Часть 1

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

Шифр: **21204253**

ID профиля: **381585**

Вариант 2

Черновик

1) $v_0 - gt = 0$

$x_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2}\cdot\frac{v_0^2}{4g^2} =$

3) $h = \frac{3v_0^2}{2g} - \frac{g}{2}\frac{9v_0^2}{4g} =$

$= \frac{12v_0^2 - 9v_0^2}{8g} =$

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

$(t_0 + t)$

$v_0(t_0+t) - \frac{g(t_0+t)^2}{2} = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2} - \frac{2 g t_0 t}{2} = 0 \quad | : t_0$

$v_0 - \frac{g t_0}{2} - gt = 0 \quad \frac{v_0}{g}$

$gt = v_0 - \frac{g t_0}{2} = \frac{v_0}{2}$

$t_1 = \frac{v_0}{2g}$

3) $\cancel{-2}73,15\,°C$ $\quad +273$

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

$T_1 = 354 K$

$1л = 1 \cdot дм^3$

$(10^{-1})^3 = 10^{-3} м^3$

$1л = 10^{-3} м^3$

$V_2 = 1,7л = 1,7 \cdot 10^{-3} м^3$

$V_1 = 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} м^3 = 11,9 \cdot 10^{-3} м^3$

$\mu = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

$p_0 = 3,6 p_1 = p_2$

p_7

$3 p_1 \cdot 7 V_2 = \nu RT$

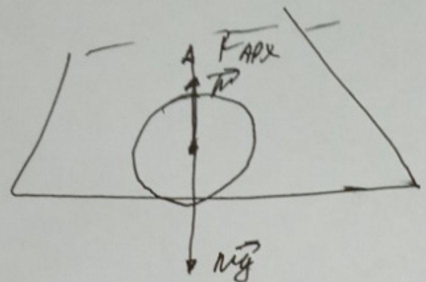
$3,6 p_1 \cdot V_2 = \nu RT$

$p_2 = p_{нп}$.

21204253 (U381585 M1279957)

черновик 2 задача

1) $V_ш = \frac{4}{3}\pi R^3$



$N + F_{арх} = mg$

$N = mg - F_{арх}$

$F_{арх} = \rho g V$

$mg = 6\rho V g$

$5\rho g V =$

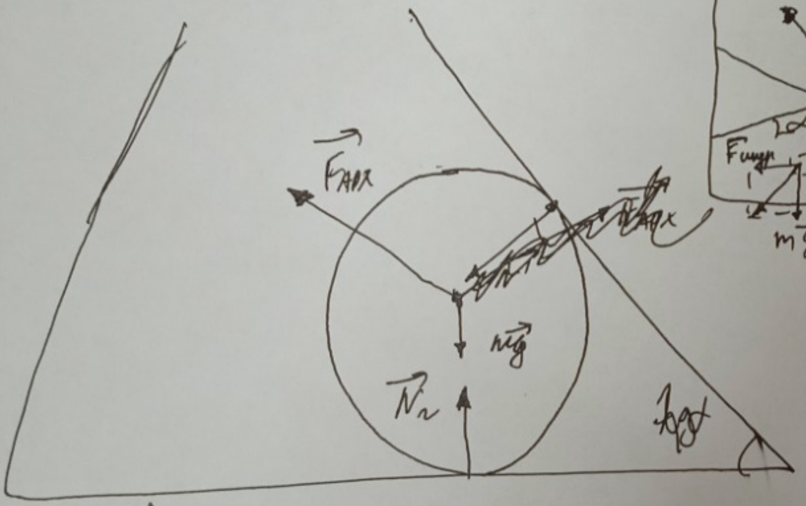
$= 5\rho g \frac{4}{3}\pi R^3 =$

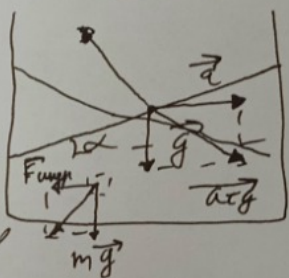
$= \frac{20}{3}\rho g \pi R^3 = N_1$

2) $J\varepsilon = \sum M$?

$\cancel{a = \frac{v^2}{R}}$ $\cancel{\varepsilon = \frac{\omega^2}{R}}$

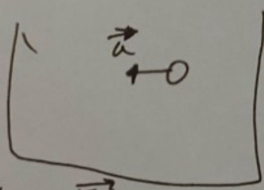
$\varepsilon = 0$





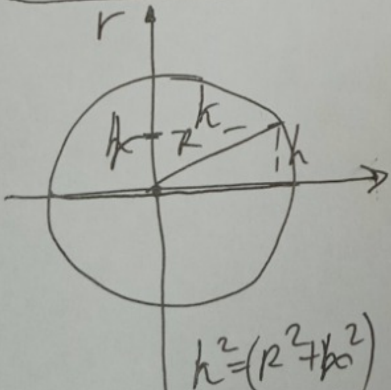
$\vec{a}+\vec{g}$

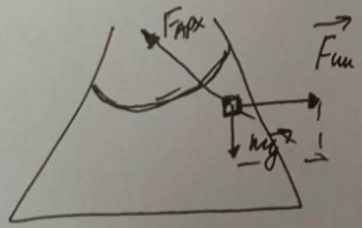
$-\rho(\vec{a}+\vec{g})V$



α $\vec{F}_{арх} = m\vec{a}$

$\frac{(\omega r)^2}{r} = \omega^2 r$





$h^2 = (R^2 + r^2)$

$\pi h^2 dr = dV$

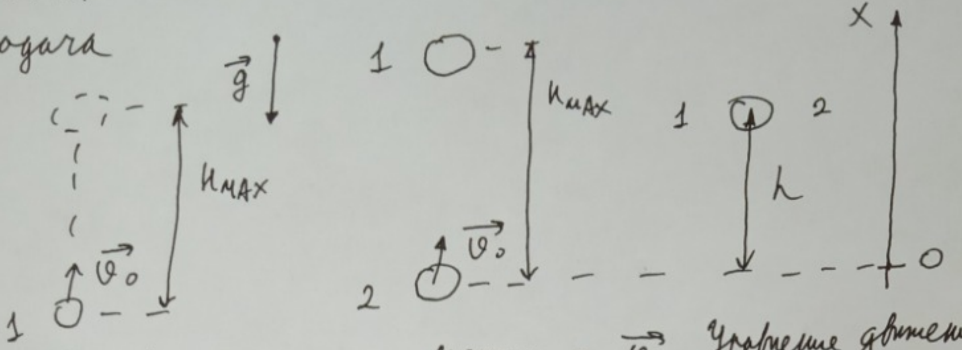
$\int_0^V dV = \int_0^R \pi h^2 dr$

$V = \pi \int_0^R (R^2 + r^2) dr = \pi\left(R^2 r\Big|_0^R + \frac{r^3}{3}\Big|_0^R\right) =$

$= \pi\left(R^3 + \frac{R^3}{3}\right) = \frac{4}{3}\pi R^3$

Чистовик

1 задача



Введём ось Ox, сонаправленную с $\vec{v}_0$. Уравнение движения в оси Ox:

$$x = x_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}, \quad v_x = v_0 - gt$$

При достижении h_{MAX}, v_x первого тела равно 0

$$0 = v_0 - g t_0 \Leftrightarrow g t_0 = v_0 \Leftrightarrow t_0 = \frac{v_0}{g}.$$

Тогда для простоты уравнение движения можно изменить, изменив ~~точку~~ время отсчёта t. x_0 для 1 тела равен $h_{MAX} = v_0 \cdot t_0 - g\frac{t_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$. А для 2 тела $x_0 = 0$ (~~приняли~~ мы приняли начало отсчёта в точке броска). ~~Тогда~~: Начальная скорость 1 тела будет равна 0, $v_x(t_0) = 0$ а 2 тела v_0

$$x_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2}; \quad x_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

Так как они столкнулись: $x_1 = x_2$ в момент времени t_1 от момента времени t_0.

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad \Big| + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$v_0 t_1 = \frac{v_0^2}{2g} \quad \Big| : v_0 \neq 0$$

$$t_1 = \frac{v_0}{2g}$$

1) $t_{полета 1} = t_0 + t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$

2) $\frac{t_0 + t_1}{t_1} = \frac{t_{полета 1}}{t_1} = \frac{3v_0}{2g} : \left(\frac{v_0}{2g}\right) = 3$

3) Найдем из уравнения движение:

$$x_2 = v_0 \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

Ответ: 1) $t_{полета 1} = \frac{3v_0}{2g}$; 2) $\frac{t_{полета 1}}{t_1} = 3$; 3) $h = \frac{3v_0^2}{8g}$

Чистовик

3 задача

Пусть ~~сна~~ начальное давление и объём равны p_1, V_1. Конечные равны p_2, V_2. Мы знаем, что:

$V_1 = 7V_2$ $3,6 p_1 = p_2$. Предположим, что пар не конденсировался, не достиг насыщения ~~и не испарился~~, т.е. $\nu = const$. Запишем уравнения Менделеева-Клапейрона:

$p_1 \cdot V_1 = \nu RT$; $p_2 V_2 = \nu RT \Leftrightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2$

Подставим: $p_1 \cdot 7V_2 = 3,6 p_1 \cdot V_2 \Leftrightarrow 7 = 3,6$, но это ложь $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ наше предположение неверно. Из физики идеальных газов и паров мы понимаем, что изменился ν $\Rightarrow$ изменилась масса пара. Если давление возросло, то ~~мы~~ мы понимаем, что пар достиг насыщения.

То есть $p_2 = p_{н.п.}(T)$: $3,6 p_1 = p_{н.п.} \Leftrightarrow p_1 = \frac{p_{н.п.}}{3,6} \approx$

≈ 13889 Па

Из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$p_1 \cdot V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT \Leftrightarrow m_1 = \frac{p_1 V_1 \cdot \mu}{RT}$; $V_1 = 7V_2 = 7 \cdot 1,7л = 11,9л = 11,9 \cdot 10^{-3} м^3$

$T = 81°C = 354 K$

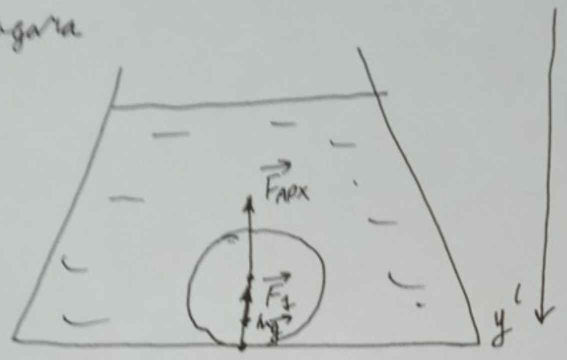
$m_1 = \frac{13889 \cdot 11,9 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 354} \approx 1011 \cdot 10^{-6}$ кг $\quad \mu = 18 г/моль = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Ответ: 1) $p_1 = 13889$ Па 2) $m_1 = 1011 \cdot 10^{-6}$ кг

Чистовик

2 задача

1)



II з-н Ньютона:

$$\vec F_{APX} + \vec F_1 + m\vec g = \vec 0$$

Oy':

$$-F_{APX} - F_1 + mg = 0$$

$$mg = F_1 + F_{APX}$$

$$F_1 = mg - F_{APX}$$

$$F_{APX} = \rho g V$$

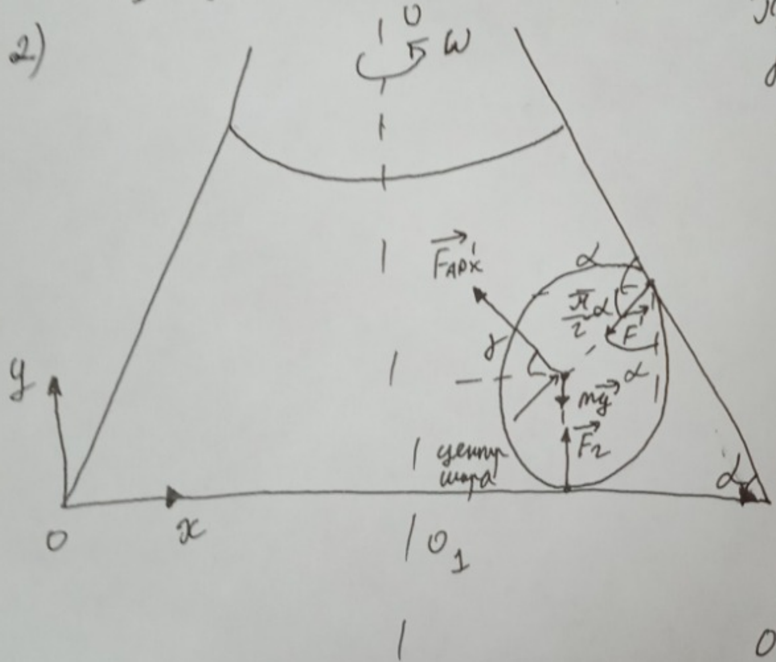
$$mg = 6\rho g V$$

$F_1 = 6\rho g V - \rho g V = 5\rho g V$, $V = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow F_1 = \frac{20}{3}\rho g \pi R^3$

$F_1 = N_1$ по III з-ну Ньютона; $N_1 = \frac{20}{3}\rho g \pi R^3$

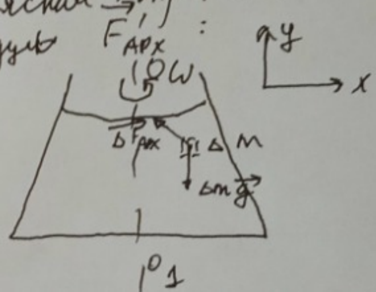
Пусть $r = 1,5R$

2)



Введём систему координат Oxy.

Объясним направление и модуль $\vec F'_{APX}$:



Рассмотрим маленький объём воды массой Δm.

Запишем для него II з-н Ньютона по осям:

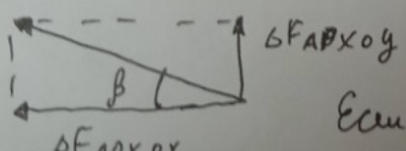
Oy: $-\Delta m g + \Delta F_{APX\,oy} = 0$

$$\Delta F_{APX\,oy} = \Delta m g$$

Ox: $-\Delta F_{APX\,ox} = -\Delta m \omega^2 r'$,

где r' - расстояние до OO_1.

Итого имеем:



$$tg\beta = \frac{\Delta F_{APX\,oy}}{\Delta F_{APX\,ox}} = \frac{\Delta m g}{\Delta m \omega^2 r'} = \frac{g}{\omega^2 r'}$$

Если подобная сила со стороны воды действует на кусочек воды, то и на тело, погруженное в воду тоже будет действовать, потому что вода давит с такой силой на любой предмет, такого же объёма, иначе говоря, ей всё равно, что занимает объём: вода или шар.

3 стр

Чистовик

Напишем II з-н Ньютона для ~~центра~~ ~~тяжести~~ центра масс шара, который из симметрии находится в его обычном центре.

Из свойств центра масс:

$Oy: \; F_2 - mg - F'\cos\alpha + F'_{APX\,oy} = 0$ (1)

$Ox: \; -F'\sin\alpha - F'_{APX\,ox} = -m\omega^2 r$ (2)

центростремительное ускорение: $a_{ц.с.} = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega r)^2}{r} = \omega^2 r$

$F'_{APX\,oy} = \rho V g$; $tg\,\gamma = \frac{F'_{APX\,oy}}{F'_{APX\,ox}} = \frac{g}{\omega^2 r}$

$F'_{APX\,ox} = \frac{\omega^2 r}{g} F'_{APX\,oy} = \frac{\omega^2 r}{g}\rho V g = \rho V \omega^2 r$

(1): $F'\cos\alpha = F_2 - mg + F'_{APX\,oy}$

$F' = \frac{1}{\cos\alpha}(F_2 - mg + F'_{APX\,oy})$

(2): ~~tg~~ $tg\,\alpha(F_2 - mg + F'_{APX\,oy}) + \rho V\omega^2 r = m\omega^2 r$; $6\rho V$

$m = 6\rho\cdot V$

$F_2\, tg\,\alpha - 6\rho V g\, tg\,\alpha + \rho V g\, tg\,\alpha + \rho V \omega^2 r = \cancel{m}\,\omega^2 r$

$F_2\, tg\,\alpha = 5\rho V\omega^2 r + 5\rho V g\, tg\,\alpha$

$F_2 = 5\rho V\left(\frac{\omega^2 r}{tg\,\alpha} + g\right)$

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$, $r = 1{,}5R$

$F_2 = \frac{20}{3}\rho\pi R^3\left(\frac{1{,}5\,\omega^2 R}{tg\,\alpha} + g\right) =$; $tg\,\alpha = \frac{3}{2} = 1{,}5$

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

По III з-ну Ньютона: $F_2 = N_2$

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

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

Часть 2

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

Шифр: **21204253**

ID профиля: **381585**

Вариант 2

Черновик

5) $i = \frac{3}{2}$

$p_0 V_0 = \nu R T_0$ $\quad \frac{\Delta p}{p_0} << 1 \quad \frac{\Delta V}{V} << 1$

$0{,}99 p_0 \cdot 1{,}02 V_0 = \nu R T$ $\quad \frac{\Delta T}{T} << 1$

$1{,}0098 p_0 V_0 = \nu R T$ $\quad pV = \nu R T$

$A = p \Delta V$ $\quad dV = 0 \quad A = 0 \quad \frac{\Delta V}{V} << 1$

$0{,}02 p_0 V_0 = A$ $\quad T = 1{,}0098 T_0$

$dQ = p dV + \frac{3}{2} dT$

$Q = A + \Delta U$ $\quad T_0 - 100\%$ $\quad \int_{V_1}^{V_2} p dV = pV \Big|_{V_1}^{V_2}$

$\Delta U = \frac{3}{2}(T - T_0)\nu R$ $\quad 1{,}0098 T_0 - x\%$ $\quad d(pV) = pdV + Vdp \,|\, : pV$

$Q = 0{,}02 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 0{,}0098 \, p_0 V_0 =$ $\quad 100{,}98\% = x\%$ $\quad \nu R dT = pdV + Vdp$

$\Delta x = 0{,}98\%$ $\quad \frac{dT}{T} = \frac{dV}{V} + \frac{dp}{p}$

$0{,}0347 p_0 V_0$ $\quad 0{,}02 - 0{,}01$

$\frac{0{,}0347 p_0 V_0}{0{,}0144 p_0 V_0}$

$dA = p dV$ $\quad p = \frac{\nu R T}{V}$

Верно ли это?

$\int dA = \int p dV$

$A = \int p dV$

$\Delta(pV)$ $\quad \nu R \int \frac{T dV}{V}$ $\quad p = \frac{\nu R T}{V}$

$\frac{\Delta p}{p} << 1 \Rightarrow p \approx const$

$d(pV) = pdV + dpV$

$A \qquad -Q?$

$A = \nu R T_0 \ln V \Big|_{V_0}^{1{,}02 V_0}$ $\quad \cos(\pi - \alpha) =$

$= \cos\pi \cos\alpha + \sin\pi \sin\alpha =$

$\nu R T_0 \ln 1{,}02$ $\quad -1 \quad = -\cos\alpha$

$p_0 V_0 \cdot 0{,}0198$

$N_1 = 2mg + N' \cos\alpha$

$\frac{mg}{3m} = \frac{m\vec{a}_K + 2m\vec{a}_{\delta x}}{3m}$

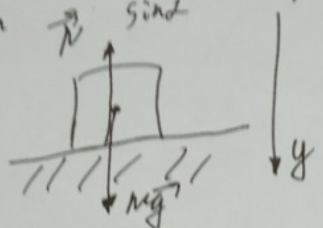
Черновик

4) $\vec{a} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер}$

$\vec{a}_{отн} = \vec{a} - \vec{a}_{пер}$

$\frac{h}{\sin\alpha} = \frac{at^2}{2}$ $a = g\sin\alpha$

$N = N'$ $\vec{a} \downarrow$



$mg = N$

$Oy: mg - N' = ma$

$N' = m(g - a)$

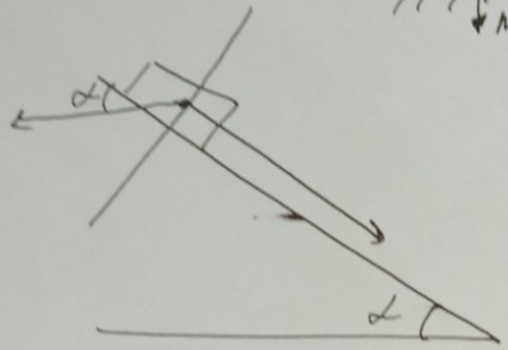
$\vec{a}_{отн} = \vec{0} - \vec{a} = -\vec{a}$

$mg - ma - N = 0$

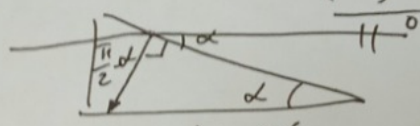
$\cancel{N = m(a-g)}$

$mg = N + ma$

$N = m(g - a)$ $N = m(g - a)$



$\times \frac{22}{5} \over 110$ $\frac{13}{110}$



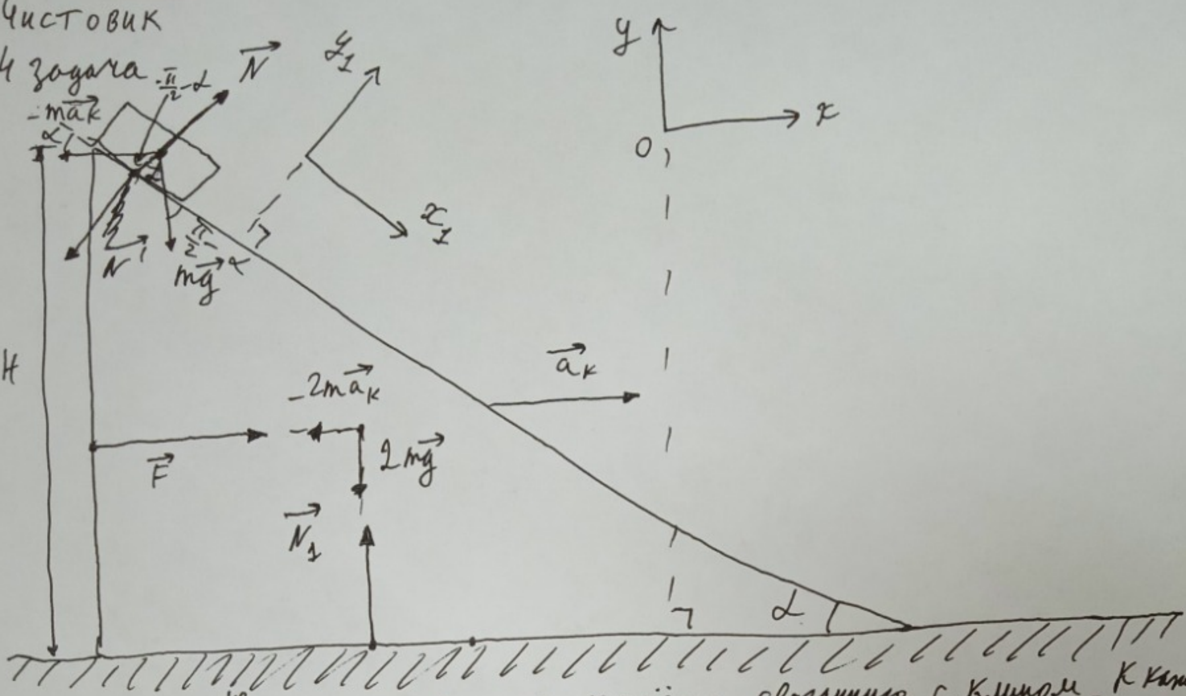
$66 = 2 \cdot 3 \cdot 11$

$25 - 12 = 13$ $\frac{13}{25}$ $\frac{66}{25}$

21204253 (U381585 M1279958)

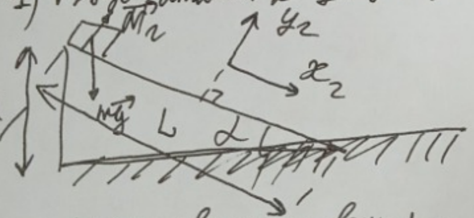
Чистовик

4 задача



Перейдем в неинерциальную систему отсчёта, связанную с клином. К каждому телу теперь будет приложена $\vec{F}_{инерции} = -M \cdot \vec{a}_к$, где M — масса тела, к которому приложена сила. Всё это относится к 2 и 3 пунктам задачи.

1) Возвратимся к 1 пункту:



II з-н Ньютона для бруска:

$Ox_2: \; mg\sin\alpha = ma$

$a = g\sin\alpha$

Так как клин удерживается, то брусок просто движется вниз по клину, преодолевая L — длину наклонной части клина. $\sin\alpha = \frac{H}{L} \Leftrightarrow L = \frac{H}{\sin\alpha}$; начальная скорость бруска равна нулю $\Rightarrow \frac{at_1^2}{2} = L \Leftrightarrow t_1^2 = \frac{2L}{a} = \frac{2H}{g\sin^2\alpha}$

$t_1 = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; $\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1 \Leftrightarrow \sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha \Leftrightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha}$, учитывая то, что $\alpha > 0$ и $\alpha < \frac{\pi}{2}$, то $\sin\alpha > 0$, $\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

$t_1 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

2) Запишем II з-н Ньютона в неинерциальной системе отсчёта:

для бруска:

$Ox_1: \; mg\sin\alpha - ma_к\cos\alpha = ma_б$

$a_б = g\sin\alpha - a_к\cos\alpha$

$Oy_1: \; -mg\cos\alpha - ma_к\sin\alpha + N = 0$ — клин неподвижен в ~~этого~~ этой системе отсчёта и твёрдый.

Чистовик

$N = m(g\cos\alpha + a_к \sin\alpha)$

Для клина:

$Ox:\quad F - 2ma_к - N'\sin\alpha = 0$

$Oy:\quad N_1 - 2mg - N'\cos\alpha = 0$

По III з-ну Ньютона: $N = N'$. По условию: $F = mg$

$$F - 2ma_к - N'\sin\alpha = 0$$

$$mg - 2ma_к - mg\cos\alpha\sin\alpha - ma_к\sin^2\alpha = 0 \quad |: m \neq 0$$

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

$$g(1 - \cos\alpha\sin\alpha) = a_к(2 + \sin^2\alpha)$$

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

$$a_к = g\,\frac{1 - \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}}{2 + \frac{16}{25}} = g\,\frac{\frac{25}{25} - \frac{12}{25}}{\frac{50+16}{25}} = g\,\frac{13}{66}$$

3) $a_б = g\sin\alpha - a_к\cos\alpha = g\cdot\frac{4}{5} - g\frac{13}{66}\cdot\frac{3}{5} = \frac{4}{5}g - \frac{13}{22\cdot 5}g =$

$$= \frac{1}{5}g\left(4 - \frac{13}{22}\right) = \frac{15}{22}g$$

В этой СО брусок как в 1 случае просто падает вниз по наклонной части бруска длины $L = \frac{H}{\sin\alpha}$:

$$t_2^2 = \frac{2L}{a_б} = \frac{44L}{15g};\quad t_2 = \sqrt{\frac{44\cdot H}{15g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{44\cdot H}{15g\cdot\frac{4}{5}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{44\cdot H}{3\cdot 4\cdot g}} = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$$

. В этой СО за t_2 брусок достигает стола. Теперь заметим то, что наш переход в неинерциальную СО происходил с ускорением лишь горизонтальным. То есть проекция $\vec{a}_б$ на ось Oy осталась неизменной (из закона сложения ускорений: $\vec{a} = \vec{a}_{пер} + \vec{a}_{отн}$). И время спуска ~~на~~ высоту H по Oy неподвижного и в подвижной СО и одинаково для движения бруска ~~тать по~~. А t_2 как раз-таки и есть время спуска на H бруска в ~~по~~ ПСО, в СО, связанной с Землёй. И соответственно время спуска до стола в НСО.

Ответ: 1) $t_1 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2h}{g}}$; 2) $a_к = \frac{13}{66}g$; 3) $t_2 = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$

2 стр

Чистовик

5 задача

Запишем уравнения Менделеева-Клапейрона из условия:

Нач. ситуация: $p_0V_0 = \nu RT_0$ (1)

Конеч. ситуация: $0{,}99p_0 \cdot 1{,}02V_0 = \nu RT$ (2) $\Leftrightarrow$ $1{,}0098\,p_0V_0 = \nu RT$ (2)

(2) : (1)

$$1{,}0098 = \frac{T}{T_0} \Leftrightarrow T = 1{,}0098\,T_0$$

$T_0 - 100\%$ $\qquad x\% \cdot T_0 = 100\% \cdot 1{,}0098\,T_0 \mid : T_0 \neq 0$

$1{,}0098\,T_0 - x\%$ $\qquad x\% = 100{,}98\%$

$$\frac{\Delta T}{T_0} \cdot 100\% = \frac{0{,}0098\,T_0}{T_0} \cdot 100\% = 0{,}98\% \Rightarrow$$

увеличилась ~~та~~ на 0,98%

$\Rightarrow$ 1) Температура газа увеличилась на 0,98%

2) $Q = A + \Delta U$, где Q – теплота, полученная газом, A – работа газа над внешними телами, ΔU – изменение внутренней энергии газа.

I з-н термодинамики

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R \cdot 0{,}0098\,T_0 \rightarrow \text{из (1)}: \Delta U = 0{,}0147\,p_0V_0$$

$\frac{3}{2}$ → из одноатомности газа.

По условию: $\frac{\Delta p}{p_0} \ll 1 \Leftrightarrow p_0 \gg \Delta p$. Тогда: $p_0 \approx const$. Тогда:

$$A \approx p_0\Delta V = p_0 \cdot 0{,}02V_0 = 0{,}02\,p_0V_0$$

$$Q = 0{,}02\,p_0V_0 + 0{,}0147\,p_0V_0 = 0{,}0347\,p_0V_0$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0{,}0347\,p_0V_0}{0{,}0147\,p_0V_0} \approx 2{,}36$$

Ответ: 1) Температура газа увеличилась на 0,98%

2) $\frac{Q}{\Delta U} = 2{,}36$

$\frac{\Delta V}{V_0} > \frac{\Delta p}{p_0} > \frac{\Delta T}{T_0} \Rightarrow$ пренебрежем изменением T.

$$dA = p\,dV \Leftrightarrow \int_0^A dA = \int_{V_{нач}}^{V_{кон}} \frac{\nu RT\,dV}{V} \approx \nu RT \int_{V_{нач}}^{V_{кон}} \frac{dV}{V} = \nu RT_0 \ln V \Big|_{V_0}^{1{,}02V_0} =$$

$T \approx const$

$pV = \nu RT \Leftrightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$

$$= \nu RT_0 \ln\frac{1{,}02V_0}{V_0} = \nu RT_0 \ln 1{,}02 = p_0V_0 \cdot \ln 1{,}02 = 0{,}0198\,p_0V_0 = A$$

$$Q = 0{,}0198\,p_0V_0 + 0{,}0147\,p_0V_0 = 0{,}0345\,p_0V_0$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0{,}0345\,p_0V_0}{0{,}0147\,p_0V_0} \approx 2{,}3469$$

Ответ: 1) Температура газа увеличилась на 0,98%

2) $\frac{Q}{\Delta U} = 2{,}3469$

3 стр