Часть 1

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

Шифр: **21204508**

ID профиля: **105552**

Вариант 4

Чистовик | лист 1 | физика 10 класс. Вариант 10-04

[1]

$\alpha = 45^\circ$

$H = 10$ м

1) V_0 – ?

2) V – ?

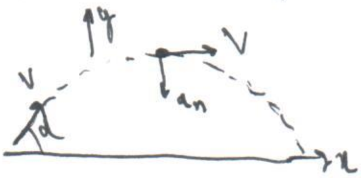
1) Из формул кинематики равноускоренного движения:

$$\begin{cases} V_0 \sin\alpha = g t, \Rightarrow t = \dfrac{V_0 \sin\alpha}{g} \\ H = V_0 \sin\alpha \, t - \dfrac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g}, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 = \boxed{\sqrt{\frac{2gH}{\sin^2\alpha}}} = 20 \text{ м/с}$$

2) Поскольку $V = const$, то $a_\tau = 0$, т.е. сумма горизонтальных сил, действующих на самолёт, равна 0. Тогда по II закону Ньютона:



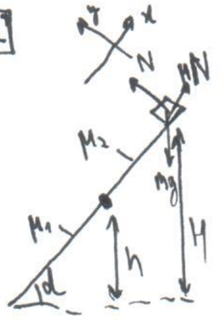
для самолёта: OY: $M \dfrac{V^2}{R_{кр}} = \dfrac{Mg}{2}$, $\Rightarrow V^2 = \dfrac{g R_{кр}}{2}$

для камня: OY: $m \dfrac{V_0^2 \cos^2\alpha}{R_{кр}} = mg$, $\Rightarrow V_0^2 \cos^2\alpha = g R_{кр}$.

$$V^2 = \frac{V_0^2 \cos^2\alpha}{2}, \Rightarrow V = \boxed{\frac{V_0 \cos\alpha}{\sqrt{2}}} = 10 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $V_0 = 20$ м/с; 2) $V = 10$ м/с.

2



$\cos\alpha = \frac{24}{25}$, $\Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{24^2}{25^2}} = \frac{7}{25}$

$h = 1{,}4$ м

$\mu_1 = 0{,}5$

$\mu_2 = 0{,}06$

S - ?

V_{max} - ?

Пусть H – изначальная высота, с которой отпустили коробку. Тогда:

ЗСЭ: $\Delta E_{пот.} = A_{тр.} + \underbrace{\Delta E_{кин}}_{=0}$

$\Delta E_{пот.} = mgH$

$$A_{тр.} = \underbrace{mg\mu_2\cos\alpha}_{F_{тр2}} \cdot \frac{H-h}{\sin\alpha} + \underbrace{mg\mu_1\cos\alpha}_{F_{тр1}} \cdot \frac{h}{\sin\alpha}$$

по II закону Ньютона:

$$\begin{cases} OY: mg\cos\alpha = N \\ \mu N = F_{тр} \end{cases}, \Rightarrow F_{тр1} = mg\mu_1\cos\alpha \text{ и } F_{тр2} = mg\mu_2\cos\alpha$$

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

$$\Rightarrow H = \frac{(\mu_1-\mu_2)\cos\alpha}{\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha}h, \Rightarrow S = \frac{H}{\sin\alpha} = \boxed{\frac{(\mu_1-\mu_2)\cos\alpha}{\sin\alpha(\sin\alpha-\mu_2\cos\alpha)}h} \approx 6{,}8 \text{ м}$$

по II закону Ньютона:

$OX: ma = mg\sin\alpha - F_{тр}$, $\Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

Заметим, что на участке с μ_2 ускорение a_2 направлено вдоль движения коробки ($a_2 = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) > 0$), а на участке μ_1 ускорение a_1 направлено против ($a_1 = g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha) < 0$). Значит, скорость коробки максимальна, когда она находится на высоте h.

$$\text{ЗСЭ: } \cancel{m}g(H-h) = \frac{\cancel{m}V_{max}^2}{2} + \cancel{m}g\mu_2\cos\alpha\cdot\frac{H-h}{\sin\alpha}, \Rightarrow V_{max} = \sqrt{\frac{2g(H-h)}{1-\mu_2\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}}} =$$

$$= \boxed{\sqrt{2gh\frac{\sin\alpha(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)}{(\sin\alpha-\mu_2\cos\alpha)^2}}} \approx 5{,}6 \text{ м/с}$$

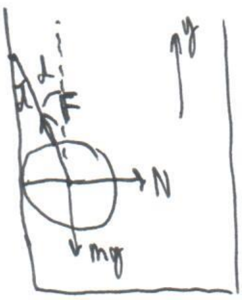
Ответ: 1) $V_{max} = 5{,}6$ м/с ; 2) $S = 6{,}8$ м.

Чистовик

лист 3

физика 10 класс
Вариант 10-04

3



R = 8 см

L = 8 см

m = 5,2 кг

1) F - ?

2) $\alpha = 60^\circ$

T - ?

1) II закон Ньютона:

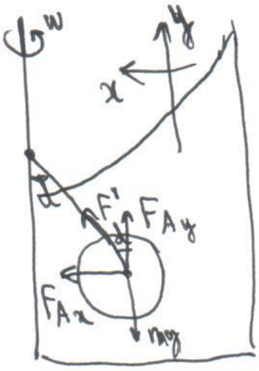
OY: $F\cos\alpha = mg$

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

$\Rightarrow F = \frac{mg}{\cos\alpha} = \boxed{mg\frac{l+R}{\sqrt{l^2+2lR}}} \simeq 60$ Н

2) Разобьём силу Архимеда на 2 составляющие: F_{Ax} и F_{Ay}.

Тогда по II закону Ньютона:



OX: $ma_n = F_{Ax} + F'\sin\alpha$

OY: $mg = F'\cos\alpha + F_{Ay}$

Заметим, что $F_{Ay} = \rho g V$, а $F_{Ax} = \rho g_{эфф} V = \rho V \cdot w^2 \cdot (l+R)\sin\alpha$

Тогда:

$$\begin{cases} m w^2 (l+R)\cancel{\sin\alpha} = \rho V w^2 (l+R)\cancel{\sin\alpha} + F'\cancel{\sin\alpha} \\ mg - \rho g V = F'\cos\alpha, \Rightarrow F' = \frac{(m-\rho V)g}{\cos\alpha} \end{cases}$$

$\cancel{(m-\rho V)} w^2 (l+R) = \cancel{(m-\rho V)}\frac{g}{\cos\alpha}, \Rightarrow w = \sqrt{\frac{g}{(l+R)\cos\alpha}}, \Rightarrow T = \boxed{2\pi\sqrt{\frac{(l+R)\cos\alpha}{g}}} \simeq 0,56$ с

Ответ: 1) F = 60 Н; 2) T = 0,56 с.

Черновик лист 4 физика 10 класс

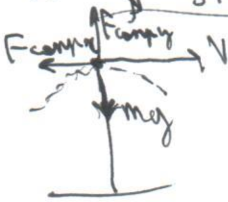
Вариант 10-04

①

$$\begin{cases} V_0\sin\alpha = gt, \Rightarrow t = \dfrac{V_0\sin\alpha}{g} \\ H = V_0\sin\alpha\, t - \dfrac{gt^2}{2} \end{cases}$$

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

$$V_0 = \boxed{\frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha}} = \frac{10\sqrt{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 20\ м/с$$



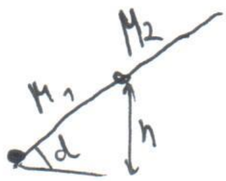
$$Mg = \frac{MV^2}{R}$$

$$\sqrt{F_{cx}^2 + (Mg - F_{cy})^2} = F_p = \frac{Mg}{2}$$

$$F_c^2 + \frac{3}{4}Mg - 2MgF_{cy} = 0$$

②

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



$\cos\alpha = \frac{24}{25}$

$h = 1{,}4$ м

$\mu_1 = 0{,}25$

$\mu_2 = 0{,}06$

$\sin\alpha = \frac{7}{25}$

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

$$S = \frac{H}{\sin\alpha} = \boxed{\frac{\mu_1-\mu_2}{\sin\alpha(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)}h} \qquad H = \frac{\mu_1-\mu_2}{\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha}h = 6{,}0\ м$$

$$= \frac{0{,}44}{\frac{7}{25}\cdot\underbrace{\left(\frac{7}{25} - \frac{..}{25}\right)}_{\frac{5{,}56}{25}}}$$

$V(t) = (\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)gt$

уч-к μ_2 – ускорение вниз

уч-к μ_1 – ускорение вверх

$$\Rightarrow V_{max} = V_{(h)}$$

$$V_{max} = \underbrace{(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)g}_{a}\tau, \Rightarrow \tau = \frac{V_{max}}{a}$$

$$\frac{H-h}{\sin\alpha} = V_{max}\tau - \cancel{\frac{a\tau^2}{2}}$$

$$\frac{H-h}{\sin\alpha} = \frac{V_{max}^2}{a} - \frac{V_{max}^2}{2a}, \Rightarrow V_{max} = \sqrt{\frac{H-h}{\sin\alpha}\cdot 2a} = \sqrt{\frac{\mu_1-\mu_2-\sin\alpha(\sin\alpha-\mu_2\cos\alpha)}{\sin^2\alpha}\cdot 2gh}$$

$$= \sqrt{\frac{0{,}44 - \frac{7}{25}\cdot\frac{5{,}56}{25}}{\frac{49}{625}}\cdot 28} = \sqrt{\frac{0{,}44\cdot 625 - 7\cdot 5{,}56}{49}\cdot 28} \approx 11{,}1\ м/с$$

$$\sqrt{28\cdot\frac{7\cdot(12-7)}{\underbrace{(7-0{,}06\cdot 24)^2}}} = \sqrt{31{,}7} \approx 5{,}6$$

$5{,}56^2 = 30{,}9136$

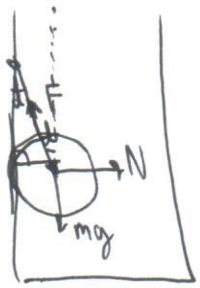
Черновик

лист 5

физика 10 класс

Вариант 10-04

3)



R = 8 см

l = 8 см

m = 5,2 кг

$F\cos\alpha = mg$

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

$F = \boxed{mg\frac{l+R}{\sqrt{l^2+2lR}}} \simeq 60\ Н$

$F_{Ay} = \rho g V$

$F'\cos\alpha + F_A\cos\beta = mg$, => $F' = \frac{(m-\rho V)g}{\cos\alpha}$

$F'\sin\alpha + F_A\sin\beta = m w^2 l\sin\alpha$

$F_{Ax} = \rho V w^2 l\sin\alpha$

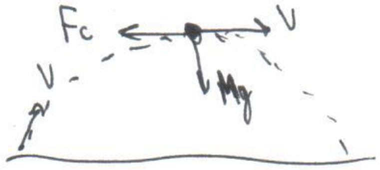
$m w^2 l\sin\alpha = (m-\rho V)g\,tg\alpha + \rho V w^2 l\sin\alpha$

$w^2 l\sin\alpha = g\,tg\alpha$, => $w = \sqrt{\frac{g}{l\cos\alpha}}$, => $T = \boxed{2\pi\sqrt{\frac{l\cos\alpha}{g}}} =$

$\simeq 0,4$ с

①

2)



$m\frac{(V_0\cos\alpha)^2}{R} = mg$, => $R = \frac{V_0^2\cos^2\alpha}{g}$

$M\frac{V^2}{R} = F_y$

Часть 2

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

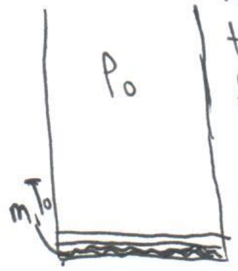
Шифр: **21204508**

ID профиля: **105552**

Вариант 4

Чистовик | лист 1 | физика 10 класс Вариант 10-04

4



$m = 0{,}01$ кг

$t_0 = 20°C \Rightarrow T_0 = 293$ K

$p_0 = 10^5$ Па

$Q = 33$ кДж

$c = 4180 \frac{Дж}{кг \cdot K}$

$r = 2{,}26 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

$c_p = 2200 \frac{Дж}{кг \cdot K}$

1) Q_1 - ?

2) V - ?

Картина процесса следующая: сначала тепло идёт на нагрев воды до температуры $T_{кип.} = 373$ K, далее тепло идёт на испарение воды, и потом оставшееся тепло уходит на нагрев пара до $T_к$. Тогда:

1) $Q_1 = \boxed{c \cdot m \cdot (T_{кип.} - T_0)} = 3344$ Дж

$Q_2 = rm$

$Q_3 = Q - Q_1 - rm = c_p \cdot m \cdot (T_к - T_{кип.})$

Также имеем уравнение состояния идеального газа: $p_0 V = \frac{m}{\mu_в} R T_к$. Тогда:

2) $$V = \frac{mR}{p_0 \mu_в} \cdot T_к = \frac{mR}{p_0 \mu_в}\left(T_{кип.} + \frac{Q_3}{c_p m}\right) = \boxed{\frac{mR}{p_0 \mu_в}\left(T_{кип.} + \frac{Q - rm - cm(T_{кип.} - T_0)}{c_p m}\right)} \approx 0{,}032 \text{ м}^3 = 32 \text{ л}$$

Ответ: 1) $Q_1 = 3344$ Дж; 2) $V = 32$ л.

Чистовик

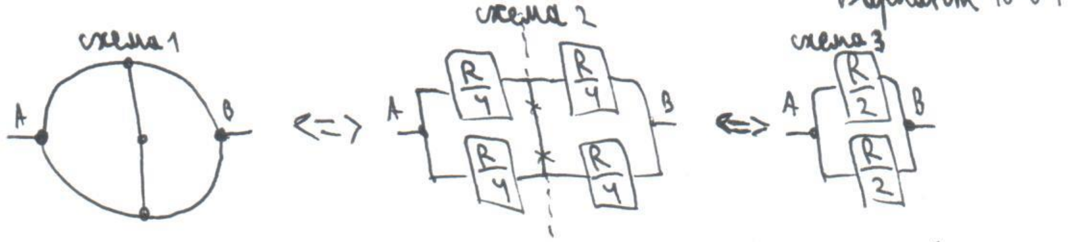
Лист 2

Физика 10 класс
Вариант 10-04

5

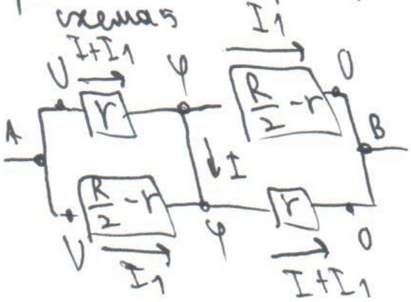
$R = 72$ Ом
$U = 24$ В
1) $P - ?$
2) $I = 0{,}5$
$\beta - ?$
3) $P_2 - ?$

1)



Поскольку сопротивление пропорционально длине (площадь сечения проволоки постоянна; $R = \rho \frac{L}{S}$), то схема 1 эквивалентна схеме 2. Схема 2 является симметричной относительно прямой, содержащей перемычку, => через перемычку не течёт ток. Тогда имеем схему 3, сопротивление которой $R_1 = \frac{1}{\frac{1}{\frac{R}{2}} + \frac{1}{\frac{R}{2}}} = \frac{R}{4}$, $\Rightarrow P = \frac{U^2}{R_1} = \boxed{\frac{4U^2}{R}} = 32$ Вт.

2) и 3) Поскольку сопротивление пропорционально длине, схема 4 эквивалентна схеме 5 (r – сопротивление участка кольца, видимого под углом β' из центра). Расставим токи и потенциалы.



$$\begin{cases} (I+I_1)r = U - \varphi = I_1\left(\frac{R}{2} - r\right) & (1) \\ U - 0 = (I+I_1)r + I_1\left(\frac{R}{2} - r\right) & (2) \end{cases}$$

Из системы (1),(2) имеем $(I+I_1)r = I_1\left(\frac{R}{2} - r\right) = \frac{U}{2}$. Тогда:

$r = \frac{U}{2(I+I_1)}$, $\Rightarrow U = 2I_1\left(\frac{R}{2} - r\right) = I_1 R - \frac{I_1}{I+I_1}U$, $\Rightarrow I_1 R = \frac{2I_1 + I}{I+I_1}U \;\Big|\cdot(I+I_1)$

$I I_1 R + I_1^2 R = 2I_1 U + IU$, $\Rightarrow R I_1^2 + (IR - 2U)I_1 - IU = 0$

Решим в числах:

$72 I_1^2 - 12 I_1 - 12 = 0$

$6 I_1^2 - I_1 - 1 = (2I_1 - 1)(3I_1 + 1) = 0$, $\Rightarrow I_1 = \cancel{-\frac{1}{3}}$ А; $\frac{1}{2}$ А, $\Rightarrow r = \frac{U}{2(I+I_1)} =$

$I_1 > 0$

$= 12$ Ом, $\Rightarrow \beta = \alpha - \beta' = \alpha - \frac{r}{R}\cdot 2\pi = \alpha - \frac{\pi}{3}$ рад $= \alpha - 60° = \boxed{30°}$

$P_2 = \boxed{U\cdot(I + 2I_1)} = 36$ Вт

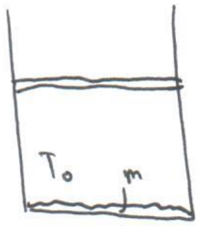
Ответ: 1) $P = 32$ Вт; 2) $\beta = 30°$; 3) $P_2 = 36$ Вт.

Черновик

лист 3

физика 10 класс
Вариант 10-04

4)



$m = 0{,}09$ кг

$T_0 = 293$ К

$P_0 = 10^5$ Па

$Q = 33$ кДж

$Q_1 - ?$

$V - ?$

$c = 4180 \ \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$r = 2{,}25 \cdot 10^6 \ \frac{Дж}{кг}$

$c_p = 2200 \ \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$$Q_1 = \boxed{cm(T_{кип} - T_0)} = 3344 \ Дж$$

$$Q_{исп.} = Q_1 + rm$$

$$\begin{cases} Q - Q_{исп} = c_p m (T_к - T_{кип}) \\ P_0 V = \frac{m}{\mu} R T_к. \end{cases}$$

$$V = \boxed{\frac{mR}{\mu P_0} \cdot \left(T_{кип} + \frac{Q - Q_1 - rm}{c_p m}\right)} \simeq 0{,}032 \ м^3 = 32 \ л$$

5)

$R = 72$ Ом

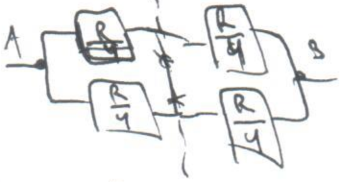
$U = 24$ В

1) $P - ?$

2,3) $I = 0{,}5$ $\beta - ?$

$P_2 - ?$

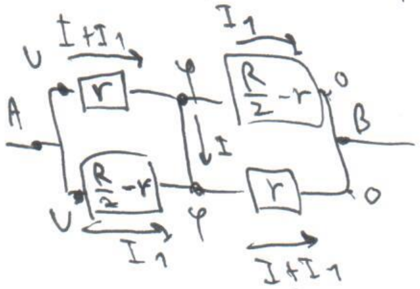
1)



$\Leftrightarrow$

$$R_1 = \frac{R}{4} \quad \Rightarrow P = \frac{U^2}{R_1} = \boxed{\frac{4U^2}{R}} = 32 \ Вт$$

2,3)



$$\begin{cases} (I + I_1) r = I_1 \left(\frac{R}{2} - r\right) \\ U = I_1\left(\frac{R}{2} - r\right) + (I + I_1) r \end{cases} \Rightarrow (I + I_1) r = \frac{U}{2} = I_1 \left(\frac{R}{2} - r\right)$$

$$r = \frac{U}{2(I + I_1)}$$

$$U = 2 I_1 \left(\frac{R}{2} - \frac{U}{2(I + I_1)}\right)$$

$$U = I_1 R - \frac{I}{I + I_1} U \quad \Rightarrow \frac{2I + I_1}{I + I_1} U = I_1 R$$

$$2IU + I_1 U = I_1 I R + I_1^2 R$$

$$I_1^2 R + (IR - U) I_1 - 2IU = 0$$

$$\cancel{D = I^2 R^2 - 2IRU + U^2 + 8IUR}$$

$$72 \cdot I_1^2 + 12 I_1 - 24 = 0$$

$$6 I_1^2 + I_1 - 2 = 0$$

$$(3I_1 + 2)(2I_1 - 1) = 0$$

$$I_1 = \cancel{-\frac{2}{3}} ; \boxed{\frac{1}{2} \ А}$$

$$r = \boxed{\frac{U}{2(I + I_1)}} = 12 \ Ом \quad \Rightarrow \boxed{\beta' = \frac{\pi}{3} = 60^\circ}$$

$$\boxed{\beta = 30^\circ}$$

$$P_2 = \boxed{U \cdot (I + 2I_1)} = 36 \ Вт$$