Часть 1

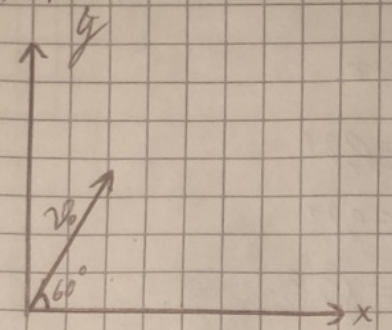
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204843**

ID профиля: **198411**

Вариант 3

№1



Дано:
$L = 17\,м$
$\alpha = 60°$
$g = 10\,м/с^2$
$v = \frac{1}{4} v_0$
$m = 1\,кг$

$v_{0x} = v_x = v_0 \cos 60° = \frac{v_0}{2}$

1) $v_{y_0} = v_0 \sin 60° = \frac{v_0\sqrt{3}}{2}$

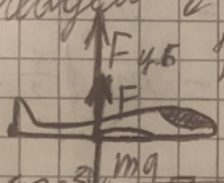
в высшей точке траектории: $v_y = 0 = v_{0y} - gt \Rightarrow t = \frac{v_0\sqrt{3}}{2g} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ все время полёта $\tau = 2t = \frac{v_0\sqrt{3}}{g} \Rightarrow S = \tau \cdot v_{0x} = \frac{v_0\sqrt{3}}{g} \cdot \frac{v_0}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow S = \frac{v_0^2\sqrt{3}}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2gS}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 м/с^2 \cdot 17 м}{\sqrt{3}}} \approx 14\,м/с$

2) $R = \frac{v_y^2}{g} = \frac{v_0^2 \cos^2}{g} = \frac{v_0^2}{4g} = \frac{2gS}{\sqrt{3} \cdot 4g} = \frac{S}{2\sqrt{3}} = \frac{S\sqrt{3}}{6}$

переходим в систему отсчёта вращающуюся вместе с центром кольцевой площадки на расстоянии радиуса кривизны от самолёта по оси y вниз



$F_{ц.б} = a m = \frac{v^2}{R} m = \frac{\frac{1}{4} v_0^2 \, m \, 6}{16 S \sqrt{3}}$

$= \frac{\frac{1}{4} v_0^2 m 2\sqrt{3}}{16 S} = \frac{\frac{1}{4} 12 \cdot g \cdot S) m 2\sqrt{3}}{16\sqrt{3} \cdot S} = \frac{8gm}{4} = 8 \cdot 10 м/с^2 \cdot 1 кг = 80\,Н$

$F_{ц.б} = \frac{\frac{1}{4} v_0^2 m 6}{16 S \sqrt{3}} = \frac{v_0^2 2m\sqrt{3}}{16 S} = \frac{v_0^2 m \sqrt{3}}{8S} = \frac{2gS m\sqrt{3}}{\sqrt{3} \cdot 8 S} = \frac{gm}{4} =$

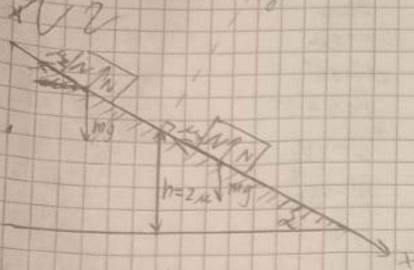
$= \frac{10 м/с^2 \cdot 1 кг}{4} = 2{,}5\,Н$

$F_{ц.б} + F = mg$

$\frac{mg}{4} + F = mg \Rightarrow F = \frac{3mg}{4} = 7{,}5\,Н$

Ответ: $F = 7{,}5\,Н$ $v = 14\,м/с$

№ 2



Дано:
$\mu_1 = 0{,}31$
$\mu_2 = 0{,}11$
$\alpha = 30°$
$h = 2м$

т.к. коробка начала ехать оси x => $mg\sin\alpha > N\mu_2$ => до высоты h коробка разгоняется => на участке ниже h коробка тормозит т.к. ($mg\sin\alpha < N\mu_1$) потому что иначе она бы не тормозила ни на каком участке

Запишем 2 закон Ньютона для коробки в положениях 1 и 2)

1) $y: \ 0 = mg\cos\alpha - N$
$x: \ ma_1 = mg\sin\alpha - N\mu_2$
2) $y: \ 0 = mg\cos\alpha - N$
$x: \ ma_2 = mg\sin\alpha - N\mu_1$

$N = \frac{mg\sqrt{3}}{2}$ => $ma_1 = mg\left|\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}\mu_2}{2}\right|$
$ma_2 = mg\left|\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}\mu_1}{2}\right|$

$a_1 = g\left|\frac{1-\sqrt{3}\mu_2}{2}\right|$

$a_2 = g\left|\frac{1-\sqrt{3}\mu_1}{2}\right|$

Предположим, что в точке h скорость коробки равна v_0 => н.к. в конце пути она остановилась => $0 = v_0 - a_2 T$ => v_k =>

=> $v_0 = a_2 T$

Путь торможения $s_1 = h/\sin\alpha = 2h$ =>

$2h = v_0 T - \frac{a_2 T^2}{2} = a_2 T^2 - \frac{a_2 T^2}{2} = \frac{a_2 T^2}{2}$

$a_2 T^2 = 4h$

$T^2 = \frac{4h}{a_2} = \frac{8h}{g|1-\sqrt{3}\mu_1|}$ => $T = \sqrt{\frac{8h}{g|1-\sqrt{3}\mu_1|}} =$

$= 1{,}99\ c$ => ~~[illegible]~~

В начальный момент времени скорость коробки равна 0 =>

$v_0 = 0 + a_1 t = a_2 T$ => $t = \frac{v_0}{a_1}$

$S_2 = \frac{a_1 t^2}{2} = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{a_2^2 \cdot T^2}{2a_1} = \frac{\left(\frac{g}{2}\right)^2 \cdot (1-\sqrt{3}\mu_1)^2 \frac{8h}{g|1-\sqrt{3}\mu_1|}}{\left(\frac{g}{2}\right)|1-\sqrt{3}\mu_2|} =$

~~$= \frac{\ldots}{2|1-\sqrt{3}\mu_2|} \ldots \frac{\ldots \mu_1|}{|1-\mu_2\sqrt{3}|} \approx 0{,}81\ м$~~

~~$h_2 = S_2 \cdot \sin\alpha = 0{,}4$~~

~~Ответ: S =~~

$S_2 = \frac{a_2^2 \cdot T^2}{2a_1}$

~~$h_2 = S_2 \sin\alpha = \frac{a_2^2 \cdot T^2}{4a_1} = \frac{g^2|1-\sqrt{3}\mu_1|^2}{4} \cdot \frac{8h}{g|1-\sqrt{3}\mu_1|} \cdot \frac{1}{\frac{g}{2}|1-\sqrt{3}\mu_2|} = \frac{|1-\sqrt{3}\mu_1| 8h}{2|1-\sqrt{3}\mu_2|} = \frac{4h|1-\sqrt{3}\mu_1|}{|1-\sqrt{3}\mu_2|} =$~~

~~$= 3{,}98$~~

$h_2 = S_2 \sin\alpha = \frac{S_2}{2} = \frac{a_2^2 \cdot T^2}{4a_1} = \frac{g^2|1-\sqrt{3}\mu_1|^2}{4} \cdot \frac{8h}{g|1-\sqrt{3}\mu_1|} \cdot$

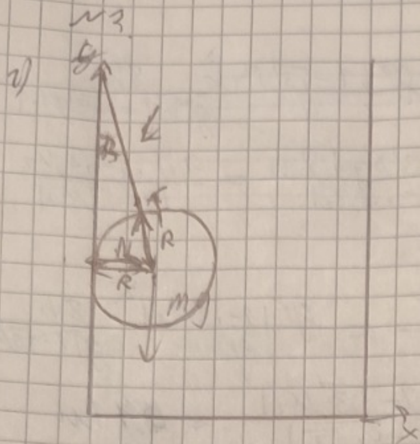
$\cdot \frac{2}{g|1-\mu_2\sqrt{3}|} \cdot \frac{1}{4} = \frac{h|1-\sqrt{3}\mu_1|}{|1-\mu_2\sqrt{3}|} \approx 1м$

$H = h_1 + h = 3м$

Ответ: $H = 3м$ $T = 2c$

№3.

1)



$\sin\beta = \frac{R}{L+R}$

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

Запишем 2-ой закон Ньютона для шара.

$y: m0 = T\cos\alpha - mg$

$x: 0 = -T\sin\alpha + N$

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

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

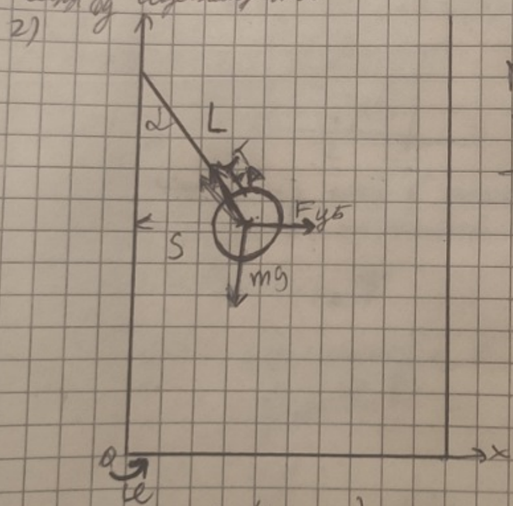
$= mg\frac{R}{\sqrt{L^2+2RL}} =$

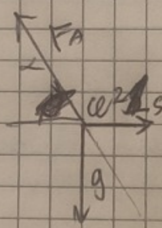
$= 0{,}8\,кг \cdot 10\frac{Н}{кг} \cdot \frac{5\,см}{\sqrt{225\,см^2 + 150}} = 8\,Н \cdot \frac{5}{5\sqrt{15}} =$

$= \frac{8\,Н}{\sqrt{15}} \approx 2{,}07\,Н$

Перейдём во вращающуюся вместе [illegible] систему отсч.

2)





$F_A = \rho g V = \frac{4\rho g \pi R^3}{3}$

~~$ma = m\omega^2 L\sin\alpha$~~

F_A действует по прямой на которой лежит равнодействующая $F_{цб}$ и mg

$F_A + T = \sqrt{(m\omega^4\sin\alpha)^2 + (mg)^2}$

$(F_A + T)\sin\alpha = m\omega^2 L\sin\alpha$

$\sqrt{(m\omega^2 L\sin\alpha)^2 + m^2g^2} = m\omega^2 L$

$m^2\omega^4L^2\sin^2\alpha + m^2g^2 = m^2\omega^4L^2$

$\sin^2\alpha + \frac{g^2}{\omega^4L^2} = 1$

$\sin^2\alpha = 1 - \frac{g^2}{\omega^4L^2} = 0{,}75$

$\alpha = 43°$

~~$Ox: m\omega^2L\sin\alpha = (F_A+T)\sin\alpha$~~

~~$F_A + T = \sqrt{(m\omega^2\sin\alpha)^2 + m^2g^2}$~~

~~$m\omega^2L = m\sqrt{\omega^4\sin^2\alpha + g^2}$~~

~~$\omega^4L^2 = \omega^4L^2\sin^2\alpha + g^2$~~

$\omega^4L^2 - g^2 = \omega^4L^2\sin^2\alpha$

$\sin\alpha = 1 - \frac{g^2}{\omega^4L^2}$

$\alpha = 48°$

Ответ: $N = 2{,}07\,Н$

Часть 2

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

Шифр: **21204843**

ID профиля: **198411**

Вариант 3

№1

Дано:

$m_1 = 5{,}5\,г$

$t = 0°C$

$S = 500\,м^2$

$P_0 = 10^5\,Па$

$C_п = 2200\,Дж/(кг\cdot К)$

$C = 4190\,\frac{Дж}{кг\cdot к}$

$r = 2{,}26\cdot 10^6\,Дж/кг$

$t_к = 100°C$

$Q_1 = cm\Delta t = 4180\,Дж/(кг\cdot к)\cdot 0{,}0055\,кг\cdot 100\,К = 2299\,Дж$

$\frac{Q_2}{r} = \frac{17430\,Дж}{2{,}26\cdot 10^6\,Дж/кг} = 0{,}0077 = 7{,}7г > 5{,}5 \Rightarrow$

вся вода испарилась

$Q_2 = mr + c_п m\Delta t$

$\frac{Q_2}{m} = r + c_п\Delta t$

$\frac{Q_2 - mr}{mc_п} = \Delta t$

$P_0 = \frac{m}{\mu V}R(\Delta t + t_к) = \frac{m}{\mu S h_к} R\left(\frac{Q_2 - mr + mC_п\cdot t_к}{mC_п}\right)$

$P_0\, h_к = \frac{mR(Q_2 - mr + mC_п t_к)}{\mu S m C_п P_0} = \frac{R(Q_2 - mr + mC_п t_к)}{\mu S C_п P_0}$

$= \frac{8{,}31(17430 - 226\cdot 55 + 12{,}1\cdot 373)}{0{,}018\cdot 0{,}005\cdot 10^5\cdot 2200}\,м =$

$= \frac{8{,}31(17430 - 12430 + 4513{,}3)}{18\cdot 5\cdot 2200} = 0{,}3992\,м = 39{,}92\,см$

$h_1 = \frac{m}{\rho_в\cdot S} = \frac{5{,}5\,г}{1\,г/см^3\cdot 500\,см^2} = 0{,}011\,см$

$H = h_2 - h_1 = 39{,}9$

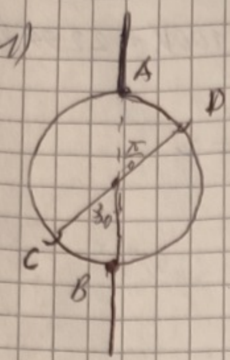
Ответ: $H = 39{,}9$, $Q_1 = 2299\,Дж$

№3.

$R = 24$ Ом

$U = 6$ В

1)



L – длина кр.

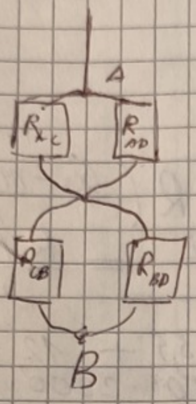
Т.к. $30° = \frac{\pi}{6}$, а полный круг составляет 2π => $AD = CB = \frac{\pi}{6 \cdot 2\pi} L = \frac{1}{12}$ =>

$R_{AD} = R_{CB} = \frac{1}{12} R_L = 2$ Ом

$R_{AC} = R_{BD} = \frac{5}{12} R_L = 10$ Ом

$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_{AC}} + \frac{1}{R_{AD}} = \frac{1}{5R_{AD}} + \frac{5}{5R_{AD}} = \frac{6}{5R_{AD}}$

$R_1 = \frac{5}{6} R_{AD} = \frac{5}{72} R$



$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{CB}} + \frac{1}{R_{BD}} = \frac{5}{5R_{CB}} + \frac{1}{5R_{CB}}$

$R_2 = \frac{5}{6} R_{CB} = \frac{5}{72} R$

$R_{12} = R_1 + R_2 = \frac{10}{72} R = \frac{5}{36} R$

$I_{общ} = \frac{U}{R_{12}} = \frac{36U}{5R} = 1{,}8A$

$\frac{I_{AC}}{I_{AD}} = \frac{R_{AD}}{R_{AC}} = \frac{1}{5}$ => $I_{AC} = \frac{1}{6} I_{общ} = 0{,}3A$

$\frac{I_{BD}}{I_{CB}} = \frac{R_{CB}}{R_{BD}} = \frac{1}{5}$ => $I_{BD} = \frac{1}{6} I_{общ} = 0{,}3A$

$P_{AC} = I_{AC}^2 \cdot \frac{5}{12} R =$

$= 0{,}3A^2 \cdot 10$ Ом $= 0{,}9$ Вт

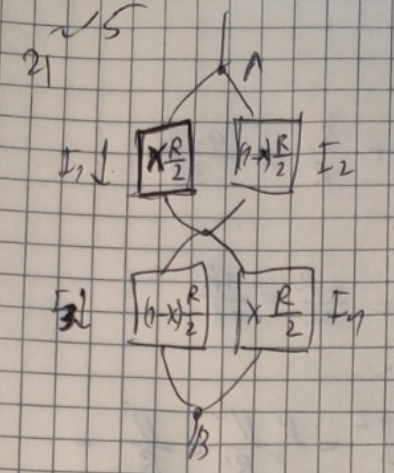
$P_{BD} = I_{BD} \cdot \frac{5}{12} R = (0{,}3A)^2 \cdot 10$ Ом $= 0{,}9$ Вт

$P_{AD} = P_{CB} = I_{AB} \cdot \frac{1}{12} R = (1{,}5A)^2 \cdot 2$ Ом $= 4{,}5$ Вт

$P = P_{AC} + P_{BD} + P_{AD} + P_{CB} = 9$ Вт $+ 1{,}8$ Вт $= 10{,}8$ Вт

Ответ: $P = 10{,}8$ Вт

21 ~15



$n = \frac{x}{1-x}$

пусть $x > 1-x \Rightarrow$

т.к $x\frac{R}{2} I_1 = (1-x)\frac{R}{2} I_2 \Rightarrow$ $I_1 < I_2$

$I_2 = I_1\left(\frac{1-x}{x}\right)$

аналогично

$I_3 = I_4\left(\frac{1-x}{x}\right)$ $I_3 < I_4$

$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

$I_1\left(1 + \frac{1-x}{x}\right) = I_4\left(1 + \frac{1-x}{x}\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow I_1 = I_4 \Rightarrow I_3 = I_2 \Rightarrow$

через перемычку течёт ток $I_1 - I_3 = I_1 - I_2 =$

$= I_1\left(1 - \frac{1-x}{x}\right) = I_1\left(\frac{x-1+x}{x}\right) = I_1\left(\frac{2x-1}{x}\right) = \frac{2}{3}$ A

$I_{полн} = I_1 + I_2 = I_1\left(1 + \frac{1-x}{x}\right) = \frac{I_1}{x}$

$I_1 = I_{полн} \cdot x$

$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{x\frac{R}{2}} + \frac{1}{(1-x)\frac{R}{2}} = \frac{2}{R}\left(\frac{1-x+x}{x(1-x)}\right)$

$I_{полн} =$

$R_1 = \frac{R \cdot x(1-x)}{2}$

$I_{пол} = \frac{U}{2R_1} = \frac{U}{R(1-x)x}$

$I_1 = \frac{U}{R(1-x)}$

$\frac{U(2x-1)}{R(1-x)x} = \frac{2}{3}$ A

$\frac{2x-1}{4(1-x)x} = \frac{2}{3}$ $\quad 6x - 3 = 8x - 8x^2$

$3x^2 - 2x - 3 = 0$

$4x - 2 = 12(x - x^2)$ $\quad D = 4 + 96 = 100$

$2x - 1 = 6x - 6x^2$ $\quad x = \frac{2+10}{16} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$

$6x^2 - 4x - 1 = 0$ $\quad 1 - x = \frac{1}{4}$

$D = 16 + 24 = 40$ $\quad \Downarrow$

$n = 3$

$x = \frac{4 + 2\sqrt{10}}{12} = \frac{2+\sqrt{10}}{6}$

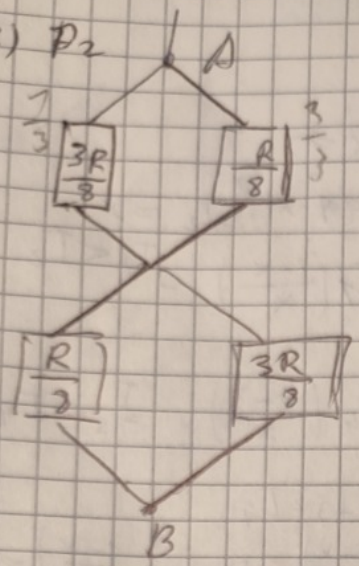
$n = \frac{\frac{2+\sqrt{10}}{6}}{1 - \frac{2+\sqrt{10}}{6}} = \frac{2+\sqrt{10}}{4-\sqrt{10}} = 6{,}16$

Ответ: $n = 6{,}16$

Ответ: $n = 3$

№5

3) P_2



$\frac{1}{R_1} = \frac{8}{3R} + \frac{8}{R} = \frac{4 \cdot 2}{3R}$

$R_1 = \frac{3R}{32}$

$R_{общ} = 2R_1 = \frac{6R}{32} = \frac{3R}{16}$

$P = R_{об} I^2 = R_{об} \frac{V^2}{R^2} = \frac{V^2}{R_{об}} =$

$= \frac{16 U^2}{3R} = \frac{16 \cdot (6\text{В})^2}{3 \cdot 24\,\text{Ом}} = 12\,\text{Вт}$

Ответ: $P = 12\,\text{Вт}$

Ответ: 1) $P = 10{,}8\,\text{Вт}$

2) $n = 3$

3) $P = 8\,\text{Вт}$