Часть 1

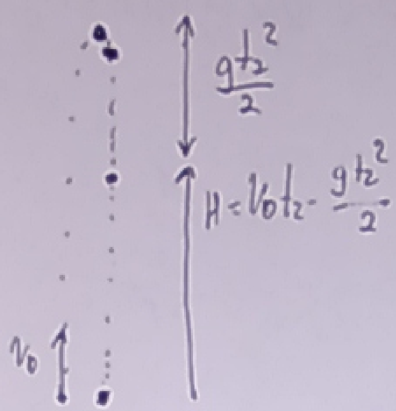
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21206214**

ID профиля: **171369**

Вариант 1

Черновик.



$$t_{под} = \frac{v_0}{g}$$

$$H_{под} = H + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{g t_{под}^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$gH_{под} = gH + \frac{(gt_2)^2}{2}$$

$$H_{под} = H + \frac{gt_2^2}{2}$$

$$v_0 t_2 = H_{под} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$H + \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2$$

$$\boxed{H_{под} = v_0 t_2}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_2$$

$$v_0 = 2gt_2$$

$$H = 2gt_2^2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$t_2^2 = \frac{2H}{3g}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$$

$$v_0 = 2g\sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$$

$$S_1 = H_{под} + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{g}{2}t_2^2 = \frac{\frac{8}{3}\cancel{g}H}{2\cancel{g}} + \frac{\cancel{g}}{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{2}}{3}\frac{H}{\cancel{g}} = \frac{5}{3}H$$

1

№3 Черновик.

Понятно, что в конце пар начал переходить в воду.

$$p_0V_0 = \frac{m}{\mu}RT$$

$$1{,}8p_0 \cdot \frac{V_0}{3{,}5} = \frac{m - m_{исп}}{\mu}RT$$

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

$$\frac{m - m_{исп}}{m} = \frac{18}{35}$$

$$17m = 18m_{исп}$$

$$m_{исп} = \frac{17m}{18} = \frac{\cancel{51}^{17}}{\cancel{18}_{6}}г = \frac{17}{6}г$$

$$1{,}8p_0 = 0{,}5 \cdot 10^5 Па$$

$$p_0 = \frac{0{,}5}{18} \cdot 10^6 Па = 27777{,}8 Па = 27{,}8 кПа$$

$$Тогда\ V_0 = \frac{mRT}{\mu p_0} = \frac{32 \cdot 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 354К}{18 \frac{г}{моль} \cdot \frac{5}{18} 10^5 Па} = 17{,}65 л$$

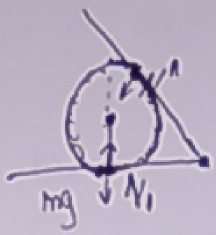
$$V_к = \frac{V_0}{3{,}5} = 5{,}04 л$$

2

21206214 (U171369 M1279545)

Черновик

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



$$N_1 = mg - F_A = 3\rho Vg - \rho Vg = $$
$$= 2\rho Vg = 2\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g = \frac{8}{3}\rho\pi R^3 g$$

$$m\omega^2 2R = N' \sin\alpha \Rightarrow N' = \frac{m\omega^2 2R}{\sin\alpha}$$

$y \downarrow$ $\quad N_2 + F_A = \underset{3\rho V}{mg} + N'\cos\alpha$

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

Инстевик. Вариант 10-01

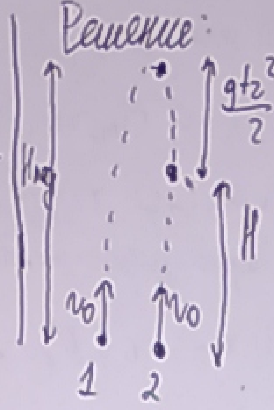
№1. Дано: H

а) t_2 - ?

б) v_0 - ?

в) S_1 - ?

Решение:



а) (1) $H = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$ (уравнение подъёма второго тела)

(2) $H_{под} = H + \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} + \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2$ (ур. второго)

(3) $H_{под} = \frac{v_0^2}{2g}$ (первое тело)

(2) = (3):

$v_0 t_2 = \frac{v_0^2}{2g} \Leftrightarrow v_0 = 2g t_2$ (4)

(4) $\rightarrow$ (1)

$H = 2gt_2^2 - \frac{gt_2^2}{2}$

$H = \frac{3}{2} g t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$

б) $v_0 = 2g t_2 = 2g \cdot \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{8}{3} gH}$

в) $S_1 = H_{под} + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{\frac{8}{3}gH}{2g} + \frac{g \cdot \frac{2}{3}\frac{H}{g}}{2} = \frac{4}{3}H + \frac{1}{3}H = \frac{5}{3}H$

Ответ: а) $t_2 = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$ б) $v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$ в) $S_1 = \frac{5}{3}H$

1

Чистовик

Вариант 10-01

№2 Дано:

$\rho, \rho_{ш} = 3\rho, R,$

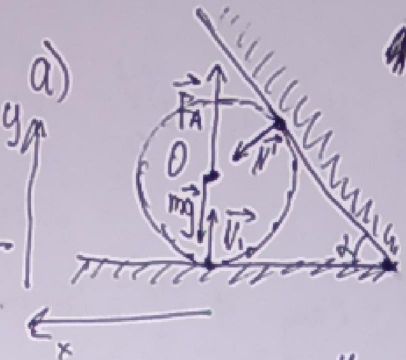
$L = 2R, \ tg\alpha = 2,$

$\omega.$

а) N_1 — ?

б) N_2 — ?

а)



Пр. мом. отн. т. O:

$M_{F_A} = 0, M_{mg} = 0, M_{N_1} = 0, M = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow M_{N'} = 0$ (направлена к центру перпендикулярно плоскости)

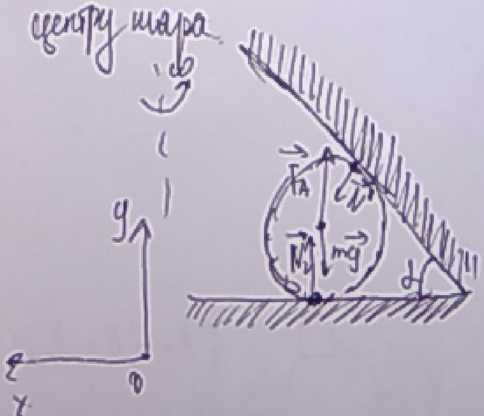
2 закон Ньютона: $Ox: \ 0 = N'_x \Rightarrow N' = 0$, т.к. N' не может быть направлена вертикально.

$Oy: \ 0 = F_A + N_1 - mg$

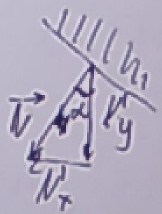
$N_1 = mg - F_A = 3\rho V g - \rho V g = 2\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 =$

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

б) По аналогичным рассуждениям из а), N' направлена к центру шара.



2 закон Ньютона:



$Ox: \ m \cdot a_{цс} = N'_x = N' \sin\alpha \Rightarrow N' = \frac{m \cdot a_{цс}}{\sin\alpha}$

$Oy: \ 0 = F_A + N_2 - mg - N'_y$

$N_2 = mg + \frac{m \cdot a_{цс} \cos\alpha}{\sin\alpha} - F_A =$

$= N_1 + \frac{3\rho V \cdot \omega^2 L}{tg\,\alpha} = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3 + \frac{3\rho \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \omega^2 \cdot 2R}{2} = \rho\pi R^3 (\frac{8}{3}g + \omega^2 R)$

Ответ: а) $N_1 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$ б) $\rho\pi R^3(\frac{8}{3}g + 4\omega^2 R)$

2

21206214 (U171369 M1279545)

Ицкевич Вариант 10-01

№3 Дано:
$m = 3 г$
$T = 354 K$
$p_н = 0{,}5\cdot10^5 Па$
$M = 18 \frac{г}{моль}$

а) p_0 - ?
б) $V_к$ - ?

а) Решение: процесс изотермический, но соотношение $pV = const$ не сохраняется ($p_0V_0 \neq 1{,}8p_0 \cdot \frac{V_0}{3{,}5}$)

Значит, пар достиг предельного давления и начал конденсироваться.

$$p_к = p_н \Rightarrow p_0 = \frac{p_к}{1{,}8} = \frac{p_н}{1{,}8} = \frac{0{,}5\cdot10^5 Па}{1{,}8} = \frac{5}{18}\cdot10^2 кПа = 27{,}8 кПа$$

б) Ур. Менделеева-Клапейрона для начального состояния:

$$p_0V_0 = \frac{m}{M}RT \Rightarrow V_0 = \frac{mRT}{Mp_0} = \frac{3г\cdot 8{,}31 \frac{Дж}{моль\cdot К}\cdot 354 К}{18\frac{г}{моль}\cdot\frac{5}{18}\cdot10^5 Па} = 17{,}65 л$$

$$V_к = \frac{V_0}{3{,}5} = \frac{17{,}65 л}{3{,}5} = 5{,}04 л$$

Ответ: $p_0 = 27{,}8 кПа$, $V_к = 5{,}04 л$

Часть 2

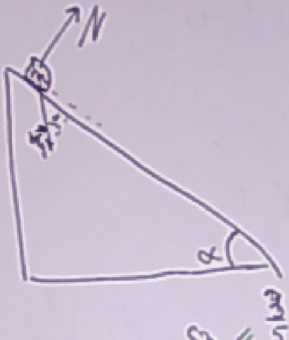
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21206214**

ID профиля: **171369**

Вариант 1

Циркович



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

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

$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{5}{3}H}{\frac{9}{5}g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$\sin = \frac{3}{5}$

$a = g\cos\alpha$, $S = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{5}{3}H$

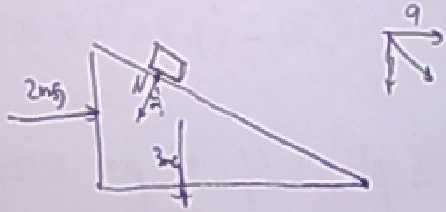
$84 \cdot 3 = 252$ $\quad 13 \cdot 4 = 52$

$\frac{200}{5} = 40$

$\frac{40}{84} = \frac{10}{21}$

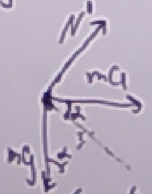
~~$\frac{at^2}{2} = S$~~

~~$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2\frac{5}{3}H}{\frac{3}{5}g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{6g}}$~~



$75 + 9 = 84$

$2mg - N'\sin\alpha = 3ma$



$N' = ma\sin\alpha + mg\cos\alpha$

$a' = a\cos\alpha + g\sin\alpha$

$a = \frac{g(2 - \sin\alpha\cos\alpha)}{3 + \sin^2\alpha} = \frac{10\cdot\left(2 - \frac{4}{5}\frac{3}{5}\right)}{3 + \frac{9}{25}} =$

$2\cancel{m}g - \cancel{m}a\sin^2\alpha - \cancel{m}g\sin\alpha\cos\alpha = 3\cancel{m}a$

$= \frac{\frac{10\cdot 13}{25}}{\frac{84}{25}}$ $\quad \frac{13}{84}\cdot 10$

$a(3+\sin^2\alpha) = g(2 - \sin\alpha\cos\alpha)$ $\quad$ 1

Черновик.

$A' - \Delta U \neq 0$

$A' > 0$

$\Delta U > 0$

$\frac{\Delta p}{p} \ll 1$ $\frac{0,02p}{p} \ll 1$

$p + \Delta p = 1,02p$

$\Delta p = 0,02p$

$\Delta p V + \Delta V p$

$(p+\Delta p)(V+\Delta V)$

$pV = \nu RT$

$1,02p \cdot 0,99V = \nu R T'$

$T' = 1,02 \cdot 0,99\, T = 1,0098\, T$

Изменилось на 0,98% (увеличилось)

$A' = -p\Delta V - \frac{\Delta p \Delta V}{2} = -(p \cdot 0,01V + 0,0001pV)$

$Q = A + \Delta U$

$\frac{A'}{Q} = \frac{100}{199} \approx 0,5$

$\Delta U = \Delta(pV) = \Delta p V + \Delta V p = 0,02pV - 0,01Vp = 0,01pV$

$\frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot 0,0098 = 0,0098pV$

$Q = -A' + \Delta U = 0,0101pV + 0,0098pV = 0,0199pV$

$A' = -0,01pV$

2

Чистовик

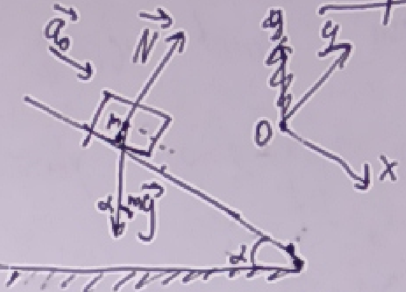
Вариант 10-01

№4. Дано:
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$
$F = 2mg$
$H,\ m,\ 3m$

а) t_0 - ?
б) a - ?
в) t - ?

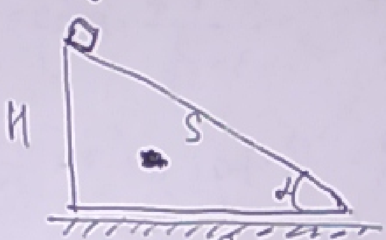
Решение:

а)



2 закон Ньютона: Oy: $ma_0 = mg\sin\alpha \Leftrightarrow a_0 = g\sin\alpha$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$



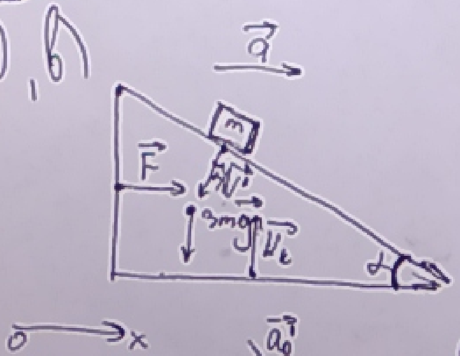
$\cancel{t_0 =}$

$S = \frac{a_0 t_0^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$

$g\sin^2\alpha\, t_0^2 = 2H.$

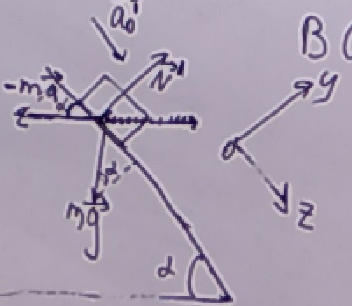
$t_0 = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

б), в)



2 закон Ньютона на клин:

Ox: $3ma = F - N'\sin\alpha$ (1)



В СО клина 3 закон Ньютона на шайбу:

Oy: $N' = mg\cos\alpha + ma\sin\alpha$ (2)

Oz: $ma_0' = mg\sin\alpha - ma\cos\alpha$ (3)

Чистовик Вариант 10-0

№4 (продолжение) Решив систему (1), (2), (3), получим a и a_0'

$(2) \to (1)$: $3\cancel{m}a = 2\cancel{m}g - (\cancel{m}g\cos\alpha + \cancel{m}a\sin\alpha)\sin\alpha$

$$3a + a\sin^2\alpha = 2g - g\cos\alpha\sin\alpha$$

$$a = g \cdot \frac{2 - \cos\alpha\sin\alpha}{3 + \sin^2\alpha} = \frac{2 - \frac{4}{5}\cdot\frac{3}{5}}{3 + \frac{9}{25}} \cdot g = \frac{\frac{13}{25}}{\frac{84}{25}} g = \frac{13}{84} g$$

(3): $a_0' = g\sin\alpha - a\cos\alpha = g\cdot\frac{3}{5} - \frac{13}{84}\cdot\frac{4}{5}g = \frac{g}{5}\left(3 - \frac{13\cdot 4}{84}\right) = \frac{10}{21}g$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a_0'}} = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{5}{3}l}{\frac{10}{21}g}} = \sqrt{\frac{7l}{g}}$$

Ответ: а) $t_0 = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2l}{g}}$ б) $a = \frac{13}{84}g$ в) $t = \sqrt{\frac{7l}{g}}$

Чистовик

Чистовик

Вариант 10-01.

№5

Дано:
Ar
$k_p = 2\%$
$k_V = 1\%$

а) k_T - ?
б) $\frac{Q}{A'}$ - ?

Решение:

а) Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона для 2 состояний: начального и конечного.

$pV = \nu RT$

$1{,}02p \cdot 0{,}99V = \nu RT'$

$1{,}02 \cdot 0{,}99\,T = T' = 1{,}0098\,T$

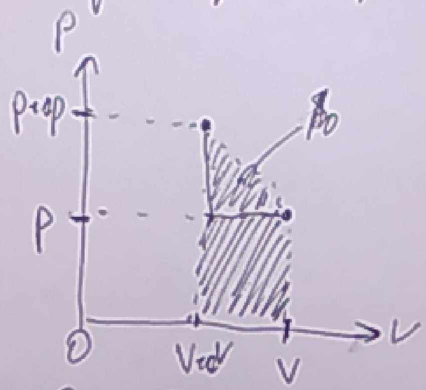
$k_T = 0{,}98\%$

второй степени малости

б) $Q = -A' + \Delta U$.

$\Delta U = \Delta(pV) = (p+\Delta p)(V+\Delta V) - pV = \Delta p V + \Delta V p + \Delta p \Delta V =$

$= \Delta p V + \Delta V p = 0{,}02pV - 0{,}01Vp = 0{,}01Vp$



A'_0 того же порядка, что и $\Delta p \Delta V$ - второй степени малости.

$A' = \Delta V p + A'_0$

$A' = \Delta V p = -0{,}01Vp$.

$Q = -A' + \Delta U = 0{,}01Vp + 0{,}01Vp = 0{,}02Vp$

$\frac{Q}{A'} = \frac{0{,}02Vp}{-0{,}01Vp} = -2$

Ответ: а) увеличилась на 0,98% б) $\frac{Q}{A'} = -2$.

3