Часть 1

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

Шифр: **21205670**

ID профиля: **318207**

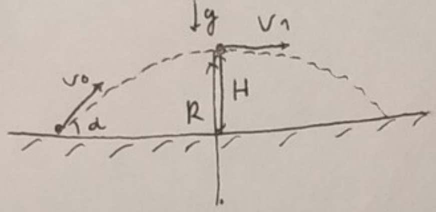
Вариант 4

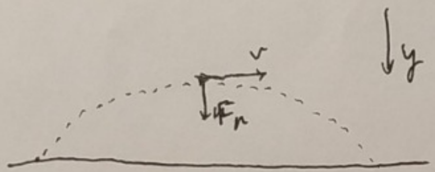
Чистовик ①

Вариант 10-04

Задача 1

$\alpha = 45°$, $H = 10$ м | $v_0; v$ - ?





На максимальной высоте скорость камня направлена горизонтально.

Уравнение движения камня:

$v_0 \sin\alpha - gt = 0 \qquad t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

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

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

Найдем радиус кривизны траектории в высшей точке. Скорость камня в ней $v_1 = v_0 \cos\alpha$; ускорение — g. Тогда:

$g = \frac{v_1^2}{R}$; $R = \frac{v_1^2}{g} = \frac{v_0^2 \cos^2\alpha}{g} = \frac{2H}{tg^2\alpha} = 20$ м.

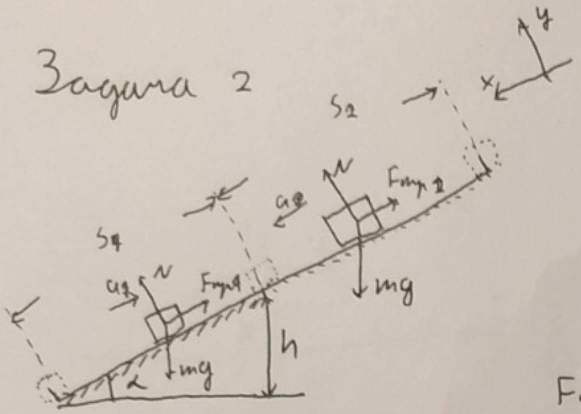
Рассмотрим движение самолета в этой точке: на него действует сила $F_n = \frac{mg}{2}$ по условию; по II закону Ньютона $m\vec{a} = \vec{F_n}$; Oy: $F_n = ma \Rightarrow a = \frac{g}{2}$. Радиус кривизны траектории в этой точке $R = \frac{2v^2}{g} = \frac{v_1^2}{g} \Rightarrow v = \frac{v_1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{gH}}{tg\alpha} = 10 \frac{м}{с}$

Ответ: $v_0 = 20 \frac{м}{с}$; $v = 10 \frac{м}{с}$.

Чистовик ②

Вариант 10-04

Задача 2



$\cos\alpha = \frac{24}{25}$, $h = 1{,}4$ м, $\mu_1 = 0{,}5$, $\mu_2 = 0{,}06$ | V_{max}, S - ?

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

II закон Ньютона для участка с ~~[зачёркнуто]~~ μ_1: $m\bar{a}_1 = m\bar{g} + \bar{N}_1 + \bar{F}_{тр1}$

Ox: $ma_1 = mg\sin\alpha - F_{тр1}$ $\quad Oy$: $N = mg\cos\alpha$

$F_{тр1} = \mu_1 N_1$ (т.к. тело движется). Тогда

$ma_1 = -\mu_1 mg\cos\alpha + mg\sin\alpha$; $a_1 = g(-\mu_1\cos\alpha + \sin\alpha) = -2\,\frac{м}{с^2}$;

тело на участке μ_1 тормозит.

II закон Ньютона для участка с μ_2: $m\bar{a}_2 = m\bar{g} + \bar{N} + \bar{F}_{тр2}$

Ox: $ma_2 = mg\sin\alpha - F_{тр2}$ $\quad Oy$: $N = mg\cos\alpha$ $\quad F_{тр2} = \mu_2 N$ (т.к. тело движется).

Тогда $ma_2 = mg\sin\alpha - \mu_2 mg\cos\alpha$; $a_2 = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) = 2{,}22\,\frac{м}{с^2}$, тело на участке μ_2 разгоняется. Тогда максимальная скорость тела на стыке участков (высоте h). От этой отметки до остановки тело проедет расстояние $S_1 = \frac{h}{\sin\alpha} = 5$ м с ускорением $a_1 = -2\,\frac{м}{с^2}$ =>

=> $S_1 = \frac{0 - V_{max}^2}{2a_1}$; $V_{max} = \sqrt{-2a_1 S_1} = \sqrt{-2g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)\cdot\frac{h}{\sin\alpha}} = 4{,}5\,\frac{м}{с}$. От начала движения до этой отметки тело проедет $S_2 = \frac{V_{max}^2 - 0}{2a_2} =$

$= \frac{2g(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)\cdot h}{2g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)\cdot\sin\alpha} = \frac{h}{\sin\alpha}\cdot\frac{\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha}{\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha} = 4{,}5$ м. Общий путь $S = S_1 + S_2 =$

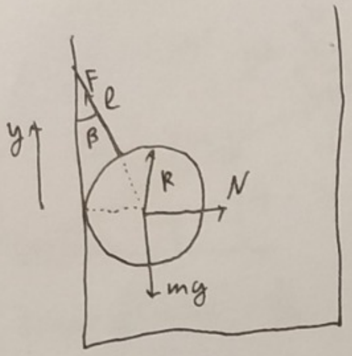
$= \frac{h}{\sin\alpha}\cdot\left(1 + \frac{\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha}{\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha}\right) = 9{,}5$ м.

Ответ: $V_{max} = 4{,}5\,\frac{м}{с}$; $S = 9{,}5$ м

Чистовик ③ Вариант 10-04

Задача 3

$R = 0{,}08$ м; $l = 0{,}08$м, $m = 5{,}2$кг; $\alpha = 60°$ | F, T - ?



1) По II закону Ньютона для шара:

$0 = \bar{F} + m\bar{g} + \bar{N}$ $\quad Oy$: $F\cos\beta = mg$; $\sin\beta = \frac{R}{R+l}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow F = \frac{mg}{\sqrt{1-\sin^2\beta}} = \frac{mg(R+l)}{\sqrt{l^2+2Rl}} = 60$ Н

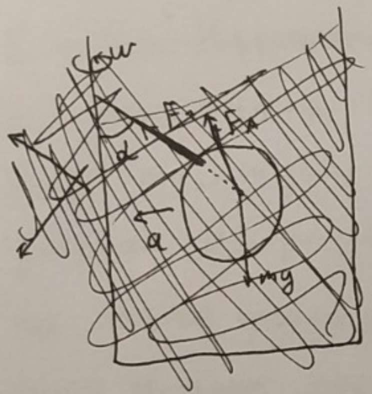
2) По II закону Ньютона для шара:

$m\bar{a} = m\bar{g} + \bar{F}_1 + \bar{F}_A$ $\quad Ox$: $ma\cos\alpha = mg\sin\alpha - F_A\sin(\alpha-\gamma)$

$\bar{F}_A = -\rho V\bar{g}^* = \rho V(-\bar{g}+\bar{a})$; $F_A = \rho V\sqrt{g^2+a^2}$; $a = g\,tg\gamma$

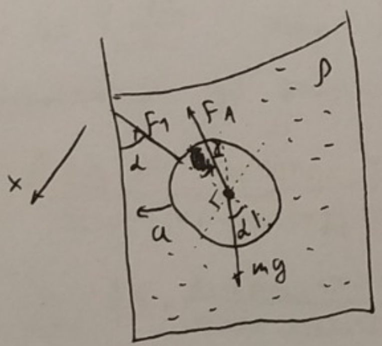
$m(g\sin\alpha - g\,tg\gamma\cos\alpha) = \rho V\sqrt{g^2+g^2tg^2\gamma}\cdot\sin(\alpha-\gamma)$

$mg\frac{\sin\alpha\cos\gamma - \sin\gamma\cos\alpha}{\cos\gamma} = \rho Vg\sqrt{1+tg^2\gamma}\cdot(\sin\alpha\cos\alpha - \cos\alpha\sin\gamma)$



$\left[\begin{array}{l}\sin\alpha\cos\gamma - \sin\gamma\cos\alpha = 0\\ m = \rho V\cdot\frac{1}{\cos\gamma}\cdot\cos\gamma = \rho V\end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l}tg\alpha = tg\gamma\\ \rho_ш = \rho\end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l}\alpha = \gamma\\ \rho = \frac{3m}{4\pi R^3}\end{array}\right.$;

$\frac{3m}{4\pi R^3} = 2400\,\frac{кг}{м^3} \neq \rho \Rightarrow \alpha = \gamma$.



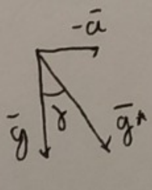
Перепишем II закон Ньютона на Ox:

$ma\cos\alpha = mg\sin\alpha - F_A\cdot\sin 0 \Rightarrow a = g\,tg\alpha$

$a = w^2\cdot(R+l)\sin\alpha = \frac{4\pi^2}{T^2}(R+l)\sin\alpha = g\,tg\alpha$

$T^2 = \frac{4\pi^2(R+l)\cos\alpha}{g}$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+l)\cos\alpha}{g}} = 0{,}56$ с.

Ответ: $F = 60$Н; $T = 0{,}56$с.

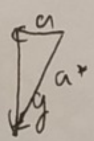


Черновик

$$10\cdot\left(\frac{7}{25}-0{,}06\cdot\frac{24}{25}=\frac{7-1{,}44}{25}\cdot 10=2{,}24\right.$$

$$2\sqrt{5}$$

$$5\cdot\frac{\frac{5}{25}}{\frac{9{,}56}{25}}$$



$$\frac{52\cdot 2}{\sqrt{3}}$$

$$\sin 30^\circ=\underset{1}{\sin 90}\,\underset{\frac{1}{2}}{\cos 60}-\underset{0}{\cos 90}\,\sin 60$$

$$\sin(\alpha-\beta)=\sin\alpha\cos\beta-\cos\alpha\sin\beta$$

$$\frac{2gh\cdot\cos\alpha}{\sin^2\alpha\cdot g}$$

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

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

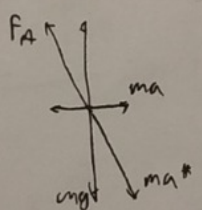
$$\sqrt{1-\frac{R^2}{(R+l)^2}}=\frac{\sqrt{R^2+2Rl+l^2-R^2}}{R+l}=\frac{\sqrt{l^2+2Rl}}{R+l}$$

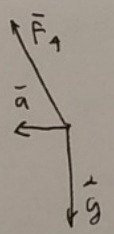
$$\cos^2\alpha\,\tg^2\alpha=1-\cos^2\alpha$$

$$\cos^2\alpha=\frac{1}{1+\tg^2\alpha}$$

$$\cos\alpha=\frac{1}{\sqrt{1+\tg^2\alpha}}$$

$$\frac{1}{\cos\alpha}=\sqrt{1+\tg^2\alpha}$$





$$\frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

$$n=\frac{\ldots}{2\pi}\qquad T=\frac{1}{n}=\ldots=\frac{2\pi}{\omega}$$

Часть 2

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

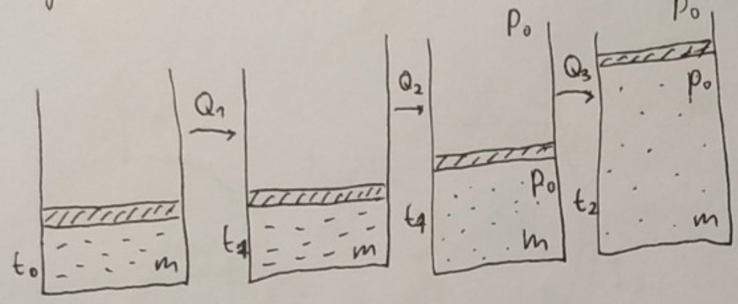
Шифр: **21205670**

ID профиля: **318207**

Вариант 4

Чистовик (1) Вариант 10-04

Задача 4



$t_0=20°C$, $m=0{,}01$ кг, $p_0=10^5$ Па, $Q=33\cdot10^3$ Дж, $c=4180\ \frac{Дж}{кг\cdot K}$, $t_2=100°C$, $r=2{,}26\cdot10^6\ \frac{Дж}{кг}$, $c_p=2200\ \frac{Дж}{кг\cdot K}$ | Q_1, V - ?

На нагрев воды от t_0 до t_1 необходимо количество теплоты $Q_1=mc(t_2-t_0)=3344$ Дж.

Для испарения воды необходимо количество теплоты $Q_2=mr=$ $=22600$ Дж. Так как $Q>Q_1+Q_2$, то испарится вся вода. Оставшееся количества теплоты $Q_3=Q-Q_1-Q_2=Q-m(c(t_2-t_0)+r)$ хватит на нагрев пара до t_2: $Q_3=mc_p(t_2-t_1)$; $t_2=t_1+\frac{Q_3}{mc_p}=t_1+\frac{Q}{mc_p}-\frac{c(t_2-t_0)}{c_p}+\frac{r}{c_p}=421°C$;

$T_2=t_2+273K=694K$. Закон Менделеева - Клайперона: $p_0V=\frac{m}{\mu}RT_2$;

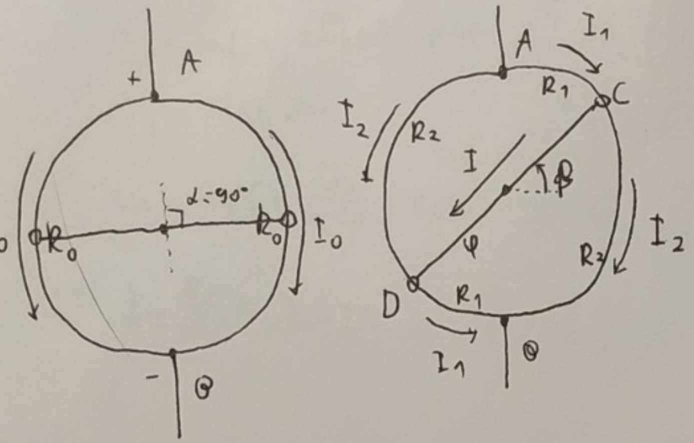
$V=\frac{mRT_2}{\mu p_0}=0{,}032\ м^3=32л$. (давление под легким поршнем равно ~~[illegible]~~ наружнему)

Ответ: $Q_1=3344$ Дж; $V=32$ л.

Чистовик ② Вариант 10-04

Задача 5

$R = 72\ \Omega$, $U = 24$ В, $I = 0{,}5$ А | P, β, P_2 - ?



В первом случае схема симметрична относительно диаметра АВ, поэтому потенциалы на концах перемычки одинаковы, ток через перемычку не идет. Сопротивление половины кольца $R_0 = \frac{R}{2}$; мощность, выделяемая на половине $P_0 = \frac{U^2}{R_0} = \frac{2U^2}{R}$; на всем кольце - $P = 2P_0 = \frac{4U^2}{R} = 32$ Вт.

Во втором случае схема симметрична относительно центра кольца. Пусть концы перемычки C и D, $R_{AC} = R_{DB} = R_1$; $R_{AD} = R_{CB} = R_2$, $I_{AC} = I_{DB} = I_2$, $I_{AD} = I_{CB} = I_2$, $I_{CD} = I$. Потенциалы на концах перемычки одинаковы: $\varphi_C = \varphi_D = \varphi$ $(R_{CD} = 0)$. Тогда

$\varphi_A - \varphi_C = I_1 R_1 = \varphi_D - \varphi_B$; $\varphi_A - \varphi_D = I_2 R = \varphi_C - \varphi_B$; $\varphi_A - \varphi_B = U \Rightarrow 2 I_1 R_1 = 2 I_2 R_2 = U$;

$I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_2}$. $I = I_1 - I_2$ (закон сохранения тока в узле C) $\Rightarrow I_1 = \frac{I R_2}{R_2 - R_1}$.

Сопротивление $R_2 = R_0 \cdot \frac{90° + \beta}{180°}$, $R_1 = R_0 \cdot \frac{90° - \beta}{180°} \Rightarrow I_1 = I \frac{90° + \beta}{2\beta}$. $I_1 = \frac{U}{2R_1} =$

$= \frac{U \cdot 180°}{2 \cdot R_0 \cdot (90° - \beta)} = \frac{U \cdot 180°}{R \cdot (90° - \beta)} = I \cdot \frac{90° + \beta}{2\beta} \Rightarrow \frac{2\beta \cdot 180°}{(90° - \beta)(90° + \beta)} = \frac{IR}{U} = 1{,}5$; $2\beta \cdot 180° = 12150°^2 - 1{,}5\beta^2$;

$\beta^2 + 240° \cdot \beta - 8100°^2 = 0$; $\beta = -120° \pm \sqrt{8100°^2 + 14400°^2} = -120° \pm 150° = 30°$ $(-270°$ не подходит$)$.

Тогда $R_1 = \frac{R}{2} \cdot \frac{90° - \beta}{180°} = \frac{R}{6}$, $R_2 = \frac{R}{2} \cdot \frac{90° + \beta}{180°} = \frac{R}{3}$; $I_1 = \frac{U}{2R_1} = \frac{3U}{R}$; $I_2 = \frac{U}{2R_2} = \frac{3U}{2R}$;

$P_2 = P_{AD} + P_{DB} + P_{AC} + P_{CB} = 2 \cdot I_2^2 R_2 + 2 \cdot I_1^2 R_1 = 2 \cdot \left(\frac{3U^2}{4R} + \frac{3U^2}{2R}\right) = \frac{9U^2}{2R} = 36$ Вт.

Ответ: $P = 32$ Вт; $\beta = 30°$; $P_2 = 36$ Вт.

Черновик

$Q_1 = mc\Delta t = 3344$ Дж

$Q_2 = mL = 22600$ Дж

$Q_3 = 7056$ Дж

$t_k = 100°C + \frac{Q_3}{mc_p} = 421°C = 594K$ $\quad pV = \frac{m}{\mu}RT$

$I_1\frac{R_1}{R_2} = I_1 - I \quad I = I_1\left(1 - \frac{R_1}{R_2}\right) \quad I_1 = \frac{IR_2}{R_2 - R_1}$

$\frac{90°+\beta}{180°} - \frac{90°-\beta}{180°} = \frac{2\beta}{180°} \qquad \frac{\frac{90°+\beta}{180°}}{\frac{2\beta}{180°}} = \frac{90°+\beta}{2\beta}$

$I \downarrow 2u \qquad 12 \downarrow 2I$

$2I \downarrow 4u \qquad 2u \downarrow I$

$\frac{\overset{3}{\cancel{9}}U^2}{4R^2}\cdot\frac{R}{\cancel{3}} = \frac{3U^2}{4}$

$\frac{9U^2}{R^2}\cdot\frac{R}{6} = \frac{3U^2}{2R}$

$9I^2R_1 + 2I^2R_2 = \frac{4}{3}I^2R + \frac{2}{3}I^2R = 2I^2R = 36$ Вт

$\frac{1}{3}\cdot\frac{9}{2} = \frac{3}{2}\cdot U$

21205670 (U318207 M1281290)