Часть 1

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

Шифр: **21206538**

ID профиля: **364534**

Вариант 2

N1

Дано:
V_0

1) t_1 - ?
2) $\frac{t_1}{t_2}$ - ?
3) $h_{ст}$ - ?

Сначала посчитаем время первого мяча до высшей точки, и высоту в высшей точке:

Там будет скорость 0 $\Rightarrow$, $t_{высш} = \frac{V_0}{g}$

Тогда, по формуле пути без времени:

$$h_{высш} = \frac{V_0^2}{2g}$$

Теперь посчитаем время t_2 второго мяча до столкновения. В момент старта второго мяча с высоты 0 и со скоростью V_0, 1-ый мяч был на высоте $\frac{V_0^2}{2g}$ и со скоростью 0. Тогда, в сумме пройденные за t_2 расстояния каждого из шаров будут равны $\frac{V_0^2}{2g}$:

$$\frac{V_0^2}{2g} = \underbrace{\frac{gt_2^2}{2}}_{1\text{-ый шар}} + \underbrace{\frac{V_0^2 - (V_0 - gt_2)^2}{2g}}_{2\text{-ой шар}} \quad \Big| \cdot 2g$$

$$V_0^2 = \cancel{g^2t_2^2} + \cancel{V_0^2} - \cancel{V_0^2} + 2gt_2V_0 - \cancel{g^2t_2^2}$$

$$V_0^{\cancel{2}} = 2gt_2\cancel{V_0}$$

$$\underline{t_2 = \frac{V_0}{2g}}$$ - время полета второго шарика

$t_1 = t_{высш} + t_2 = \frac{3V_0}{2g}$ - т.к. сначала он долетел до высшей точки, а потом уже полетел 2-ой шар

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{3V_0}{2g}}{\frac{V_0}{2g}} = 3$$

Высота, на которой произошло столкновение - расст. пройденное 2-ым шаром:

$$h_{ст} = \frac{V_0^2 - (V_0 - gt_2)^2}{2g} = \frac{V_0^2 - \left(V_0 - \frac{V_0}{2}\right)^2}{2g} = \frac{3}{8}\frac{V_0^2}{g}$$

Ответ: $t_1 = \frac{3V_0}{2g}$, $\frac{t_1}{t_2} = 3$, $h_{ст} = \frac{3V_0^2}{8g}$

N2

Дано:

ω

ρ

6ρ

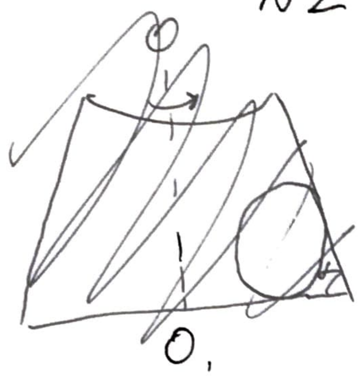
R

$1,5R$

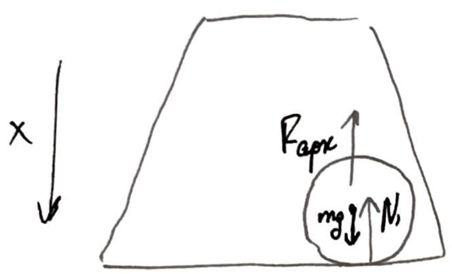
$tg\alpha = \frac{3}{2}$

1) N_1 – ?

2) N_2 – ?



а) Если его просто поместить, то на шар действует сила реакции опоры, сила тяжести и сила Архимеда:



Тогда, по II закону Ньютона:

на OX:

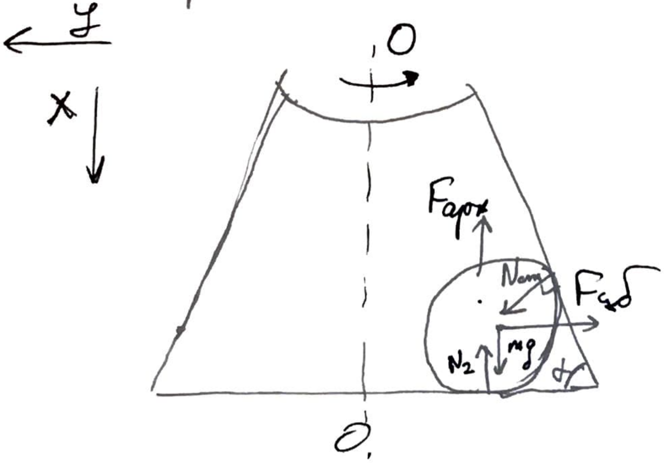
$$mg - F_{арх} - N_1 = 0$$

$$N_1 = mg - F_{арх} =$$

$$= 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g - \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g =$$

$$= 5\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g.$$

б) Если же сосуд раскручивают, то появляется центробежная сила, действующая на шар, которая компенсируется силой реакции ~~стенки~~ наклонной стенки на шар:



Запишем II-ой закон Ньютона:

На OY:

$$N_{ст} \cdot \sin\alpha - F_{цб} = 0$$

$$N_{ст} \cdot \sin\alpha = m\omega^2 \cdot 1,5R$$

На ~~оз~~ OX:

$$mg + N_{ст} \cdot \cos\alpha - N_2 - F_{арх} = 0$$

Таким образом, получаем систему:

$$\begin{cases} N_{ст} \cdot \sin\alpha = m\omega^2 \cdot 1,5R \\ mg + N_{ст} \cdot \cos\alpha - F_{арх} = N_2 \end{cases}$$

N2 лист 2.

$$\begin{cases} N_{ст}\cdot\sin\alpha = m\omega^2\cdot 1{,}5R \\ mg + N_{ст}\cdot\cos\alpha - F_{арх} = N_2 \end{cases}$$

Заметим, что $N_{ст}\cdot\cos\alpha = \dfrac{N_{ст}\cdot\sin\alpha}{tg\alpha} = \dfrac{m\omega^2\cdot 1{,}5R}{tg\alpha}$

$$mg + \frac{m\omega^2\cdot 1{,}5R}{tg\alpha} - \rho V g = N_2$$

$$6\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g + \frac{6\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3\cdot 1{,}5R}{\frac{3}{2}} - \rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g = N_2$$

$$\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 (6g + \omega^2 R - g) = N_2$$

$$N_2 = \rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 (5g + \omega^2 R)$$

Ответ: $N_1 = 5\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g$, $N_2 = \rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 (5g + \omega^2 R)$.

N3

Дано:
$T = 81^\circ C = 354^\circ K$
$V_1 = 1,7 л$
$V_0 = 7V_1$
$P_0 = \frac{P_1}{3,6}$
$P_{н.п.} = 0,5 \cdot 10^5$ Па
$\mu_п = 18$ г/моль
$R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

P_0 — ?
m_2 — ?

Посчитаем количество пара до и после сжатия:

(1) $P_0 V_0 = \nu_0 R T$ — до сжатия

$P_1 V_1 = \nu_1 R T$ — после сжатия

$3,6 P_0 \cdot \frac{V_0}{7} = \nu_1 R T$

(2) $\frac{3,6}{7} P_0 V_0 = \nu_1 R T$

$\frac{(2)}{(1)} \quad \frac{3,6}{7} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

видим, что после сжатия ~~газа~~ пара стало меньше $\Rightarrow$ часть пара сконденсировалось $\Rightarrow P_1 = P_{н.п.}$ при 81°.

Т.к. ~~тогда должно быть~~ для конденсации должен быть насыщенный пар.

Значит, $P_0 = \frac{P_1}{3,6} = \frac{P_{н.п}}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5 Па}{3,6} \approx 13888,9$ Па

Теперь найдем количество пара в начале:

$P_0 V_0 = \nu_0 R T$

$\nu_0 = \frac{P_0 V_0}{RT}$

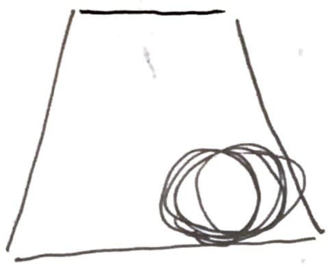
Тогда, масса пара в начале, это $m_0 = \nu_0 \mu_п$

$m_0 = \nu_0 \mu_п = \frac{\mu P_0 V_0}{RT} = \frac{\mu P_{н.п.} \cdot 7 V_1}{3,6 R T} =$

$= \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354} \approx 0,001$ кг $= 1$ г

Ответ: $P_0 \approx 13888,9$ Па; $m_0 = 1$г.

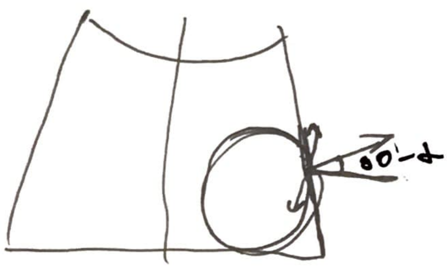
N2 Задача



$$mg - \rho g V = N$$

$$N + \rho g V = mg$$

$$N = 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g - \rho g \frac{4}{3}\pi R^3 = 5\rho g \frac{4}{3}\pi R^3$$



$$m\omega^2 R = N \cdot \cancel{\cos\alpha}\, \sin\alpha$$

$$N \cdot \cos\alpha$$

$$\frac{m\omega R^2}{tg\alpha} = \frac{N \sin\alpha}{tg\alpha} = N\cos\alpha$$

$$mg - N_x + N\cos\alpha - \rho g V = \cancel{0}$$

$$N_x = 8\rho\pi R^3 g + \frac{m\omega^2 R}{tg\alpha} + \rho g V =$$

$$= \frac{4}{3}\rho\pi R^3 \left(6g + \frac{\omega^2 R}{tg\alpha} - g\right) = \boxed{\frac{4}{3}\rho\pi R^3 \left(5g + \frac{\omega^2 R}{tg\alpha}\right)}$$

$$\frac{m v^2}{R} = m\omega^2 R$$

$$\cos(90 - \alpha) = \sin\alpha$$

черновик.

N1 $V_0 = gt$

$$\frac{V_0^2 - 0}{2g} = \frac{g^2t^2}{2g} = \frac{gt^2}{2}$$

$$\left(V_0 - \frac{gt_x}{2}\right) \cdot t_x = V_0 t_x$$

$$\boxed{\frac{v_0^2}{2g}}$$

t_x $\quad \frac{gt_x^2}{2} + \frac{v_0^2 - (v_0 - gt_x)^2}{2g} =$

$$\Rightarrow \frac{v_0^2}{2g} = \frac{gt_x^2}{2} + \frac{v_0^2 - (v_0 - gt_x)^2}{2g}$$

$$\cancel{v_0^2} = \cancel{g^2t_x^2} + \cancel{v_0^2} - v_0^2 + 2v_0 g t_x - \cancel{g^2t_x^2}$$

$$v_0^2 = 2v_0 g t_x$$

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

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{gv_0^2}{8g^2} = \boxed{\frac{3v_0^2}{8g}}$$

0,5

2 1 0

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

$$\frac{t + t_x}{t_x} = 3$$

$t = 2c$

$$1{,}5 \cdot 2 = \frac{4-1}{2 \cdot 0{,}5} = 3$$

1021000

$\varphi = 27{,}7\,\%$

$T = 81 + 273\,K =$

$= 354$

$V = 1{,}7 \cdot 7.$

$3{,}6 \cdot 10^6 \cdot 8{,}31 \cdot$

$$\rho = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{3{,}6}$$

$$pV = \nu RT$$

$$m = \nu M_m = \mu \frac{pV}{RT} =$$

8251676

105902640000

0,1 г

Часть 2

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

Шифр: **21206538**

ID профиля: **364534**

Вариант 2

Задача №4

Дано:

H

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

$\Downarrow$

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$

m

$2m$

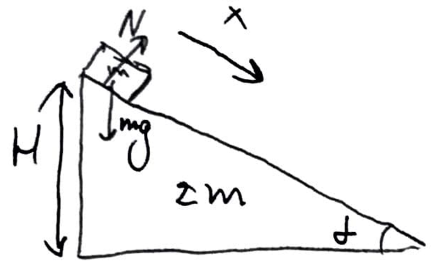
$F = mg$

---

1) t_1 - ?

2) $a_к$ - ?

3) t_2 - ?



Посчитаем длину поверхности клина.

$$L = \frac{H}{\sin\alpha}$$

Теперь найдем ускорение бруска.

По II Закону Ньютона на OX

$m a_{б1} = mg \sin\alpha$ $\quad$ $a_{б1}$ - ускорение бруска.

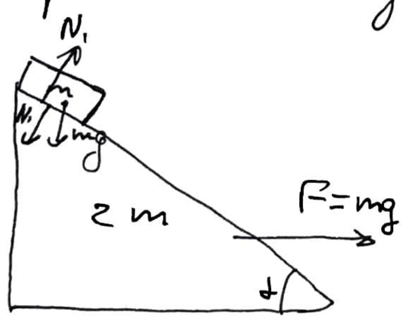
$a_{б1} = g \sin\alpha$

Тогда, он пройдет L за

$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{\overbrace{g\sin\alpha}^{a_{б1}}\, t^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2H}{g\sin^2\alpha} \rightarrow t = \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{g}\sin\alpha} = \frac{5\sqrt{2H}}{4\sqrt{g}}$$

Теперь если клин двигается;

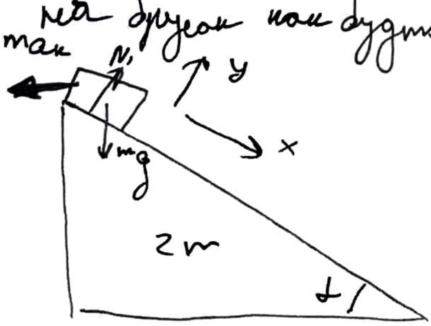


Ускорение клина из II з. Ньютона равно:

$$2m a_к = F - N_1 \sin\alpha.$$

Теперь перейдем в С.О. относительно клина.

Т.к. у нас клин ускоряется, то чтобы все было корректно, на брусок как будто влево действует сила $m a_к$.



Хотя как теперь у нас клин как будто не движется, можем записать II закон Ньютона;

N4 лист 2

На OX:

$mg\sin\alpha - ma_к\cos\alpha = ma_б$ $a_б$ - ускорение бруска

На OY:

$N_1 - mg\cos\alpha - ma_к\sin\alpha = 0$

Получаем следующую систему:

$$\begin{cases} \cancel{m}g\sin\alpha - \cancel{m}a_к\cos\alpha = \cancel{m}a_б \\ N_1 - mg\cos\alpha - ma_к\sin\alpha = 0 \\ 2ma_к = F - N_1\sin\alpha = mg - N_1\sin\alpha \end{cases}$$

Выразим из 3-го уравнения N_1:

$$N_1 = \frac{mg}{\sin\alpha} - \frac{2ma_к}{\sin\alpha}$$

Подставим во второе:

$$\frac{\cancel{m}g}{\sin\alpha} - \frac{2\cancel{m}a_к}{\sin\alpha} - \cancel{m}g\cos\alpha - \cancel{m}a_к\sin\alpha = 0$$

$$a_к\left(\frac{2}{\sin\alpha} + \sin\alpha\right) = g\,\frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$a_к = g\,\frac{\frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{\sin\alpha}}{\frac{2+\sin^2\alpha}{\sin\alpha}} = g\,\frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{2+\sin^2\alpha} = 0{,}1969g \approx 0{,}2g.$$

$$a_б = g\sin\alpha - a_к\cdot\cos\alpha = g\left(\sin\alpha - \frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{2+\sin^2\alpha}\cdot\cos\alpha\right)$$

Аналогично первому пункту посчитаем время 2

$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_б t_2^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_б\cdot\sin\alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g\left(\sin\alpha - \frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{2+\sin^2\alpha}\cdot\sin\alpha\cos\alpha\right)}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot 0{,}204}} \approx \sqrt{\frac{20H}{7g}}$$

Ответ: $t_1 = \frac{5\sqrt{2H}}{4\sqrt{g}}$, $a_к = 0{,}2g$, $t_2 = \sqrt{\frac{20H}{7g}}$.

Дано:

$P_1 = 0{,}99 P_0$

$V_1 = 1{,}02 V_0$

$i = 3$

$\Delta T - ?$

$\frac{Q}{\Delta U} - ?$

Задача №5

Сначала посчитаем начальную ~~и конечную температуру~~ конечную температуру:

$P_0 V_0 = \nu R T_0$

$P_1 V_1 = \nu R T_1 = 0{,}99 P_0 \cdot 1{,}02 V_0$

$0{,}99 \cdot 1{,}02 P_0 V_0 = \nu R T_1$

$0{,}99 \cdot 1{,}02 = 1{,}0098 \approx 1{,}01$

$P_0 V_0 = \nu R T_0$

$P_1 V_1 = 1{,}01 P_0 V_0 = \nu R T_1$

Тогда, $T_1 = 1{,}01 T_0$

$\Delta T = T_0 \cdot 1{,}01 - T_0 = 0{,}01 T_0 = 1\% \cdot T_0$.

Таким образом, температура увеличилась на 1%.

Теперь второй пункт.

$Q = A + \Delta U$

Заметим, что в условии сказано, что изменения можно считать намного меньше единицы, поэтому можем пренебречь изменением давления.

Тогда, работа $A = P_0 V_1 - P_0 V_0 = P_0 \Delta V$.

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_0 V_1 - P_0 V_0)$ так как

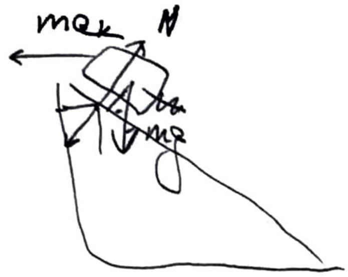
$P_0 V_0 = \nu R T_0$, $P_1 V_1 = \nu R T_1$ $\Rightarrow P_0 (V_1 - V_0) = \nu R \Delta T$.

Тогда, $Q = A + \Delta U = P_0 \Delta V + \frac{3}{2} P_0 \Delta V = \frac{5}{2} P_0 \Delta V$

$\Delta U = \frac{3}{2} P_0 \Delta V$

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{\frac{5}{2} P_0 \Delta V}{\frac{3}{2} P_0 \Delta V} = \frac{5}{3}$

Ответ: температура увеличилась на 1%; $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{5}{3}$.



$$\begin{cases} mg - N\sin\alpha = 2ma_k \\ N - mg\cos\alpha - ma_k\sin\alpha = 0 \\ ma_\delta = mg\sin\alpha - ma_k\cos\alpha \end{cases}$$

$0,416$ $\qquad$ $1,584$

$$\frac{mg}{\sin\alpha} - \frac{2ma_k}{\sin\alpha} - mg\cos\alpha - ma_k\sin\alpha = 0$$

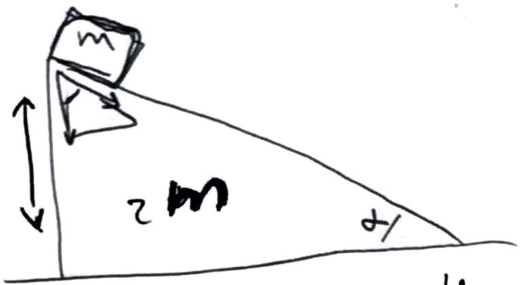
$$\frac{g}{\sin\alpha} - g\cos\alpha = a_k\left(\frac{2}{\sin\alpha} + \sin\alpha\right)$$

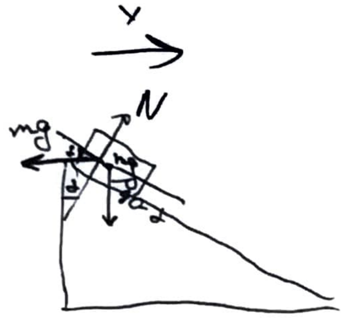
$$a_k = g\,\frac{\frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{\cos\alpha}}{\frac{2+\sin^2\alpha}{\sin\alpha}} = g\,\frac{\sin\alpha - \sin^2\alpha\cos\alpha}{2\cos\alpha + \sin^2\alpha\cos\alpha}$$

$$= 0,26g$$

$$a_\delta = g\sin\alpha - a_k\cos\alpha = g\left(\sin\alpha - \frac{\sin\alpha - \sin^2\alpha\cos\alpha}{2+\sin^2\alpha}\right)$$

$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_\delta t^2}{2} \qquad t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha\left(1 - \frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{2+\sin^2\alpha}\right)}}$$





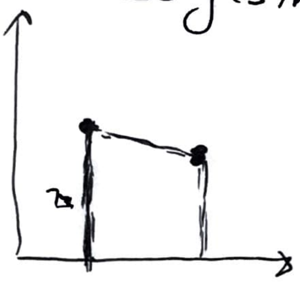
$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2}$ $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

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

~~Ncosα~~

$mg\sin\alpha - mg\cos\alpha = ma$

$a = g(\sin\alpha - \cos\alpha)$



$P_0 V_0 = \nu R T_1$

$0{,}99 P_0 \cdot 1{,}02 V_0 = \nu R T_2$

$1{,}0098 P_0 V_0$

$1{,}01\ P_0 V_0 = \nu R T_2$

1% ?

$Q = A + \Delta U = P\Delta V + \frac{3}{2} P\Delta V$

mgh

$mgt + mgh = m v$