Часть 1

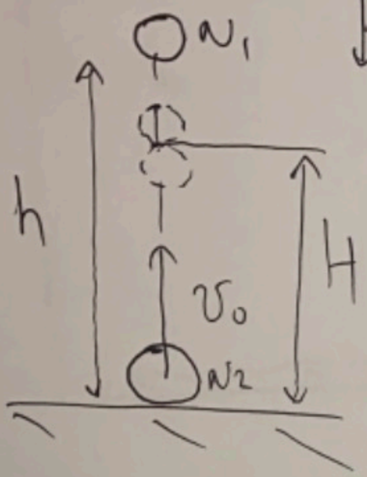
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204833**

ID профиля: **333637**

Вариант 2

Чистовик.



1 задача.

1) Из ЗСЭ получим, что шарик №1 поднялся на высоту $h = \frac{v_0^2}{2g}$ за время $t = \frac{v_0}{g}$ (из кинематики)

2) Далее мячи столкнулись на высоте H

t_1 - время до удара после запуска шара №2

для №1: $h - H = \frac{g t_1^2}{2}$ (*)

№2: $H = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ $\Rightarrow$ $h = v_0 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{h}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$ (с учётом п. 1)

Полное время полёта первого мяча до столкновения:

$t_0 = t + t_1 = \frac{3}{2}\frac{v_0}{g}$

3) Отношение времён полётов мячей равно $\frac{t_0}{t_1} = \frac{\frac{3}{2}\frac{v_0}{g}}{\frac{1}{2}\frac{v_0}{g}} = 3$

4). Выразим искомое H из (*)

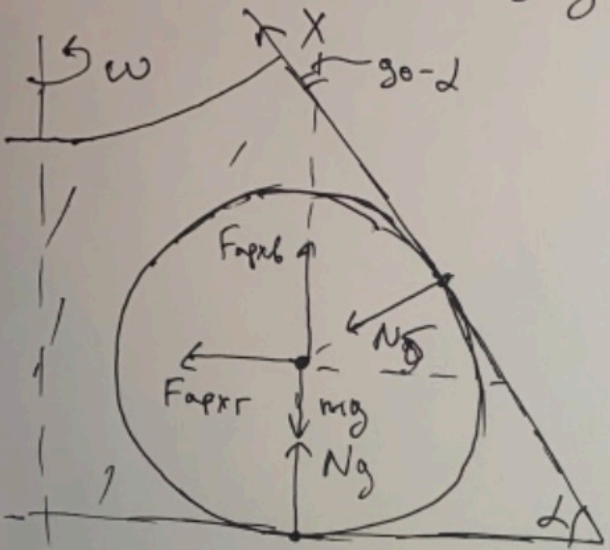
$H = h - \frac{g}{2} t_1^2 = h - \frac{g}{2} \frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

Ответ: $\frac{3}{2}\frac{v_0}{g}$; 3 ; $\frac{3v_0^2}{8g}$

Стр

Чистовик

2 задача.



1). Запишем 2 ЗН:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{архв} + \vec{F}_{архг} + \vec{N}_g + \vec{N}_б + m\vec{g}$$

Где $\vec{F}_{архв}$ – вертикальная сост. силы Архимеда, $\vec{F}_{архг}$ – горизонтальная, $\vec{N}_g$ – сила нормальной реакции от дна, $\vec{N}_б$ – от боковой стенки.

2). Т.к. шар движется по окр. радиуса 1,5R

$a = 1{,}5\omega^2 R$

3). Спроецируем 2 ЗН на ox:

$$(N_g + F_{архв} - mg)\sin\alpha + F_{архг}\cos\alpha = ma\cdot\cos\alpha$$

$$\begin{cases} m = 6\rho V = 8\rho\pi R^3 \\ F_{архв} = \rho g V = \frac{4}{3}\rho\pi R^3 g \\ F_{архг} = \rho V\cdot 1{,}5\omega^2 R = 2\rho\pi R^4\omega^2 \end{cases}$$

Подставляя в 2 ЗН в проекции на ОХ получим:

$$\left(N_g - \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g\right)\operatorname{tg}\alpha + 2\rho\pi R^4\omega^2 = 12\rho\pi R^4\omega^2$$

$$N_g = \frac{10\rho\pi R^4\omega^2}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g$$ Т.к. $\operatorname{tg}\alpha = \frac{3}{2}$;

$$N_g = \frac{20}{3}\rho\pi R^3(g + \omega^2 R)$$

Отсюда видно, что при $\omega = 0$, $N_1 = \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g$

Ответ: $N_1 = \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g$; $N_2 = \frac{20}{3}\rho\pi R^3(g + \omega^2 R)$

Чистовик

3 задача.

$7V \to V$

$V = 1{,}7$ л

$p \to 3{,}6p$

$T = 81^\circ C = 354\,K$

$p_{нп} = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

---

p - ?

m - ?

1). Т.к. объём уменьшился в 7 раз, а давление выросло в 3,6 p. (т.е. не выполняется з-н Бойля - Мариотта), часть пара сконденсировалась. Значит, конечное давление пара равно давлению насыщенных паров при данной температуре.

$$3{,}6p = p_{нп} \Rightarrow \cancel{p_{нп} =}\ p = \frac{p_{нп}}{3{,}6} = 13{,}9 \text{ кПа}$$

2). Запишем ур-ие состояния водяного пара перед сжатием:

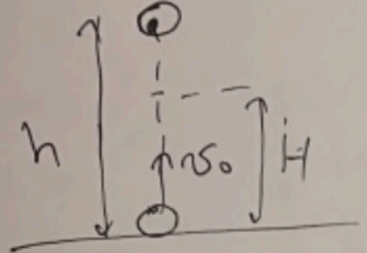
$$p \cdot 7V = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m = \frac{7pV}{RT} \cdot M = \frac{7 \cdot 13{,}9 \cdot 10^3 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 354} \cdot 18 \cdot 10^{-3}$$

$$= 10^{-3} \text{ кг} = 1 \text{ г}$$

Ответ: $p = 13{,}9$ кПа; $m = 1$ г

$\boxed{\text{Стр. 3}}$

Черновик



$h = \frac{v_0^2}{2g}$ $\qquad v_0^2 = 2gh$

$t = \frac{v_0}{g} + \frac{h}{v_0} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$

$H = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$

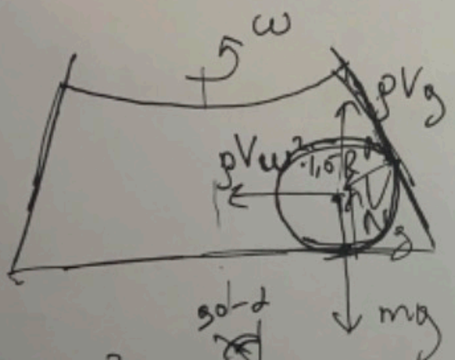
$h - H = \frac{gt_1^2}{2}$

$\frac{\frac{v_0}{g} + \frac{h}{v_0}}{\frac{h}{v_0}} = 1 + \frac{v_0^2}{gh} = \frac{3}{2}$ $\qquad \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{v_0}{2g}} = 3$

~~$H_1 = v_0 \cdot \frac{h}{v}$~~

$H = h - \frac{g}{2}\cdot\frac{h^2}{v_0^2} = h - \frac{gh^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2v_0^2}\cdot\frac{v_0^4}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

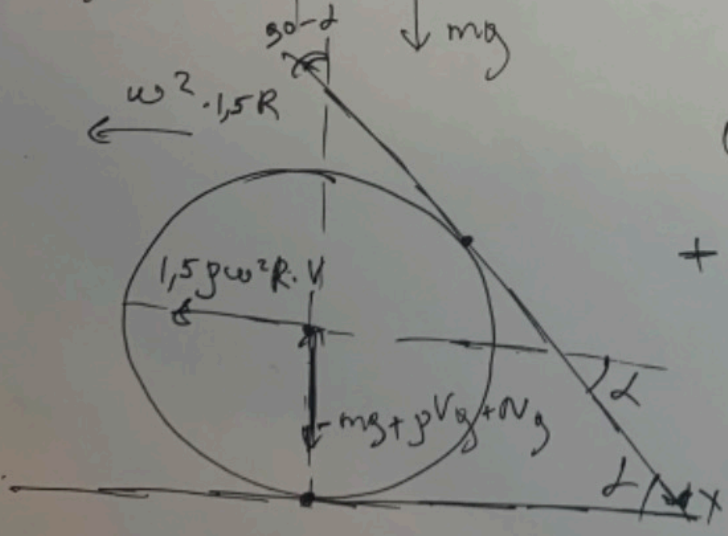
2.



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

$mg = 6\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g = 8\rho\pi R^3 g$

$F_{A} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$



~~$(mg - \rho V g)\sin\alpha$~~

$+(N_g + \rho V g - mg)\sin\alpha + 1{,}5\rho\omega^2 R V\cos\alpha = 1{,}5 m\omega^2 R\cos\alpha$

$(N_g + \frac{4}{3}\pi R^3\rho g - 8\rho\pi R^3 g)\,tg\alpha + \frac{3}{2}\rho\omega^2\frac{4}{3}\pi R^4 = 12\rho\pi R^4\omega^2$

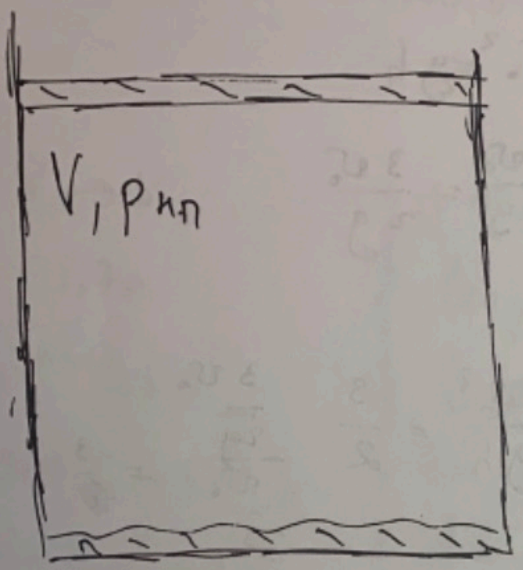
$-\frac{4}{3} + 8 = \frac{20}{3}$

$(N_g - \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g)\,tg\alpha = 10\rho\pi R^4\omega^2$

$N_g = \frac{10\rho\pi R^4\omega^2}{\underbrace{tg\alpha}_{3/2}} + \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g = \frac{20}{3}\rho\pi R^3(\omega^2 R + g)$

Черновик

$t = 81^\circ C$



$7V \to V$

$V = 1{,}7$ л

$p \to 3{,}6p$

$p_{нп} = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

$p_{н.п} = 3{,}6p$

$p = \frac{5}{18} p_{н.п} = 13{,}9$ кПа

$81 + 273 = 354$

$7pV = \frac{m}{M} RT$

$m = \frac{7pVM}{RT} \approx 1$ г

Часть 2

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

Шифр: **21204833**

ID профиля: **333637**

Вариант 2

Чистовик.

5 задача.

$\frac{\Delta V}{V} = 0{,}02$

$\frac{\Delta p}{p} = -0{,}01$

$\frac{\Delta p}{p}, \frac{\Delta V}{V}, \frac{\Delta T}{T} << 1$

$\frac{\Delta T}{T}$ - ?

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

1) Ур-ие сост. газа:

$pV = \nu RT \Rightarrow \Delta(pV) = \Delta(\nu RT)$

Т.к. относит. изм. малы:

$p\Delta V + V\Delta p = \nu R\Delta T \mid : pV$

$\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta T}{T}$

$0{,}02 - 0{,}01 = \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow \Delta T = 0{,}01T.$

Температура выросла на 1%

2). $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2} \cdot 0{,}01 \nu RT = \frac{3}{200} pV$

$Q = \Delta U + A$ (по первому началу термодинамики)

$Q = \frac{3}{200} pV + \underbrace{p\Delta V}_{\text{т.к. } p \text{ почти не изменилось}} = \frac{3}{200} pV + \frac{2}{100} pV = \frac{7}{200} pV$

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{7}{3}$

Ответ: Т выросла на 1%; $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{7}{3}$

$\boxed{\text{Стр. 1}}$

21204833 (U333637 M1281228)

Черновик.

$$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$$

$$-0{,}01 + 0{,}02 = 0{,}01$$

$1\%\ T$

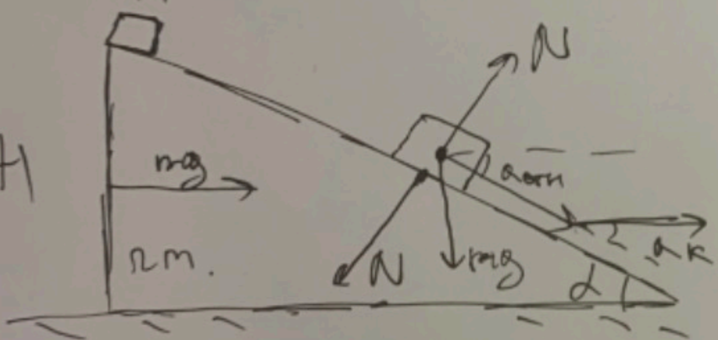
$$A = p\Delta V = 0{,}02pV$$

$$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A = \frac{3}{2}\,0{,}01\cdot pV + 0{,}02pV = 0{,}035pV$$

$$\frac{0{,}035}{0{,}015} = \frac{7}{3}$$

4.

$$\frac{220}{60} = \frac{110}{30} = \frac{11}{3}$$



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

$$a = g\sin\alpha$$

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

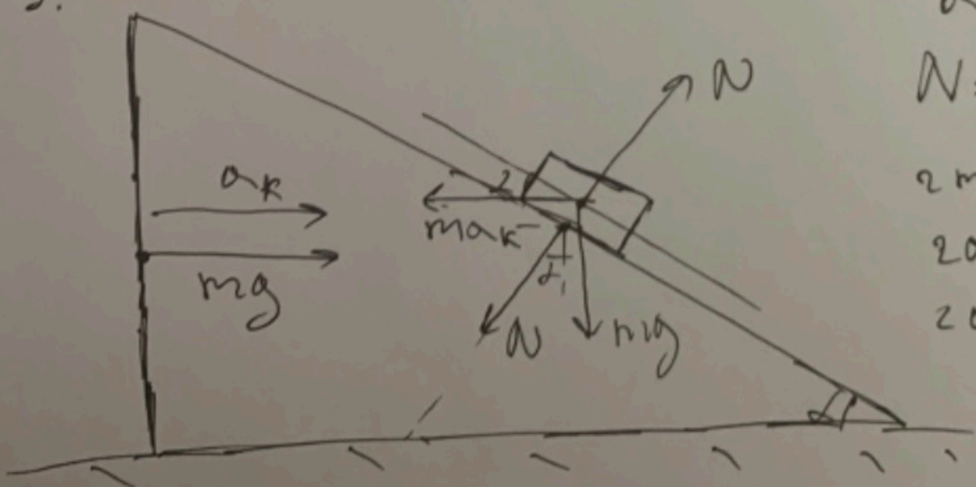
$$t^2 = \frac{2L}{a} = \frac{2H}{g\sin^2\alpha}$$

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

$$N - mg\cos\alpha = ma_к\sin\alpha$$

$$g\sin\alpha = a_{отн} + a_к\cos\alpha$$

$$\frac{45}{66}g. \quad \frac{15}{22}$$



$$a_{отн} = g\sin\alpha - a_к\cos\alpha$$

$$N = mg\cos\alpha + ma_к\sin\alpha$$

$$2ma_к = mg - N\sin\alpha$$

$$2a_к = g - g\cos\alpha\sin\alpha - a_к\sin^2\alpha$$

$$2a_к + \frac{16}{25}a_к = g\left(1 - \frac{12}{25}\right)$$

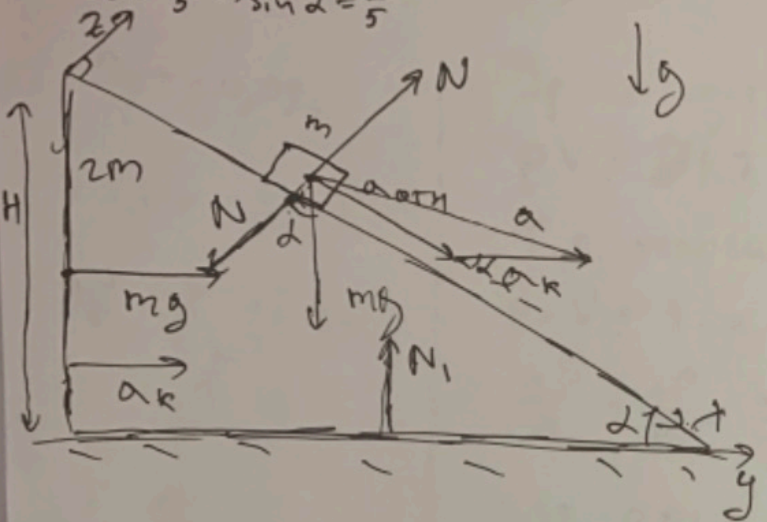
$$66a_к = 13g$$

$$a_к = \frac{13}{66}g$$

21204833 (U333637 M1281228)

Чистовик.
4 задача.

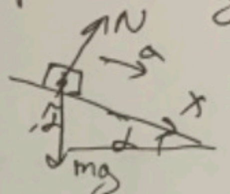
$\cos\alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{4}{5}$



1). L – длина накл. плоскости

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

При удержании клина брусок движется вдоль поверхности с ускорением $g\sin\alpha$:



2 ЗН на ox:

$ma = mg\sin\alpha$

$a = g\sin\alpha$

Из кинематики: $L = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{\sin\alpha} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{5}{4}$

2) Т.к. клин движется по столу поступательно, его ускорение направлено вдоль поверхности.
Т.к. брусок действует с меньшей силой на клин, чем сила $F = mg$, клин приобретёт ускорение сонаправленное с F.

3). Брусок по клину движется безотрыва $\Rightarrow a_{отн}$ (отн. ускорение) направлено вдоль накл. плоскости (по условию вниз) ~~(предположим, что в~~
И брусок, и клин движутся поступательно $\Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_к$
$\vec{a}$ – ускорение бруска в земной СО.

4). Запишем 2 ЗН на ox для бруска:

$mg\sin\alpha = ma_{отн} + ma_к\cos\alpha \quad (1)$

на $oz \perp ox$ для бруска: $N - mg\cos\alpha = ma_к\sin\alpha$

на oy для клина: $2ma_к = mg - N\sin\alpha$

$2a_к = g - g\sin\alpha\cos\alpha - a_к\sin^2\alpha \Rightarrow a_к\left(2 + \frac{16}{25}\right) = g\left(1 - \frac{12}{25}\right)$

$a_к = \frac{13}{66} g \quad (2)$

Найдем $a_{отн}$ с учетом (1) и (2)

$\frac{4}{5} g = a_{отн} + \frac{13}{66} \cdot \frac{3}{5} g \Rightarrow a_{отн} = \left(\frac{4}{5} - \frac{39}{330}\right) g = \frac{225}{330} g = \frac{15}{22} g$

Когда брусок достигнет стола, он пройдет отн. клина L:

$L = \frac{a_{отн} t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2L}{a_{отн}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{4}{5} \cdot \frac{15}{22} g}} = \sqrt{\frac{220H}{60g}} = \sqrt{\frac{11}{3}\frac{H}{g}}$

Ответ: $\frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; $\frac{13}{66} g$; $\sqrt{\frac{11}{3}\frac{H}{g}}$