Часть 1

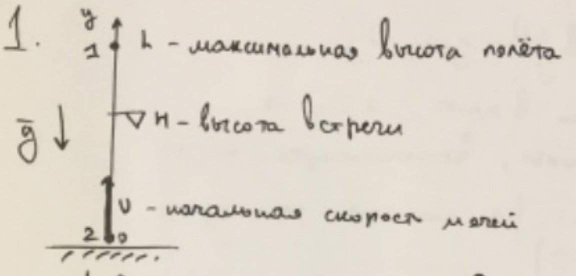
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205329**

ID профиля: **872851**

Вариант 1

Чистовик

1. 

τ, v, s_1 - ?

1) Возьмём вертикальную ось Oy, противонаправленную с $\bar{g}$. $y=0$ - земля; $t=0$ - момент второго броска (см. рис.)

2) Ур-я движения (от $t=0$ до $t=\tau$ - момент столкновения)

$$\begin{cases} y_1(t) = h - \frac{gt^2}{2} \\ y_2(t) = vt - \frac{gt^2}{2} \end{cases};$$

~~В момент~~ Встреча: $y_1(\tau) = y_2(\tau) = H$.

3) ЗСЭ ~~до~~ для 1 мяча:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

(энергия в высш. т. траектории. $v=0$) (энергия в начале полёта. $h=0$)

4) $y_1(\tau) = y_2(\tau)$

$$h - \frac{g\tau^2}{2} = v\tau - \frac{g\tau^2}{2}$$

$$(h=)\frac{v^2}{2g} = v\tau \Rightarrow \tau = \frac{v}{2g} \left(= \frac{h}{v}\right)$$

5) $y_1(\tau) = H$

$$h - \frac{g\tau^2}{2} = H$$

$$\frac{v^2}{2g} - \frac{g}{2}\cdot\left(\frac{v}{2g}\right)^2 = H$$

$$\frac{v^2}{2g}\left(1 - \frac{1}{4}\right) = H$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{4}{3}H$$

$$h = \frac{4}{3}H$$

6) $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{4}{3}H$

$$v = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$$

7) $$\tau = \frac{v}{2g} = \frac{\sqrt{\frac{8}{3}gH}}{2g} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

8) $s_1 = h + H = \frac{4}{3}H + H = \frac{7}{3}H = 2\frac{1}{3}H$

путь до верха от шара; путь от верха до встречи

Ответ: $\tau = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$; $v = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$; $s_1 = 2\frac{1}{3}H$.

3. $m = 3г$

$t = 81°C$

$k_V = \frac{1}{3,5}$

$k_p = 1,8$

$p_{нас.} = 0,5\cdot10^5 Па$

$\mu = 18 г/моль$

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль\cdot K}$

$p_0, V_1 = ?$

1) при $\nu = const$ и $T = const$ $pV = const \Rightarrow p_1V_1 = k_pp_0k_vV_0 = p_0V_0 \Rightarrow k_pk_v = 1$.
Здесь $k_vk_p \neq 1$, $T = const \Rightarrow \nu$ изменяется, т.е. часть водяного пара сконденсировалась (пусть эта часть - λ).

2) давление возрастает и не убывает:
Пар конденсировался ⇒ в какой-то момент $p = p_{нас}$;
$p \leq p_{нас}$, иначе конденсируется

$\Rightarrow p_1 = p_{нас}$.

$$p_0 = \frac{p_1}{k_p} = \frac{0,5\cdot10^5 Па}{1,8} \approx 2,8\cdot10^4 Па$$

3) $pV = \nu RT$ для начала и конца:

$$p_0V_0 = \nu_0 RT$$

$$p_1V_1 = \nu_1 RT \Leftrightarrow k_pp_0k_vV_0 = (1-\lambda)\nu_0 RT \Rightarrow k_pk_v = 1-\lambda;$$

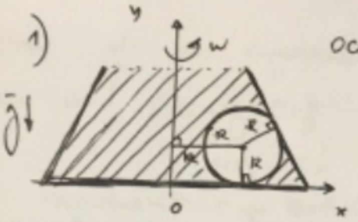
$$V_1 = \frac{\nu_1 RT}{p_1} = \nu_0\frac{(1-\lambda)RT}{p_{нас}} = \frac{m}{\mu}\cdot k_pk_vR\cdot\frac{t+273K}{p_{нас}} =$$

$$= \frac{3г}{18 г/моль}\cdot\frac{1,8}{3,5}\cdot 8,31\frac{Дж}{моль\cdot K}\cdot\frac{(81+273)K}{0,5\cdot10^5 Па} = 0,005 м^3 = 5л.$$

Ответ: 27,78 кПа; 5л.

чистовик

2. 1)

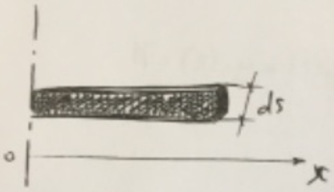


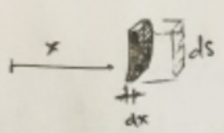
оси.

2) Рассмотрим II з.Н. для Oy

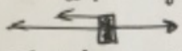
(Вращ. происходит в пл-ти, $\perp O_y$, $\Rightarrow$ ускорения и силы, возникающие из-за вращения, не влияют на эти ур-я. трения нет.)

3)





$w^2 r$ — центростремит. ускорение



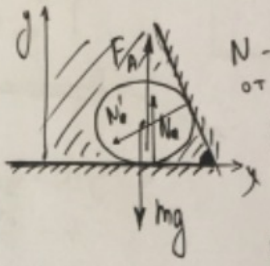
$P(r+dr)ds$; $p(r)ds$

$$p(r+dr)ds - p(r)ds = w^2 r \cdot dm$$

$$dp\, ds = w^2 r \cdot \rho dV$$

$$p'_r dr ds = w^2 r \rho \cdot dr ds$$

$$p'_r = w^2 r \rho$$



N - это N_1 или N_2, в зависимости от того, вращается ли сосуд.

$N'_1 = 0$; N'_2 неизв.

$$\left.\begin{aligned} & mg - N - F_A + N'\cos\alpha = 0; \\ & F_A = \rho_0 g V_{п.ч.т} = \rho_0 g \cdot \tfrac{4}{3}\pi R^3; \\ & m = \rho_m V = \rho_m \tfrac{4}{3}\pi R^3 \end{aligned}\right| \Rightarrow$$

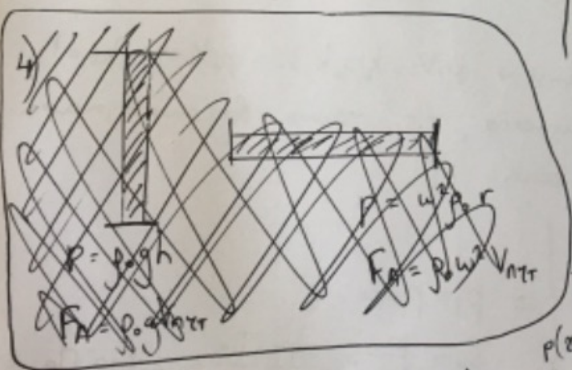
$$\Rightarrow \rho g \tfrac{4}{3}\pi R^3 - \rho_0 g \tfrac{4}{3}\pi R^3 + N'\cos\alpha - N = 0$$

$$(\rho - \rho_0) g \tfrac{4}{3}\pi R^3 + N'\cos\alpha - N = 0.$$

без враш. $N' = 0$; $N = N_1$

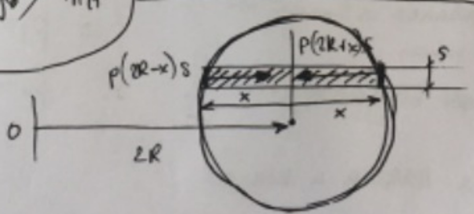
$$2\rho g \tfrac{4}{3}\pi R^3 + 0 - N_1 = 0$$

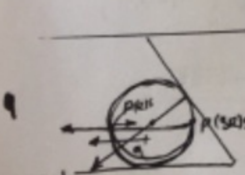
$$N_1 = 2\rho g \cdot \tfrac{4}{3}\pi R^3 = \tfrac{8}{3}\pi \rho g R^3.$$



$$p = \int p'_r dr = \int w^2 \rho_0 r dr = w^2 \rho_0 \cdot \frac{r^2}{2} = \frac{1}{2} w^2 r^2 \rho_0 + C.$$

$p(0) = 0 \Rightarrow C = 0$. $p = \frac{1}{2} w^2 r^2 \rho_0$

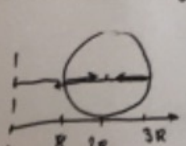




$a = w^2 \cdot 2R$; $F_{Ax} = \Delta p \cdot S = \frac{1}{2} w^2 (9R^2 - R^2) \rho_0 \cdot \pi R^2$

~~$w^2 2R \rho_m \frac{4}{3}\pi R^3$~~

$S = \pi R^2$



$$F_{Ax} + N'\sin\alpha = ma$$

$$mg - N_2 - F_{Ay} + N'\cos\alpha = 0$$

$$\Rightarrow N_2 = mg - F_{Ay} + N'\cos\alpha =$$

$$= (\rho - \rho_0) g \tfrac{4}{3}\pi R^3 + \operatorname{ctg}\alpha \cdot (ma - F_{Ax}) =$$

$$2\rho g \tfrac{4}{3}\pi R^3 + \frac{1}{2}\left(\rho g \tfrac{4}{3}\pi R^3 \cdot a - F_{Ax}\right)$$

Часть 2

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

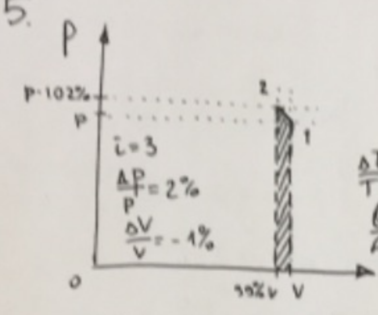
Шифр: **21205329**

ID профиля: **872851**

Вариант 1

Чистовик

5.



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

$\frac{Q}{A}=?$

1) относ. изм. $\ll 1$ $\Rightarrow$ $A \approx \frac{p_0+p_1}{2}\cdot\Delta V = -101\% p\cdot 1\% V =$
$= -1.01\% pV$

2) газ одноатомн. $\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$;

3) $\left.\begin{matrix} pV = \nu RT \\ p_1V_1 = \nu RT_1 \end{matrix}\right| \Rightarrow \frac{p+\Delta p}{p}\cdot\frac{V+\Delta V}{V} = \frac{T+\Delta T}{T}$

$102\%\cdot 99\% = 1+\frac{\Delta T}{T}$

$\Delta T = (1{,}0098-1)T = 0{,}98\% T$

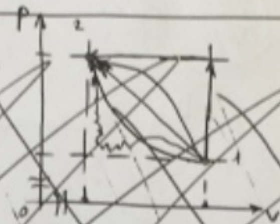
4) $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\cdot 0{,}98\% T = 1{,}47\% pV$

$Q = \Delta U + A = 1{,}47\% pV - 1.01\% pV = 0{,}46\% pV$

$\frac{Q}{A} = \frac{0{,}46\% pV}{-1.01\% pV} = -0{,}46$

Ответ: увелич. на 0,98%; −0,46.

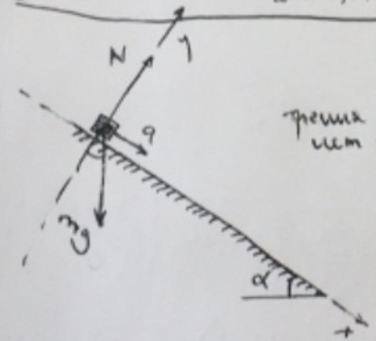
~~если считать, что процесс происходил в пределах (по п. 1)~~



~~то $A_{max} = 102\% p \cdot (-1\%)V$;~~
~~$A_{min} = 100\% p\cdot(-1\%)V$;~~
~~$A = (-1{,}01\% \pm 0{,}01\%)pV$;~~

~~$Q = \Delta U + A = 1{,}47\% pV + (1{,}01\% \mp 0{,}01\%)pV = (2{,}48\% \mp 0{,}01\%)pV$~~
~~$Q/A = \frac{2{,}48\% \mp 0{,}01\%}{-1.01\% \pm 0{,}01\%} \approx -$~~

4\. 1)

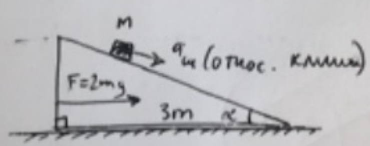


трения нет, II закон Ньютона:

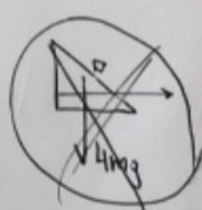
$Ox:\ ma = mg\sin\alpha \Rightarrow a = g\sin\alpha = \frac{3}{5}g$;

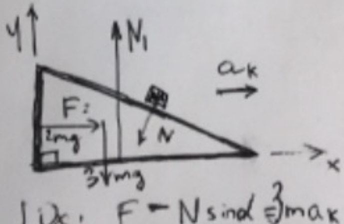
$Oy:\ N = mg\cos\alpha$

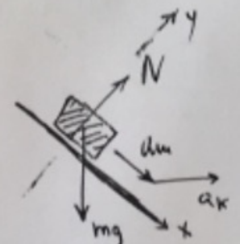
2)



~~на всю сист. действ. внешн. силы~~







II з.Н.: $\begin{cases} Ox:\ F - N\sin\alpha = 3ma_к \\ Oy:\ N_1 = 3mg + N\cos\alpha \end{cases}$

$\Rightarrow 2mg - 3ma_к = N\sin\alpha$

$\begin{cases} Ox:\ m(a_m + a_к\cos\alpha) = mg\sin\alpha \\ Oy:\ N = mg\cos\alpha - a_к\sin\alpha\cdot m \end{cases}$

21205329 (U872851 M1282072)

чистовик

$$\begin{cases} F = 3ma_к + N\sin\alpha \\ N = m(g\cos\alpha + a_к\sin\alpha) \\ g\sin\alpha = a_м + a_к\cos\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} F = 3ma_к + N\sin\alpha \\ N = m(g\cos\alpha + a_к\sin\alpha) \\ g\sin\alpha = a_м + a_к\cos\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} F - mg\sin\alpha\cos\alpha = ma_к(3+\sin^2\alpha) \\ a_м = g\sin\alpha - a_к\cos\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2mg = 3ma_к + \frac{3}{5}N \\ N = m\left(g\cdot\frac{4}{5} + a_к\cdot\frac{3}{5}\right) \\ \frac{3}{5}g = a_м + \frac{4}{5}a_к \end{cases}$$

$$\begin{cases} F = 3ma_к + m\sin\alpha(g\cos\alpha + a_к\sin\alpha) \\ g\sin\alpha = a_м + a_к\cos\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_к = \dfrac{\frac{F}{m} - g\sin\alpha\cos\alpha}{3+\sin^2\alpha} \\ a_м = g\sin\alpha - \dfrac{F/m - g\sin\alpha\cos\alpha}{3+\sin^2\alpha}\cos\alpha \end{cases}$$

— общие формулы для ускорений;

$$\begin{cases} 2g = 3a_к + \frac{3}{5}\left(\frac{4}{5}g + \frac{3}{5}a_к\right) \\ \frac{3}{5}g - \frac{4}{5}a_к = a_м \end{cases} \rightarrow 2g = 3a_к + \frac{12}{25}g + \frac{9}{25}a_к$$

$$(50-12)g = (75+9)a_к$$

$$38g = 84a_к$$

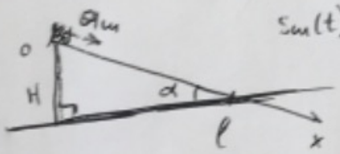
$$a_к = \frac{38}{84}g = \frac{19}{42}g = 0.45g \approx 4.43\ м/с^2$$

$$t_м = \sqrt{\frac{2S_м}{a_м}} = \sqrt{\frac{2H}{a_м\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\left(g\sin\alpha - \frac{F/m - g\sin\alpha\cos\alpha}{3+\sin^2\alpha}\cos\alpha\right)\sin\alpha}}$$

$$\cancel{a_м = \frac{3}{5}g - \frac{4}{5}\cdot\frac{19}{17}g = \frac{17\cdot 3 - 4\cdot 19}{5\cdot 17}g =}$$

$$a_м = \frac{3}{5}g - \frac{4}{5}\cdot\frac{19}{42}g = \frac{126-76}{210}g = \frac{63-38}{105}g = \frac{5}{21}g = \cancel{0.05g = 0.49\ м/с} \ 0.24g = 2{,}34\ м/с^2$$

3) $a_м = \frac{5g}{21}$; $S_м = l = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{5}{3}H$;



$$S_м(t) = \frac{a_м t^2}{2} \Rightarrow t_м = \sqrt{\frac{2S_м}{a_м}} = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{5}{3}H}{5g/21}} = \sqrt{\frac{14H}{g}}$$

~~Ответ 1)~~

4) возвращаясь к п. 1,

$$a = \frac{3}{5}g;\ S = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{5}{3}H;\quad t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2\frac{5}{3}H}{\frac{3}{5}g}} = \sqrt{\frac{50}{9}\frac{H}{g}} \approx \sqrt{\frac{5H\ c^2}{3м}} \approx 0{,}75c\cdot\sqrt{\frac{H}{м}}$$

$$\left(t = \sqrt{\frac{2H/\sin\alpha}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}}\cdot\frac{1}{\sin\alpha}\right)$$

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

~~Ответ: 1) $t = \sqrt{\frac{50H}{9g}} \left(\approx \sqrt{\frac{5H}{3м}}c\right)$; 2) $a_к = \frac{19}{42}g = 4.43\ м/с^2$; 3) $t_м = \sqrt{\frac{14H}{g}} \left(\approx \sqrt{\frac{7H}{м}}c\right)$.~~

Ответ: 1) $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}\cdot\frac{1}{\sin\alpha} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

2) $a_к = \frac{19}{42}g = \dfrac{F/m - g\sin\alpha\cos\alpha}{3+\sin^2\alpha}$

3) $t_м = \sqrt{\frac{14H}{g}}$