Часть 1

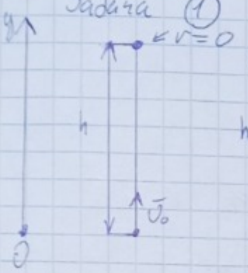
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

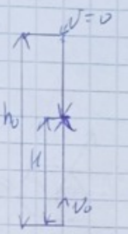
Шифр: **21204922**

ID профиля: **294178**

Вариант 1

Задача ① Чистовик





1) В верхней точке траектории скорость мяча равна 0. $\frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = h$, т.к. $v_1 = 0$, то $h = \frac{v_0^2}{2g}$

2) Запишем ур-ния движения мячиков

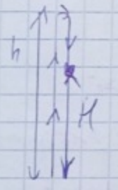
① $y_1 = y_0 - g\frac{t^2}{2}$; $y_0 = h = \frac{v_0^2}{2g}$; $y = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2}$

② $y_2 = v_0 t - g\frac{t^2}{2}$. Т.к. они встретились, приравняем оба ур-ния.

$\frac{v_0^2}{2g} - g\frac{t^2}{2} = v_0 t - g\frac{t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{v_0}{2g}$ – момент встречи, подставим t в любое ур-ние

$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2}\frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{3}{8}\frac{v_0^2}{g} = H$, $v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}Hg}$ – начальная скорость

$t = \frac{\sqrt{\frac{8}{3}Hg}}{2g} = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$.



– из рисунка видно, что $s = 2h - H$

$s = \frac{v_0^2}{g} - H = \frac{\frac{8}{3}Hg}{g} - H = \frac{5}{3}H$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$, $v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}Hg}$, $s = \frac{5}{3}H$

1стр

Задача (3) чистовик

Дано:
$m = 3$ г
$M = 18$ г/моль
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль}$
$p_н = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па
$\frac{V_1}{V_2} = 3{,}5$
$\frac{p_2}{p_1} = 1{,}8$
$t = 81°C$

1) $T_1 = 273 + t = 273 + 81 = 354$ К

2) Т.к. процесс изотермический, то $p \sim \frac{1}{V}$, но объем уменьшился в 3,5 раза, а давление увеличилось в 1,8 раз, это говорит о том, что в процессе сжатия пар стал насыщенным и его давление не изменялось.

$p_2 = p_н$, $p_1 = \frac{p_2}{1{,}8}$, $p_1 = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{1{,}8} = 0{,}278 \cdot 10^5$ Па

3) Запишем ур-ния Менделеева Клапейрона.

$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1$, $V_1 = \frac{\frac{m}{M} R T_1}{p}$

$V_1 = \frac{3}{18} \cdot \frac{8{,}31 \cdot 354}{0{,}278 \cdot 10^5} = 1763{,}63 \cdot 10^{-5}$ м³ $= \cancel{176{,}4 \cdot 10}$

$V_2 = \frac{V_1}{3{,}5}$; $V_2 = \frac{1763{,}63 \cdot 10^{-5}}{3{,}5} = 503{,}9 \cdot 10^{-5}$ м³ $= 5039$ мл

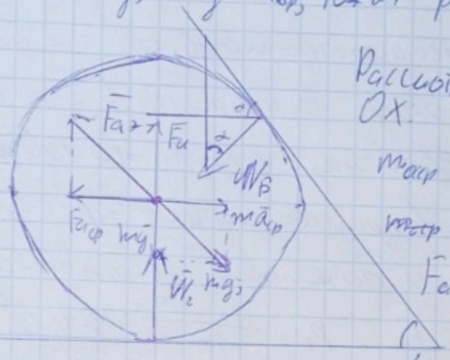
Ответ: $p_1 = 0{,}278 \cdot 10^5$ Па, $V_2 = 5039$ мл

$\boxed{4\ стр}$

21204922 (U294178 M1283838)

Чистовик

Введём $g_э$ эффективное ускорение свободного падения $\bar{g}_э = \bar{g} + \bar{a}_{цр}$, тогда рассмотрим шар и силы действующие на него



Рассмотрим проекции сил на ось OX:

$m a_{цр} - F_{Aцр} - N_{Бx} = ma, a = 0$

$m \cdot a_{цр} - 2\omega^2 R \cdot \left(\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 3\rho\right)$

$F_{Aцр} = \left(\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho\right) 2\omega^2 R$

$N_{Бx} = N_Б \sin\alpha$

$2\omega^2 R \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho (3-1) = N_Б \sin\alpha$

$N_{Бy} = N_Б \cos\alpha$

$N_{Бy} = \frac{16}{3}\pi\omega^2\rho R^4 \cdot \frac{1}{tg\alpha}$

В проекции на ось OY:

$N_2 + F_{A*} - mg - N_{Бy} = 0$

$N_2 = mg + N_{Бy} - F_A$

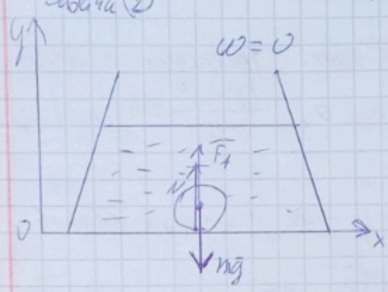
$N_2 = \frac{4}{3}\pi R^3\rho\left(3g + \frac{8\omega^2 R}{tg\alpha} - g\right) = \frac{4}{3}\pi R^3\rho\left(2g + \frac{8\omega^2 R}{tg\alpha}\right) =$

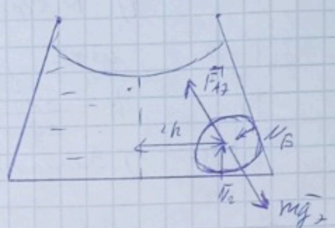
$= \frac{8}{3}\pi R^3\rho\left(g + \frac{4\omega^2 R}{tg\alpha}\right)$

Ответ: $N_1 = \frac{8}{3}\pi R^3\rho g$, $N_2 = \frac{8}{3}\pi R^3\rho\left(g + \frac{4\omega^2 R}{tg\alpha}\right)$

$\boxed{3\ стр}$

Задача ② 　　　　　чистовик





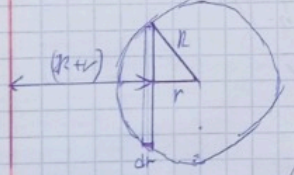
1) Пока сосуд покоится ~~нечто~~ шар внутри него действуют 3 силы – Архимеда, тяжести, реакции, т.к. шар покоится, то векторная сумма сил действующая на него равна 0, $\vec F_A + \vec N_1 + m\vec g = 0$, в проекции на ось Oy:

$F_A + N_1 - mg = 0$, $m = \frac{4}{3}\pi R^3 3\rho$, $F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho \cdot g$

$N_1 = mg - F_A$

$N_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g(3-1) = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$

2) После того как сосуд начал вращаться, он стал некоторое ω. Найдём суммарную силу инерции на шар.



Рассмотрим тонкие слои шара толщиной dr, их радиус $\sqrt{R^2-r^2}$, тогда их площадь $\pi(\sqrt{R^2-r^2})^2$, а объём $\pi(R^2-r^2)\,dr$, масса $3\rho\pi(R^2-r^2)\,dr$. Центробежное ускорение на расстоянии r от центра шара: $\omega^2(2R+r)$, тогда $dF = a\,dm = \omega^2(2R+r) \cdot 3\rho\pi(R^2-r^2)\,dr$
2-ой з-н Ньютона

$$F_и = \int_{-R}^{R} 3\rho\pi\omega^2(2R+r)(R^2-r^2)\,dr = 3\rho\pi\omega^2\int_{-R}^{R}(2R^3 - 2Rr^2 + rR^2 - r^3)\,dr =$$

$$= 3\rho\pi\omega^2 \cdot \left(2R^3 r - \frac{2}{3}Rr^3 + \frac{1}{2}R^2r^2 - \frac{r^4}{4}\right)\Bigg|_{-R}^{R} =$$

$$= 3\rho\pi\omega^2\left(\left(2R^4 - \frac{2}{3}R^4 + \frac{1}{2}R^4 - \frac{R^4}{4}\right) - \left(-2R^4 + \frac{2}{3}R^4 + \frac{1}{2}R^4 - \frac{R^4}{4}\right)\right) =$$

$$= 8\rho\pi\omega^2 R^4$$

$$= \cancel{\left(R^4 - \frac{1}{2}R^4\right)3\rho\pi\omega^2 = \frac{3}{2}\rho\pi\omega^2R^4}$$

Найдём среднее ускорение $a_{ср} = \frac{F_и}{m} = \frac{8\rho\pi\omega^2R^4}{\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 3\rho} = \frac{8\rho\pi\omega^2R^4}{\frac{4}{3}\pi R^3 3\rho} =$

$= \frac{3 \cdot 8\omega^2 R}{8} = 2\omega^2 R$

стр

$\frac{v_0^2}{2g} = H_0, \quad H_0 = \frac{v_0^2}{2g}$

$\frac{v_0^2}{2g} \cancel{+} \frac{gt^2}{2} = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$\frac{v_0}{2g} = t$

$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = H$

$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g v_0^2}{24 g^2} = H$

$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = H$

$\frac{3}{8}\frac{v_0^2}{g} = H$

$v_0 = \sqrt{\frac{8}{3} g H}$

$t = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$

$\boxed{\frac{0,5 \cdot 10^5}{1,8}}$

dR

$2\frac{v_0^2}{2g} - H$

$\frac{8}{3}H - H = \frac{5}{3}H$

$0,2(7) \cdot 10^5 \ \Pi a$

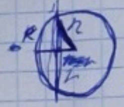
$PV = \nu RT$

$V = \frac{\frac{3}{18} \cdot 8,31 \cdot 254}{100,5 \cdot 10^5}$

$V = \frac{8,31 \cdot 254}{5 \cdot 10^5}$

$42,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$\pi(R^2 - r^2)\,dr$



$\boxed{\sqrt{R^2 - r^2} \cdot dr}$

$\omega^2 (R + r)$

$\frac{3}{4}\frac{(r^2 - r^2)\,dr}{R^3} \cdot m$

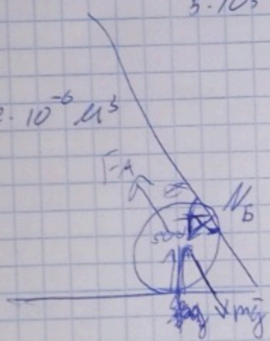
$\frac{4}{3}\pi R^3$

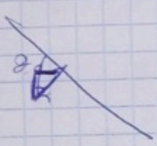
$dm = \rho \pi (R^2 - r^2)\,dr\,R$

$\omega^2 \rho \pi (R^2 - r^2)(R + r)\,dr$

$\int_{-R}^{R} \omega^2 \rho \pi (R + r)^2 (R - r)\,dr$

$mg - F_A$





$\omega^2 R, \ g$

$tg\alpha = 2$

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

$\frac{1}{\cos^2} = 5$

$\cos = \frac{\sqrt{5}}{5}$

$\sin = \frac{\sqrt{20}}{5} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$

$N_Б \cdot \cos\alpha = 4\omega R^2$

$N_Б = \frac{4\omega R^2}{\cos\alpha}$

$N_{\text{об}} = 4\omega R^2\, tg\alpha + mg - F_A$

21204922 (U294178 M1283838)

Часть 2

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

Шифр: **21204922**

ID профиля: **294178**

Вариант 1

Чистовик

Задача 5

Дано:

$i = 3$

$P_1 = 1{,}02 P_0$

$V_1 = 0{,}99 V$

δT_1 — ?

$\frac{Q}{A}$ — ?

1) Пусть $T_1 = \alpha T_0$, тогда запишем ур-ние Клапейрона

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{1{,}02 P_0 \cdot 0{,}99 V_0}{\alpha T_0} \Rightarrow \frac{1{,}02 \cdot 0{,}99}{\alpha} = 1$$

$\alpha = 1{,}02 \cdot 0{,}99 \approx 1{,}01 \Rightarrow \delta T = 1\%$

2) 1-ое начало термодинамики:

$Q = \Delta U + A$, $\Delta U = \frac{i}{2} \nu k \Delta T$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu k \Delta T$, По определению $dA = p\,dV$,

т.к. δp — мало, то будем считать процесс изобарным при давлении $P_2 = 1{,}01 P_0$ (среднее между P_1 и P_0), тогда

$A = P_2 \cdot (V_0 - V_1) = -1{,}01 P_0 \cdot 0{,}01 V_0$, запишем ур-ние Менделеева – Клапейрона. $A < 0$, т.к. газ сжимается и над ним сов. работу

$P_0 V_0 = \nu k T_0$, $\quad -1{,}01 \cdot 0{,}01 P_0 V_0 = -\nu k T_0 \cdot 1{,}01 \cdot 0{,}01$

$Q = \frac{3}{2} \nu k \Delta T - 1{,}01 \cdot 0{,}01 \nu k T_0$, $\Delta T = 0{,}01 T_0$

$Q = 1{,}5 \cdot 0{,}01 \nu k T_0 - 1{,}01 \cdot 0{,}01 \nu k T_0 = 0{,}01 \cdot 0{,}49 \nu k T_0$

$A = -1{,}01 \cdot 0{,}49 \nu k T_0$

$\frac{Q}{A} = -\frac{0{,}49}{1{,}01} = -0{,}485$

Ответ: $\delta T = +1\%$, $\frac{Q}{A} = -0{,}485$

стр 3

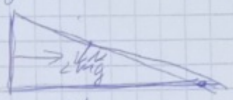
21204922 (U294178 M1283839)

Чернові.

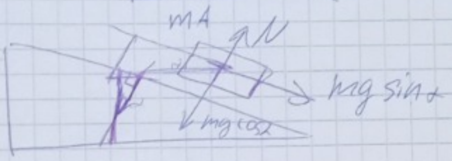
$\frac{H}{\sin\alpha}$, $g\sin\alpha$

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

$t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$



mA



$\sin\alpha \cdot N$

$3mA = 2mg - N\sin\alpha$; $A = \frac{2mg - N\sin\alpha}{3m}$

$mg\cos\alpha + mA\sin\alpha = N$

$mg\cos\alpha + \frac{2mg - N\sin\alpha}{3}\sin\alpha = N$

$mg(\cos\alpha + \frac{2}{3}\sin\alpha) = N(1 + \frac{\sin^2\alpha}{3})$

$N = \frac{mg(\cos\alpha + \frac{2}{3}\sin\alpha)}{(1 + \frac{\sin^2\alpha}{3})} = mg\frac{(\frac{4}{5} + \frac{2}{5})}{1 + \frac{9}{3\cdot 25}} =$

$= \frac{\frac{8}{5}}{\frac{28}{25}} = \frac{30}{28}mg$

$A = \frac{2mg - \frac{30\cdot 3}{28\cdot 5}mg}{m} = g(2 - \frac{18}{28} \cdot \frac{56-18}{28}) =$

$= \frac{38}{28} = \frac{19}{14}$

$\cancel{H}$, $mA \cdot \cos\alpha$

$mg\sin\alpha -$

$\frac{3}{5}mg - \frac{19}{14}\cdot\frac{4}{5}g$

$42 -$

№5

$\frac{pV}{T} = \frac{1{,}02p \cdot 0{,}95V}{\alpha T}$

$1 = \frac{1{,}02 \cdot 0{,}95}{\alpha}$

$\alpha = 1{,}02 \cdot 0{,}99 =$

$= 1{,}0098 \approx 1{,}01 \approx 1\%$

$Q = U + A$

$U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$

$p\,dV$

$1{,}01 \cdot 0{,}01V$

$1{,}01 \cdot 0{,}01 = \nu R T$

21204922 (U294178 M1283839)

чистовик

$$\frac{\cancel{5}^{1}}{\cancel{21}_{7}} g \frac{t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{H}{\cancel{5}}\,\cancel{21}$$

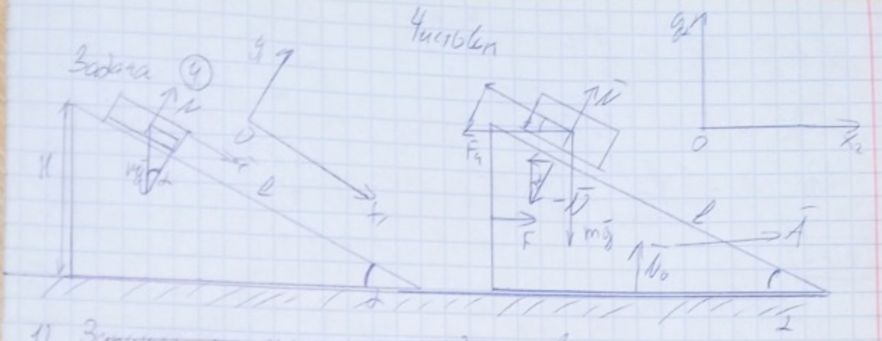
$$\frac{gt^2}{14} = H; \qquad t = \sqrt{\frac{14H}{g}}$$

Ответ: $t_1 = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$, $A = \frac{19}{42}g$, $t_2 = \sqrt{\frac{14H}{g}}$

$\boxed{\text{стр2}}$

Чистовик

Задача 4



1) ~~Запишем проекции сил дейс~~ Запишем 2-ой з-н Ньютона для шайбы

$m\bar{a} = m\bar{g} + \bar{N}$, в проекции на ось OX_1: $mg \cdot \sin\alpha = ma$

$a = g\sin\alpha$,

2) $l = H/\sin\alpha$, $\quad \frac{g\sin\alpha \cdot t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$, $\quad t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin\alpha}}$

$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{5}{3}$

3) Запишем 2-ой з-н Ньютона для клина

$3m\bar{A} = -\bar{N} + \bar{F} + \bar{N_0}$, в проекции на ось OX_2: $F - N\sin\alpha = 3mA$

4) Т.к. клин движется с ускорением, то он неинерциальная СО и на шайбу действует сила инерции $F_u = A \cdot m$

5) Запишем 2-ой з-н Ньютона для шайбы

$\bar{F_u} + \bar{N} + m\bar{g} = m\bar{a}$, в проекции на ось OY_1: $F_u \cdot \sin\alpha + mg\cos\alpha = N$

$mA\sin\alpha + mg\cos\alpha = N$

$\frac{F - N\sin\alpha}{3}\sin\alpha + mg\cos\alpha = N$

$mg\left(\frac{2}{3}\sin\alpha + \cos\alpha\right) = N\left(1 + \frac{\sin^2\alpha}{3}\right)$; $N = mg\frac{\left(\frac{2}{3}\sin\alpha + \cos\alpha\right)}{1 + \frac{\sin^2\alpha}{3}}$

$N = mg\frac{\frac{2}{5} + \frac{4}{5}}{1 + \frac{9 \cdot 3}{25 \cdot 9}} = \frac{\frac{6}{5}}{\frac{28}{25}} = \frac{30}{28}mg$, $A = \frac{2mg - \frac{30}{28}mg\frac{3}{5}}{3m} =$

$= \frac{2 - \frac{18}{28}}{3}g = \frac{2 - \frac{9}{14}}{3}g = \frac{19}{14 \cdot 3}g = \frac{19}{42}g$ $\quad$ $\boxed{\text{стр 1}}$

Проекция сил действующих на шайбу на ось OX_1

$mg\sin\alpha - F_u\cos\alpha = ma$, $\quad a = g\sin\alpha - A\cos\alpha = g\frac{3}{5} - \frac{19}{42} \cdot \frac{4}{5}g =$

$= \frac{3g}{5} - \frac{38}{21 \cdot 5} = \frac{3 \cdot 21 - 38}{21 \cdot 5} = \frac{25}{21 \cdot 5} = \frac{5}{21}g$