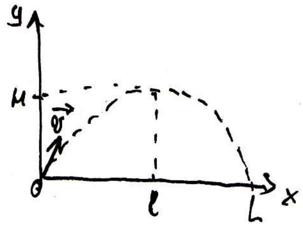
$$\Rightarrow v_0^2 = \frac{2gH}{\sin^2\alpha} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2\alpha}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 10}{\frac{1}{2}}} = 20 \left(\frac{м}{с}\right)$$

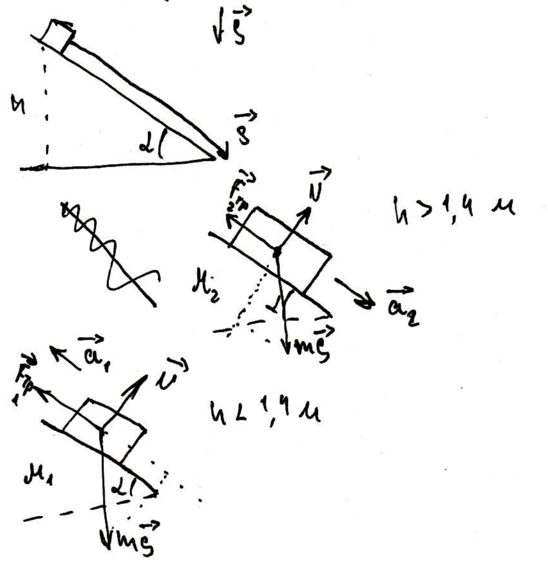
Ответ: $v_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2\alpha}} = 20\ \frac{м}{с}$

2)





Черновик.



№2

~~Наибольшая скорость короб~~

$\sum \vec F = m\vec a$ $\quad F_{тр} = \mu N$

$\vec F_{тр_1} + \vec N + m\vec g = m\vec a_1$ | $\vec F_{тр_2} + \vec N + m\vec g = m\vec a_2$

$\vec N: N - mg\cos\alpha = 0$

$N = mg\cos\alpha$

$F_{тр_1} = \mu_1 N = \mu_1 mg\cos\alpha$; $F_{тр_2} = \mu_2 N = \mu_2 mg\cos\alpha$

$\vec a_1: F_{тр_1} - mg\sin\alpha = ma_1$

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

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

$\vec a_2: mg\sin\alpha - \cancel{\mu_2 mg\cos\alpha}\, F_{тр_2} = ma_2$

$mg\sin\alpha - \mu_2 mg\cos\alpha = ma_2$

$g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) = a_2$

$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1 \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{\frac{49}{625}} = \frac{7}{25}$

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

$a_2 = 10\left(\frac{7}{25} - 0{,}06\cdot\frac{24}{25}\right) = 2{,}8\ \left(\frac{м}{с^2}\right)$

Т.к. до высоты $h = 1{,}4$ м, коробка разгоняется, после чего замедляется, значит V_{max} - будет в точке смены ускорений, т.е. на высоте $h = 1{,}4$ м.

Т.к. движение равно-переменное $\vec S = \vec v_0 t + \frac{\vec a t^2}{2}$; $\vec v = \vec v_0 + \vec a t$

$\vec S: \frac{h}{\sin\alpha} = v_{max} t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2}$

$\vec v_{max}: 0 = v_{max} - a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_{max}}{a_1}$

$\frac{h}{\sin\alpha} = \frac{v_{max}^2}{a_1} - \frac{v_{max}^2}{2a_1} = \frac{v_{max}^2}{2a_1}$

$v_{max} = \sqrt{\frac{2a_1 h}{\sin\alpha}}$

$v_{max} = \sqrt{\frac{2\cdot 2\cdot 1{,}4}{\frac{7}{25}}} \approx 4{,}47\left(\frac{м}{с}\right)$

$\vec S: S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$

$\vec v_{max}: v_{max} = 0 + a_2 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_{max}}{a_2} = \sqrt{\frac{2a_1 h}{a_2^2\sin\alpha}}$

$S_2 = \frac{2a_1 h}{2a_2\sin\alpha} = \frac{a_1 h}{a_2\sin\alpha}$

$S = S_2 + S_1 = \frac{a_1 h}{a_2\sin\alpha} + \frac{h}{\sin\alpha}$.

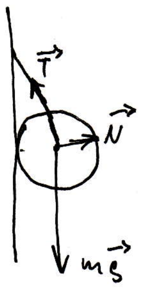
$S = \frac{2\cdot 1{,}4}{2{,}8\cdot\frac{7}{25}} + \frac{1{,}4}{\frac{7}{25}} \approx 8{,}57\ (м)$

Ответ: $v_{max} = \sqrt{\frac{2a_1 h}{\sin\alpha}} = 4{,}47\frac{м}{с}$; $S = \frac{a_1 h}{a_2\sin\alpha} + \frac{h}{\sin\alpha} = 8{,}57$ м.

Чистовик

№3

1)



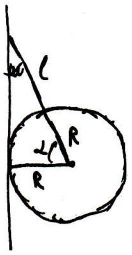
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (\vec{a} = 0) \Rightarrow \sum \vec{F} = 0$$

$$\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$$

$$\vec{N}: \; T\cos\alpha = N \Rightarrow T = \frac{N}{\cos\alpha}$$

$$\vec{g}: \; T\sin\alpha = mg \Rightarrow T = \frac{mg}{\sin\alpha}$$

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

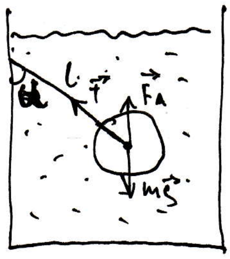


$$T = \frac{mg}{\sin\alpha}$$

$$T = \frac{5{,}2 \cdot 10}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 60\,(Н)$$

Ответ: $F = T = \frac{mg}{\sin\alpha} = 60\,Н$

2)



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$a = \omega \cdot r \qquad F_A = \rho_ж g V_т$$

$$\vec{F_A} + m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$\vec{F_A}: \; F_A + T\cos\alpha = mg$$

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

$$T = \frac{g(m - \rho V)}{\cos\alpha}$$

$$\vec{a}: \; T\sin\alpha = ma$$

$$\frac{g(m-\rho V)\sin\alpha}{\cos\alpha} = m\omega r$$

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

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

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

$$T = \sqrt{\frac{2\pi m(l+R)\cos\alpha}{g\left(m - \frac{\rho 4\pi R^3}{3}\right)}} \approx 0{,}29\,(с)$$

Ответ: $T = \sqrt{\frac{2\pi m(l+R)\cos\alpha}{g\left(m - \frac{\rho 4\pi R^3}{3}\right)}}$

Часть 2

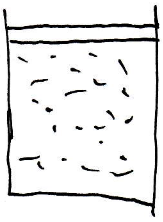
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204522**

ID профиля: **152830**

Вариант 4

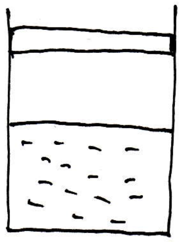
Чистовик №4.

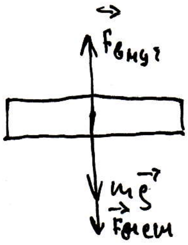
1) 

$$\sum Q_{внеш} = \sum Q_{внут}.$$

$$Q_1 = cm(T_к - T_0)$$

$$Q_1 = 4180 \cdot (373 - 293) \cdot 0{,}01 = 3344 \text{ (Дж)}$$

2) 



$$\cancel{\sum Q_{внут} = \sum Q_{внеш}}$$

$$\cancel{Q - Q_2}$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (\vec{a} = 0) \Rightarrow \sum \vec{F} = 0$$

$$\vec{F}_{внут} + \vec{F}_{внеш} + m\vec{g} = 0$$

$$P = \frac{F}{S} \Rightarrow F = PS$$

$\vec{g}$: $mg + F_{внеш} = F_{внут}$

$$mg + P_0 S = PS \quad (m=0)$$

$$P_0 S = PS$$

$P_0 = P \Rightarrow$ давление в-нутри цилиндра постоянное т.к. равно внешнему давлению

Q_2 – теплота на парообразование

$$Q_2 = r \cdot m$$

$$Q_2 = 2{,}26 \cdot 10^6 \cdot 0{,}01 = 22600 \text{ (Дж)}$$

$Q_2 < Q - Q_1 \Rightarrow$ ~~пар~~ вся вода испарилась, и пар начал нагреваться

Q_3 – теплота нагрева пара

$$Q_3 = Q - Q_1 - Q_2$$

$$Q - Q_1 - Q_2 = c_p m (T_п - T_к) \Rightarrow Q + c_p m T_к - Q_1 - Q_2 = c_p m T_п \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_п = \frac{Q + c_p m T_к - cm(T_к - T_0) - r \cdot m}{c_p m} = \frac{Q - cm(T_к - T_0) - r \cdot m}{c_p m} + T_к$$

$$T_п = \frac{33000 - 22600 - 3344}{2200 \cdot 0{,}01} + 373 \approx 693{,}7 \text{ (K)}$$

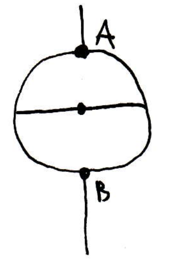
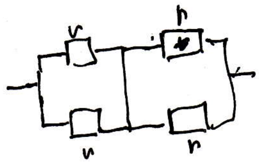
$$PV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{mRT_п}{MP_0}$$

$$V = \frac{10 \cdot 8{,}31 \cdot 693{,}7}{18 \cdot 10^5} \approx 3{,}2 \cdot 10^{-2} \text{ (м}^3\text{)}$$

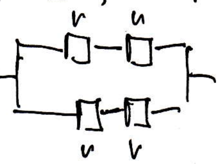
Ответ: $Q_1 = 3344$ Дж, $V = 3{,}2 \cdot 10^{-2}$ м^3

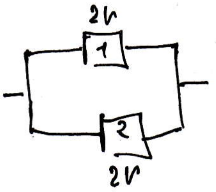
Чистовик

№5

1)  → 

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

Т.к сопротивления резисторов равны, и сопротивление проволки крайне мало то 



$I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = IR \Rightarrow R = \frac{U}{I}$

$U = U_1 = U_2$, $R_1 = R_2 \Rightarrow$

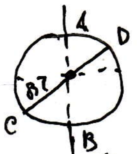
$\Rightarrow I_1 = I_2$

$I_1 = I_2 = \frac{U}{2r} = \frac{24}{36} = \frac{2}{3}$ (А)

$I_0 = I_1 + I_2 = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$ (А)

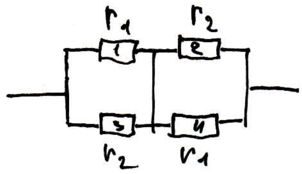
$P = I_0 U = \frac{4}{3} \cdot 24 = 32$ (Вт)

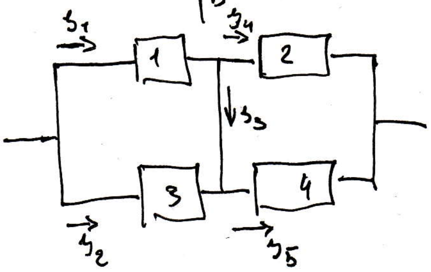
Ответ: $P = 32$ Вт

2) 

$R_{AD} = R_{CB} = r_1$

$R_{AC} = R_{BD} = r_2$





$I_1 + I_4 = I_2 + I_5 = I_0$

$I_5 = I_2 + I_3$

$I_1 = I_3 + I_4 \Rightarrow I_3 = I_1 - I_4$

$I_5 = I_2 + I_1 - I_4$

$I_1 + I_4 = I_2 + I_2 + I_1 - I_4 \Rightarrow I_4 = I_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow I_1 = I_5$

$U = I_2 r_2 + I_5 r_1 = I_2 r_2 + I_1 r_1$

$U = I_1 r_1 + I_4 r_2 = I_1 r_1 + I_2 r_2$

$$\boxed{r_1 = \frac{90^\circ - \beta}{360^\circ} R \qquad r_2 = \frac{90^\circ + \beta}{360^\circ} R}$$

$I_1 + I_2 = I_0$ $\quad I_3 = I$ $\quad I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 = I_2 + I$

$$\begin{cases} U = \frac{90^\circ - \beta}{360^\circ} R I_1 + \frac{90^\circ + \beta}{360^\circ} R I_2 \\ I_1 = I_2 + I \end{cases}$$

$U = \frac{R}{360^\circ}\left(90^\circ (I_2 + I) - \beta (I_2 + I) + 90^\circ \cdot I_2 + \beta \cdot I_2\right)$

$U = \frac{R}{360^\circ}\left(180^\circ I_2 + I(90^\circ - \beta)\right) = \frac{R I_2}{2} + \frac{R I (90^\circ - \beta)}{360^\circ}$

$$\boxed{I_3 = I}$$

Чистовик. №5 (продолжение)

$$\left.\begin{matrix}\begin{cases} I_5 = I_2 + I \\ I_1 = I_4 + I \end{cases} \Rightarrow I_2 - I_4 = I_5 - I_1 \\ \begin{cases} U = I_1 r_1 + I_4 r_2 \\ U = I_2 r_2 + I_5 r_1 \end{cases} \Rightarrow (I_1 - I_5) r_1 = (I_2 - I_4) r_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow (I_1 - I_5) r_1 = (I_5 - I_1) r_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_5 (r_1 + r_2) = I_1 (r_1 + r_2) \Rightarrow I_5 = I_1 \Rightarrow I_2 = I_4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{I_1 = I_2 + I}$$

$I_1 + I_4 = I_2 + I_5$. $U = U \Rightarrow R_{12} = R_{34}$

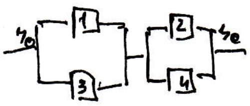
$k = \frac{\beta}{90^\circ} \Rightarrow r_1 = \frac{1-k}{4} R \quad r_2 = \frac{1+k}{4} R$

$I_2 + I_1 = I_0 \Rightarrow I_1 = I_0 - I_2 \Rightarrow I_2 = I_0 - I_1$

$\begin{cases} I_1 = I_2 + I \\ I_1 = I_0 - I_2 \end{cases} \Rightarrow I_0 = 2I_2 + I \qquad \begin{cases} I_1 = I_2 + I \\ I_2 = I_0 - I_1 \end{cases} \Rightarrow I_0 = 2I_1 - I$

$\begin{cases} I_1 = I_2 + I \\ U = \frac{R}{4}\left(I_1(1-k) + I_2(1+k)\right) \end{cases} \Rightarrow U = \frac{R}{4}\left(I_2 + I - I_2 k - Ik + I_2 + I_2 k\right) = \frac{R}{4}(2I_2 + I - Ik) \Rightarrow$

$\Rightarrow U = \frac{R}{4}(I_0 - Ik)$



$R_{13} = R_{24} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} = \frac{1-k^2}{8} R$

$U = \frac{1-k^2}{4} R I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{4U}{R(1-k^2)}$

$U = \frac{R}{4}\left(\frac{4U}{R(1-k^2)} - Ik\right)$

$U = \frac{U}{1-k^2} - \frac{RIk}{4} \qquad k \neq \pm 1$

$\cancel{U2 = \frac{42}{1-k^2}} \quad 24 = \frac{24}{1-k^2} - \frac{72 \cdot 0{,}5k}{4}$

$24 = \frac{24}{1-k^2} - 9k$

$8 = \frac{8}{1-k^2} - 3k$

$8 - 8k^2 = 8 - 3k + 3k^3$

$3k^3 + 8k^2 - 3k = 0$

$k \neq 0 \quad k = 0$

$3k^2 + 8k - 3 = 0$

$k_1 = -3 \quad k_2 = \frac{1}{3}$

$\beta_1 = -270^\circ \quad \beta_2 = 30^\circ$ — Ответ: $\beta = 30^\circ$