Часть 1

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

Шифр: **21206280**

ID профиля: **843495**

Вариант 2

№1

Дано:
$v_0; g$

---

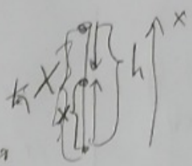
t_1 - ?

$\frac{t_1}{t_2}$ - ?

x - ?

Решение:

Когда мяч в самой высокой точке, то его кинетическая энергия равна 0. $\Rightarrow v_в = 0$.



$$v_x = v_{x0} + g_x t$$

$$0 = v_0 - gt \Rightarrow t_в = \frac{v_0}{g};$$ тогда $t_1 = t_в + t_2$

Из ЗСЭ

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g};$$

Когда мяч будет падать сверху его начальная скорость 0, ускорение g. Заменим пройденный путь.

т. X – место столкновения, её координата x.

С момента когда она достигла верхней точки до столкновения ~~очевидно~~ по условию t_2

① $\frac{gt_2^2}{2} = h - x$

② $v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = x$

①+② $\Rightarrow v_0 t_2 = h = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow t_2 = \frac{v_0}{2g}$

$$t_1 = t_в + t_2 = \frac{v_0}{2g} + \frac{v_0}{g} = \frac{3}{2}\frac{v_0}{g}.$$

$$x = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3}{8}\frac{v_0^2}{g}; \quad \frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{3}{2}\frac{v_0}{g}}{\frac{v_0}{2g}} = 3$$

Ответ: $t_1 = \frac{3}{2}\frac{v_0}{g}$; $\frac{t_1}{t_2} = 3$; $x = \frac{3}{8}\frac{v_0^2}{g}$

№2.

Дано:

ω; ρ; 6ρ;

R; $1,5R$.

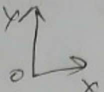
$tg\alpha = \frac{3}{2}$

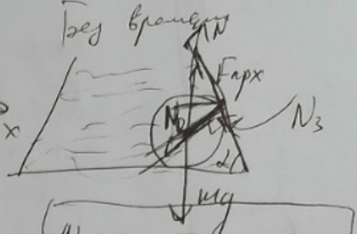
N_1 - ?

N_2 - ?

Решение:

По II закону Ньютона по





OY: $0 = N_1 + F_{арх} - mg$

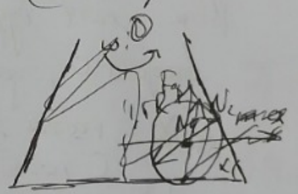
$N_3 = 0$, т.к. II з. Н по OX: $N_3 \cdot \sin\alpha = 0 \Rightarrow N_3 = 0$

$N_1 = mg - F_{арх} = 6\rho \cdot Vg - \rho \cdot V \cdot g =$

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

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

С вращением

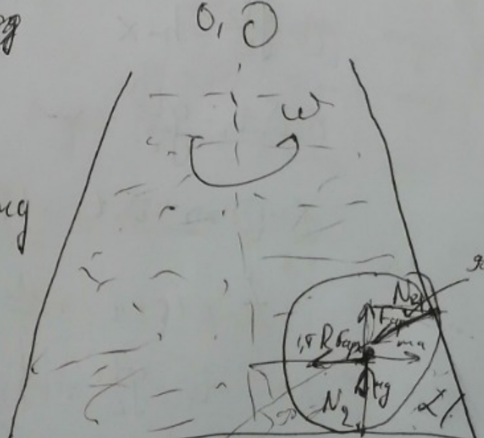


Т.к. тело вращается, то появляется ускорение a,

$a = \frac{v_0^2}{1,5R} = \omega^2 \cdot 1,5R$

Перейдём в НИСО с ускорением a

Запишем II закон Ньютона



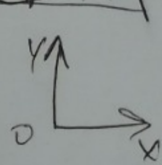
OY: $0 = F_{арх} + N_2 - N_4 \cdot \cos\alpha - mg$

$N_2 = mg - F_{ар} + N_4 \cdot \cos\alpha$

OX: $0 = ma - F_{арх(a)} - N_4 \cdot \sin\alpha = 0$

$N_4 = \frac{ma - \rho Va}{\sin\alpha} = \frac{a}{\sin\alpha} \cdot V(6\rho - \rho) =$

$= \frac{5\rho Va}{\sin\alpha}$;



J843495 M1282912)

$\frac{t_1}{t_2}$ - ?

... мяч в самой высокой точке, то его кинетическая энергия равна 0. => $v_y = 0$

$v_x = v_{x0} + g_x t$

$$N_2 = 5\rho V g + \frac{5\rho V a}{2} \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = 5\rho V\left(g + a\,\mathrm{ctg}\,\alpha\right) =$$

$$5\rho V\left(g + \omega^2 \cdot 1{,}5R \cdot \frac{2}{3}\right) = 5\rho V\left(g + \omega^2 R\right) =$$

$$= 5\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3\left(g + \omega^2 R\right) = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g + \frac{20}{3}\pi R^4 \rho \omega^2$$

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

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

№3

Дано:

T - const

$T = 81°C = 354 K$

$V_0 = 7V_1$

$V_1 = 1,7$ л

$p_1 = 3,6 p_0$

$p_н = 0,5 \cdot 10^5$ Па при 81 °C

$\mu = 18$ г/моль

p_0 - ?

m - ?

Решение:

По закону Клапейрона - Менделеева

$p_0 V_0 = \nu_0 RT$

Заметим, что т.к. мы имеем дело с водяным паром, то его ν может меняться.

$p_1 V_1 = \nu_1 RT$

$3,6 p_0 \cdot \frac{V_0}{7} = \nu_1 RT \Rightarrow \nu_1 = \frac{3,6}{7} \cdot \frac{p_0 V_0}{RT}$

$\nu_0 = \frac{p_0 V_0}{RT} \Rightarrow \nu_1 \neq \nu_0$

$\Rightarrow$ В часть водяного пара (очевидно, что $V_в \ll V_п$) стала водой $\Rightarrow p_1 = p_н$, т.к. пар становится водой, только если он насыщенный.

$p_0 = \frac{p_1}{3,6} = \frac{p_н}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} = \frac{10^5}{7,2} = \frac{10}{7,2} \cdot 10^4$ Па $= 1,3(8) \cdot 10^4$ Па

$\frac{10}{7,2} = \frac{100}{72} = 1,3(8)$

$p_0 \approx 1,39 \cdot 10^4$ Па

$p_0 V_0 = \nu_0 RT \quad \nu_0 = \frac{m}{\mu} = \frac{p_0 V_0}{RT} = \frac{p_0 7 V_1}{RT}$

$m = \mu \cdot \frac{p_0 V_0}{RT} = 18 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1,39 \cdot 10^4 \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 354} =$

$= \frac{18 \cdot 1,39 \cdot 7 \cdot 1,7}{8,31 \cdot 354} \cdot 10^{-2} = 0,101 \cdot 10^{-2}$ кг $= 1,01$ г

Ответ: $p_0 = \frac{10^5}{7,2}$ Па $= 1,39 \cdot 10^4$ Па

$m_0 = 1,01$ г.

21206280(...1282912)

Часть 2

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

Шифр: **21206280**

ID профиля: **843495**

Вариант 2

№4.

Дано:

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

$H; m;$ гл.

1) $t_1 - ?$

~~2)~~ Если $F = mg$, то 2) $a_к ?$

3) $t_2 - ?$

Решение:

Из геометрии очевидно $0<\alpha<90$

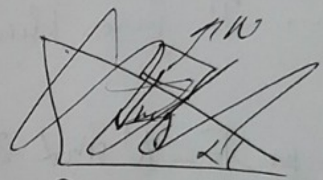
$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1 \Rightarrow \sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha =$

$= 1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2 = \frac{16}{25}$; ~~т.к. $\alpha<90$~~ то

~~sin~~ $\sin^2\alpha = \frac{16}{25}$

$\sin\alpha = \pm\frac{16}{25}$; т.к. $0<\alpha<90$

$\sin\alpha = \frac{16}{25}$.



1) Если клин неподвижен, то

по II закону Ньютона

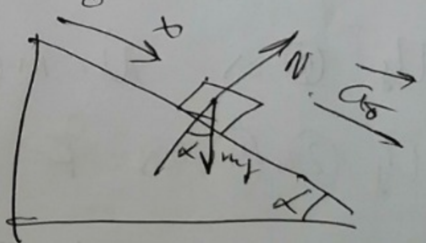
OX: $ma_б = mg \cdot \sin\alpha$

$a_б = g \cdot \sin\alpha$

Из ~~за~~ ЗСЭ

$\frac{mv^2}{2} = mgH \Rightarrow v = \sqrt{2gH}$; $v = at_1$, т.к. $v_0 = 0$

$t_1 = \frac{v}{a} = \frac{\sqrt{2gH}}{g\sin\alpha} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\frac{16}{25}}} = \sqrt{\frac{25}{8}\frac{H}{g}}$



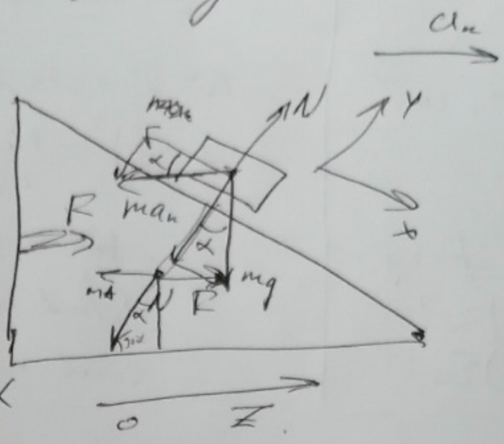
$t_1 = \sqrt{\frac{25}{8}\frac{H}{g}} = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}}$

Если клин не удерживают, то у ~~него~~ него появляется некоторое ускорение $a_к$.

Перейдем в НИСО с ускорением $a_к$

В этой СО клин не подвижен.

Запишем II закон Ньютона по осям для бруска.



① $OX: ma_б = mg\sin\alpha - ma_к\cos\alpha$

① $OY: 0 = N - mg\cos\alpha - ma_к\sin\alpha$

Запишем II закон Ньютона для клина

③ $0 = F - N\sin\alpha - 2ma_к$

Из ② => $N = m(g\cos\alpha + a_к\sin\alpha) \leftarrow$ ④

Из ③ и ④ => $F = mg\cos\alpha\sin\alpha + ma_к\sin^2\alpha + ma_к$

$2ma_к(1+\sin^2\alpha) = F - mg - mg\cos\alpha\sin\alpha$

$a_к = \frac{g - g\cos\alpha\sin\alpha}{2(1+\sin^2\alpha)} = g\cdot\frac{1-\frac{12}{25}}{2\cdot\frac{41}{25}} = g\cdot\frac{13}{82} = 0{,}16g$ ⑤

Из ⑤ и ①. $a_б = g\sin\alpha - g\frac{13}{82}\cos\alpha = g\left(\frac{4}{5} - \frac{3}{5}\cdot\frac{13}{82}\right) \approx 0{,}7g$ $S = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_б\tau_2^2}{2} \Rightarrow \tau_2 = \sqrt{\frac{2H}{a_б\sin\alpha}} =$

$= \sqrt{\frac{2H}{0{,}7g\,0{,}8}} = \sqrt{3{,}57\frac{H}{g}}$

Ответ: $\tau_1 = \sqrt{\frac{25}{8}\frac{H}{g}} = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}}$; $a_к = 0{,}16g$

$\tau_2 = \sqrt{3{,}57\frac{H}{g}}$; $\tau_1 = \sqrt{3{,}125\frac{H}{g}}$

21206280 (U843495 M1282913)

№5.

Дано:

$V_\phi = 1{,}02 V_0$

$p_1 = 0{,}99 p_0$

$\frac{\Delta T}{T_0} \cdot 100\% - ?$

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

Решение:

Закон Клайперона - Менделеева

$V_0 p_0 = \nu R T_0$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{1{,}02 V_0 \cdot 0{,}99 p_0}{\nu R} = \frac{1{,}0098 V_0 p_0}{\nu R}$

$T_0 = \frac{V_0 p_0}{\nu R}$

$\Delta T = T_1 - T_0$; $\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\frac{1{,}0098 V_0 p_0 - V_0 p_0}{\nu R}}{\frac{V_0 p_0}{\nu R}} =$

$= \frac{0{,}0098}{1} \cdot 100\% = 0{,}98\% \approx 1\%$

+ - увеличилось

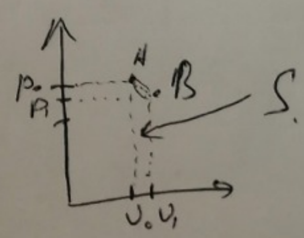
$dQ = dA + dU$; $dU = \frac{3}{2} \nu R dT$

$dA = p\,dV$

$\Delta Q = \Delta A + \Delta U$; $\Delta U = \boxed{\frac{3}{2}} \xrightarrow{\text{т.к одноатомный ид газ}} (\nu R T_1 - \nu R T_0) =$

$= \Delta U = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 0{,}0098 V_0 p_0$

Т.к все изменения крайне малы, можно считать, что AB прямая,



~~Когда~~ Потому что, если AB и кривая, то из-за малых изменений

$S_{np} << S$. $A = S = \left(\frac{p_0 + p_1}{2}\right) \cdot (V_1 - V_0) = 0{,}995 p_0 \cdot 0{,}02 V_0 =$

Т.к ~~$dU > 0$~~ $\Delta U > 0$, то $A > 0$

21206280 (U843495 M1282913)

Доказывать этот факт, что работа это площадь под PV графиком достаточно очевидно.

$$\Delta Q = 0{,}995 \cdot 0{,}02\, p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 0{,}0098\, p_0 V_0 = 0{,}0346\, p_0 V_0.$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0{,}0098\, p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta U} = \frac{0{,}0346\, p_0 V_0}{\frac{3}{2} \cdot 0{,}0098\, p_0 V_0} = 2.35$$

Также для малых величин существует формула $\frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$

$\Rightarrow -1\% + 2\% = \frac{\Delta T}{T} = 1\%$, что соответствует моим вычислениям

Ответ: $\frac{\Delta T}{T} = 0{,}0098 \approx 0{,}01 = 1\%$

Температура увеличилась

$\frac{\Delta Q}{\Delta U} = 2.35$

№4

Дано:

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

И:

m; 2m

1) τ_1 - ?

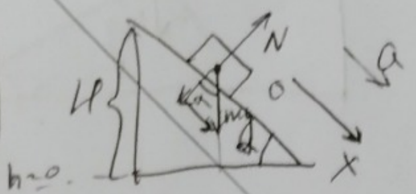
2) $F = mg$

$a_к$ - ?

τ_2 - ?

Решение

Если клин удерживают, то ускорение бруска постоянно



II закон Ньютона на оси Ox.

$ma = mg\cdot\sin\alpha \Rightarrow a = g\cdot\sin\alpha$

Из ЗСЭ $mgH = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gH}$

$v = v_0 + at \Rightarrow v = a\tau_1 \Rightarrow \sqrt{2gH} = g\cdot\sin\alpha\,\tau_1$

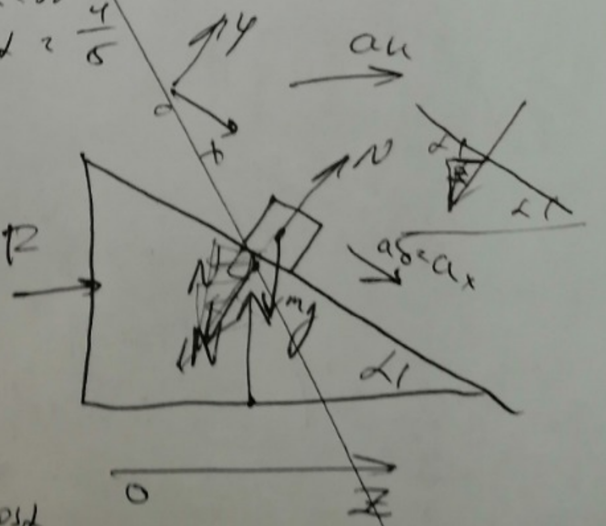
$\tau_1 = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\sin^2\alpha}}$; $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$\Rightarrow \sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha = 1 - \frac{9}{25} = \frac{16}{25}$

т.к. $\alpha < 90$ $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

$\tau_1 = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\frac{16}{25}}} = \sqrt{\frac{25H}{8g}}$

Распишем силы для движущегося клина



Брусок:

OX: $ma_x = mg\cdot\sin\alpha$

OY: $0 = N - mg\cos\alpha \Rightarrow N = mg\cos\alpha$

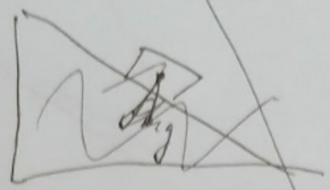
OZ: $2ma_к = F - N\cdot\sin\alpha$

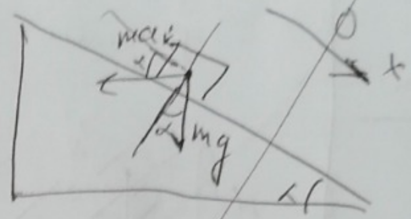
$2ma_к = mg - mg\cos\alpha\sin\alpha$

$a_к = \frac{g(1 - \cos\alpha\sin\alpha)}{2} = \frac{g}{2}\cdot\left(1 - \frac{12}{25}\right) = \frac{13}{50}g = 0{,}26g$

21206280 (U843495 M1282913)

Перейдем в НИСО с ускорением $a_к = 0{,}26g$
В ней плита не подвижна





II закон Ньютона

$OX: ma_x = mg \cdot \cancel{\cos\alpha}^{\sin\alpha} - ma_к \cos\alpha =$

$\Rightarrow$ ~~$a_x = (g - 0{,}26g)\cos\alpha = 0{,}74g \cdot \frac{3}{5} = 0{,}444g$~~

~~$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$; $v_0 = 0$; $S = H \cdot \sin\alpha$~~

$a_x = g\sin\alpha - 0{,}26g\cos\alpha = \frac{4g - 3 \cdot 0{,}26g}{5} = 0{,}644g$

$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$, $v_0 = 0$, $S = H/\sin\alpha$

$H/\sin\alpha = \frac{0{,}644g}{2} t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2H}{0{,}644g\sin\alpha}}$

$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{0{,}644 \cdot \frac{4}{5} g}} = \sqrt{\frac{3{,}88H}{g}}$

Ответ: $t_1 = \sqrt{\frac{25H}{8g}} = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}}$;

$a_к = 0{,}26g$

$t_2 = \sqrt{3{,}88\frac{H}{g}}$

4

2

21206280 (U843495 M1282913)