Часть 1

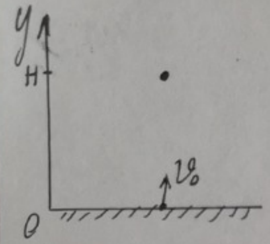
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204758**

ID профиля: **364139**

Вариант 1

Черновик



$v_0 - g t_n = 0$

$\cancel{t_n = \frac{v_0}{g}}$ $\cancel{H = v_0 t_n - \frac{g t^2}{2}} =$

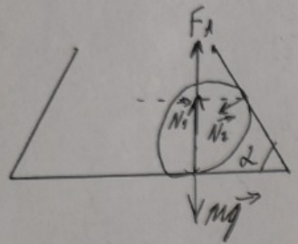
$H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow \boxed{v_0 = \sqrt{2gH}}$

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

$t = \frac{H}{v} = \frac{H}{\sqrt{2gH}} = \sqrt{\frac{H}{2g}}$

$S = \frac{gt^2}{2} = \frac{g \cdot H}{4g} = \frac{H}{4}$

№2.



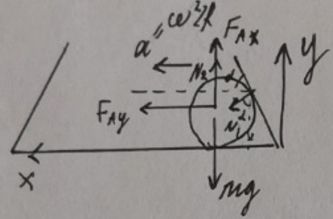
$\sin^2 x + \cos^2 x = 1 \quad / : \cos^2 x$

$tg^2 x + 1 = \frac{1}{\cos^2 x} \Rightarrow \cos x = \frac{1}{\sqrt{5}}$

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

$\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho + N_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 3\rho$

$N_1 = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho$



$Ox: m\omega^2 2R = \omega^2 2RV\rho + N_{2_2} \sin\alpha$

$\frac{\omega^2 2R(m - V\rho)}{\sin\alpha} = N_{2_2}$

$Oy: F_A + N_2 = N_{2_2}\cos\alpha + mg$

$N_2 = \omega^2 2R(m - V\rho) \cdot ctg\alpha - \rho\frac{4}{3}\pi R^3 g + \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 3\rho g$

$N_2 = \omega^2 R(m - V\rho) + \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g(3-1) = \omega^2 R \cdot (2 \cdot \frac{4}{3}\rho \pi R^3) + \frac{4}{3} \cdot 2\pi R^3 \rho g = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho(\omega^2 R - g)$

№3.

~~начало~~ $pV = \frac{m}{M}RT$

$PV = \nu RT$ (нач)

const $\cancel{\frac{pV}{\nu} = RT}$

$K = 81 + 273 = 354$

$\begin{array}{r} 273 \\ + \; 81 \\ \hline 354 \end{array}$

$\frac{9}{5} \cdot \frac{1 \cdot 2}{7} = \frac{18}{35}$

$1{,}8\rho \cdot \frac{V}{3{,}5} = \frac{m-x}{M}RT$

$\frac{18}{35}\rho V = \frac{m-x}{M}RT$

$\begin{array}{r} 35 \\ - \; 18 \\ \hline 17 \end{array}$

$\frac{18}{35}\frac{m}{\cancel{M}} = \frac{m-x}{\cancel{M}}$

$18m = 35m - 35x$

$35x = 17m$

$x = \frac{17m}{35}$

№1.

Дано:

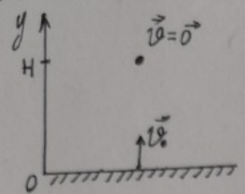
H

t - ?

v_0 - ?

S - ?

Решение:



По закону сохранения энергии для первого шара: $\frac{mv_0^2}{2} = mgH$

$$v_0 = \sqrt{2gH}$$

если t - время полёта второго мяча до столкновения, то за это время он пройдёт путь $l_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, а ~~второй путь~~ первый мяч за это время пройдёт путь $l_2 = \frac{gt^2}{2}$. Так как $l_1 + l_2 = H$, то $v_0 t - \frac{gt^2}{2} + \frac{gt^2}{2} = H$

$$v_0 t = H$$

$$t = \frac{H}{v_0} = \frac{H}{\sqrt{2gH}} = \sqrt{\frac{H}{2g}}$$

путь первого шарика складывается из пути, который он прошёл для подъёма наверх то есть H и пути при полёте сверху до столкновения, равное $\frac{gt^2}{2}$

получаем: $S = H + \frac{gt^2}{2} = H + \frac{gH}{4g} = \frac{5H}{4}$

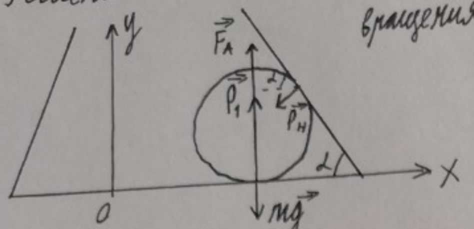
Ответ: $t = \sqrt{\frac{H}{2g}}$; $v_0 = \sqrt{2gH}$; $S = \frac{5H}{4}$

№2.

Дано:
ω
ρ
R
$tg\,\alpha = 2$

$N_1 - ?$
$N_2 - ?$

Решение:



вращения нет:

2-й закон Ньютона:

$OX: P_H \sin\alpha = 0$ (нет никакого ускорения) $\Rightarrow P_H = 0$

$OY: F_A + P_1 = P_H \cdot \cos\alpha + mg$

$\rho g V + P_1 = 0 + 3\rho V g$

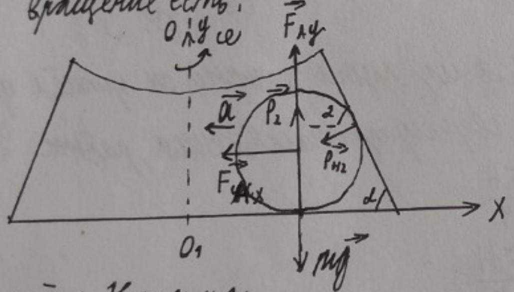
$P_1 = 2\rho g V$

$P_1 = 2\cdot\rho\cdot g\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$

P_1 - сила с которой стенка действует на шар. По 3-му з. Ньютона $\vec{P_1} = -\vec{N_1}$

$P_1 = N_1 = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$

вращение есть:



2-й з. Ньютона:

$O_1x: F_{Ax} + P_{H2}\sin\alpha = ma$

$\omega^2 2R\cdot\rho V + P_{H2}\sin\alpha = m\cdot\omega^2 2R$

$P_{H2}\sin\alpha = \omega^2 2R\cdot V\cdot 2\rho$

$P_{H2} = \frac{\omega^2 2R\cdot V\cdot 2\rho}{\sin\alpha}$

$O_1y: F_{Ay} + P_2 = mg + P_{H2}\cos\alpha$

$\rho g V + P_2 = 3\rho g V + 2R\omega^2 V\cdot 2\rho\, ctg\,\alpha$

$P_2 = 2\rho g V + 2R\omega^2 V\rho$

$P_2 = 2\rho\cdot V(R\omega^2 + g)$

$P_2 = 2\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3(R\omega^2 + g)$

$P_2 = \frac{8}{3}\pi R^3\rho\cdot(R\omega^2 + g)$

по 3-му закону Ньютона: $\vec{P_2} = -\vec{N_2}$

$P_2 = N_2 = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g(R\omega^2 + g)$

Ответ: $P_1 = \frac{8}{3}\pi R^3\rho g$; $P_2 = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho\cdot(R\omega^2 + g)$

№3.

Дано:

$m = 3 \cdot 10^{-3}$ кг

$T = 354$ К

$V_1 = \frac{V_0}{3,5}$

$p_1 = 1,8 p_0$

$p_{нас} = 0,5 \cdot 10^5$ Па

$\mu = 18 \frac{г}{моль}$

$p_0 - ?$

$V_1 - ?$

Решение:

можно заметить, что равенство $pV = const$ (хотя процесс изотермический) не выполняется, значит часть пара конденсировалась и стала водой. Из этого можно сделать вывод, что пар перешёл в насыщенное состояние, значит $p_1 = p_{нас}$

тогда $p_0 = \frac{p_1}{1,8} = \frac{p_{нас}}{1,8}$

$$p_0 = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{1,8} = \frac{5}{18} \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,28 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$p_0 V_0 = \frac{m}{M} RT$ / уравнение состояния идеального газа для начального момента)

$$p_0 \cdot \frac{V_0}{3,5} = \frac{m}{M} \cdot RT \cdot \frac{1}{3,5}$$

$$p_0 \cdot V_1 = \frac{m}{M} \cdot RT \cdot \frac{1}{3,5}$$

$$V_1 = \frac{mRT}{p_{нас} \cdot M} \cdot \frac{1,8}{3,5}$$

$$\cancel{V_1 = \frac{3 г}{18 \frac{г}{моль}} \cdot \frac{8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 354 К}{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}} = \frac{1}{6} \cdot \frac{8,31 \cdot 354}{5} \cdot 10^{-4} м^3 = 98 \cdot 10^{-4} м^3}$$

~~Ответ: $p_0 = 0,28 \cdot 10^5$ Па; $V_1 = 98 \cdot 10^{-4}$ $м^3$~~

$$V_1 = \frac{3 г}{18 \frac{г}{моль}} \cdot \frac{8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 354 К}{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}} \cdot \frac{18}{35} = 98 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{18}{35} м^3 = 50,4 \cdot 10^{-4} м^3$$

Ответ: $p_0 = 0,28 \cdot 10^5$ Па; $V_1 = 50,4 \cdot 10^{-4}$ $м^3$

Часть 2

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

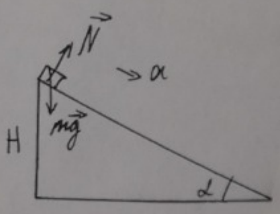
Шифр: **21204758**

ID профиля: **364139**

Вариант 1

Черновик.

№4.



$\cancel{m}g\sin\alpha=\cancel{m}a$

$S=\frac{at^2}{2}$

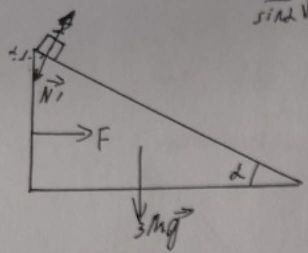
$\frac{H}{\sin\alpha}=\frac{g\sin\alpha\, t^2}{2}$

$\frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}}=t=\frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$\frac{\cancel{m}v^2}{2}=\cancel{m}gH$ $\quad\frac{2mgH}{2}$

$v^2=2gH$

$a=$

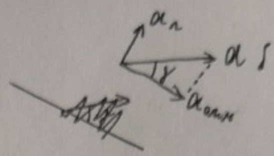


$\cancel{m}a_{отн}=\cancel{m}g\sin\alpha$

$F-N_1\sin\alpha=3m\cancel{g}a$

$2mg-\frac{3}{5}N_1=3m\cdot\frac{3}{5}g$

2



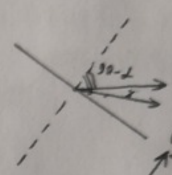
$\cos\gamma=\frac{a_{отн}}{a_\xi}$

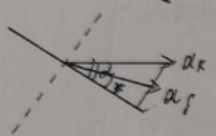
$a\cos\alpha=a_\xi\cos\gamma$

$\cancel{a\cos\alpha=a_\xi\cdot\frac{a_{отн}}{a_\xi}}$

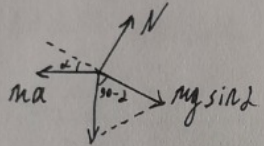
$\cancel{a_{отн}=a\cos\alpha}$

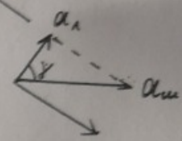
$a=\frac{g\sin\alpha}{\cos\alpha}=\frac{3}{4}g$





~~$\cos\gamma a_\xi=\cos\alpha$~~





$a\sin\alpha=a_{отн}\cdot\frac{a_n}{a_{отн}}$

$a_n=a\sin\alpha$

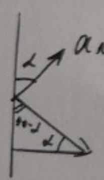
$N=ma_n=ma\sin\alpha$

$F-N\sin\alpha=3ma$

$F=ma\sin^2\alpha+3ma$

$2\cancel{m}g=\cancel{m}a(\sin^2\alpha+3)$

$a=\frac{2g}{\sin^2\alpha+3}=\frac{2g}{4-\underbrace{(1-\sin^2\alpha)}_{\cos^2\alpha}}=\frac{2g}{4-\frac{16}{25}}=\frac{2g\cdot25}{100-16}=\frac{2\cdot25g}{84}=\frac{25}{42}g$



~~$a_n\cdot\cos\alpha$~~

$$H=\frac{\left(g\sin^2\alpha-g\cdot\frac{2\cdot\cos\alpha}{\sin^2\alpha+3}\right)t^2}{2}$$

$\frac{12}{42}=\frac{6}{21}=\frac{2}{7}$

№5.

$p_0V_0=\nu RT_0$

$1{,}02p_0\cdot V_0\cdot 0{,}99=\nu RT_1$

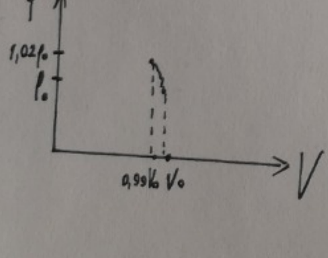
$\frac{T_1}{T_0}=1{,}02\cdot0{,}99=1{,}0098$

температура увеличилась на 0,98%

$\frac{Q}{A}$

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

$\frac{Q}{A}=\frac{\Delta U+A}{A}=\frac{\Delta U}{A}+1$



21204758 (U364139 M1283863)

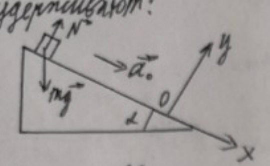
№4.

Дано:
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$
H
m

$t_1 - ?$
$a_к - ?$
$t_2 - ?$

Решение:

1) удерживают:



$\cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{3}{5}$

2-й закон Ньютона:

$0x: mg\sin\alpha = a_0 m \Rightarrow a_0 = g\sin\alpha$

$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_0 t_1^2}{2}$$

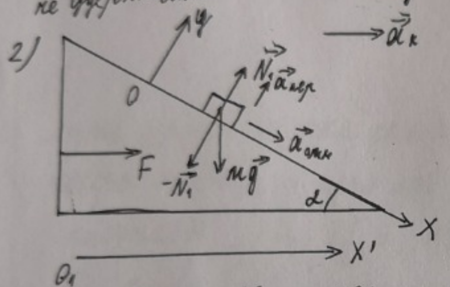
$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{g\sin\alpha\, t_1^2}{2} \Rightarrow t_1^2 = \frac{1}{\sin^2\alpha}\cdot\frac{2H}{g}$$

$$t_1 = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t_1 = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

не удерживают:

2)



$\vec{a}_{пер} \perp \vec{a}_{отн}$

$F = 2mg$

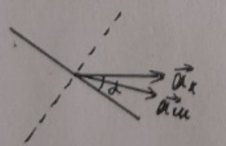
2-й закон Ньютона:

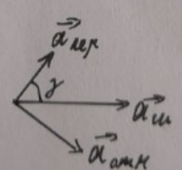
для клина:
$0_1X': F - N_1\sin\alpha = 3a_к m$ (1)

для ~~бруска~~ шайбы:
$0X: mg\sin\alpha = m a_{отн} \Rightarrow a_{отн} = g\sin\alpha$

$0y: N_1 = m a_{пер}$ (2)

так как шайба движется по клину без отрыва, то ~~скорости на перпенди~~ проекции скоростей клина и шайбы на перпендикуляр к границе раздела должны быть равны в любой момент времени, значит и равны соответствующие проекции ускорений.





получаем: $a_к\sin\alpha = a_ш\cdot\cos\gamma$

$\sin\alpha\cdot a_к = a_{пер}$ (3)

подставляя (3) в (2) получаем: $N_1 = m a_к \sin\alpha$, подставляем это в (1)

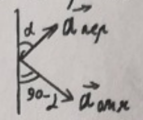
и получаем: $F - m a_к \sin^2\alpha = 3 m a_к$

$$2\cancel{m}g = \cancel{m}a_к(3+\sin^2\alpha)$$

$$a_к = \frac{2}{3+\sin^2\alpha}\,g$$

$$a_к = \frac{2}{3+\frac{9}{25}}\,g = \frac{2}{\frac{75+9}{25}}\,g = \frac{50}{84}\,g = \frac{25}{42}\,g$$

3) вертикальная составляющая полного ускорения шайбы равна: $a_{отн}\sin\alpha - a_{пер}\cos\alpha = a_y$



по этой оси она пройдёт путь $S_y = H$

$$a_y = a_{отн}\sin\alpha - a_{пер}\cos\alpha = g\sin^2\alpha - a_к\cdot\sin\alpha\cos\alpha = g\left(\frac{9}{25} - \frac{25}{42}\cdot\frac{3\cdot4}{25}\right) = g\left(\frac{9}{25} - \frac{2}{7}\right) = \frac{63-50}{25\cdot7}g = \frac{13}{25\cdot7}g$$

$$H = \frac{a_y t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H\cdot25\cdot7}{13g}}$$

$$t_2 = 5\cdot\sqrt{\frac{14H}{13g}}$$

Ответ: $t_1 = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; $a_к = \frac{25}{42}g$; $t_2 = 5\cdot\sqrt{\frac{14H}{13g}}$

№5.

Дано:

$p_1 = p_0 \cdot 1{,}02$

$V_1 = 0{,}99 V_0$

$\frac{T_1}{T_0}$ — ?

$\frac{\Delta Q}{A}$ — ?

Решение:

1) $\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0 \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \end{cases}$ (уравнение Менделеева-Клапейрона для начального момента) (уравнение Менделеева-Клапейрона для конечного момента)

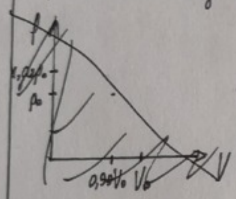
$\frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \frac{T_1}{T_0}$

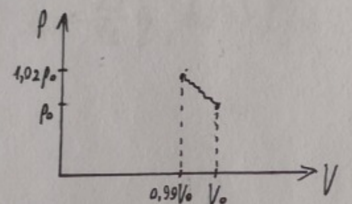
$\frac{T_1}{T_0} = 1{,}02 \cdot 0{,}99 = 1{,}0098$, температура увеличилась на 0,98%

2) $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}\nu R (T_1 - T_0) = \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_0V_0) = \frac{3}{2}\cdot p_0V_0(1{,}02\cdot0{,}99-1) = \frac{0{,}0098\cdot3}{2}\cdot p_0V_0$

$\frac{\Delta Q}{A} = \frac{\Delta U + A}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1$

так как газ сжимался, то $A<0$





отрезок функции $p(V)$ при $0{,}99V_0 \leq V \leq V_0$ настолько мал, что его можно считать прямым. Найдём $|A|$ как площадь фигуры под графиком. К нашем приближении её можно считать трапецией.

получаем: $|A| = \frac{p_0 + 1{,}02p_0}{2}\cdot 0{,}01V_0 = \frac{2{,}02}{2}\cdot 0{,}01 V_0 p_0$

т.к $A<0$, то $A = -\frac{2{,}02}{2}\cdot 0{,}01 V_0 p_0$

$\cancel{\frac{\Delta Q}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1 = \frac{\frac{1{,}0098}{2}\cdot 3 p_0V_0}{-\frac{2{,}02}{2}\cdot 0{,}01 V_0 p_0} + 1 = -\frac{1{,}0098\cdot3}{2{,}02\cdot0{,}01} + 1 = -148{,}97}$

~~Ответ: температура увеличилась на 0,98%; $\frac{\Delta Q}{A} = -148{,}97$~~

$\frac{\Delta Q}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1 = \frac{\frac{0{,}0098\cdot3}{2} p_0V_0}{-\frac{2{,}02}{2}\cdot 0{,}01 V_0 p_0} + 1 = -0{,}455$

Ответ: $\frac{\Delta Q}{A} = -0{,}455$; температура увеличилась на 0,98%