

Часть 1

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

Шифр: **21204556**

ID профиля: **211279**

Вариант 2

Зв1

h_0 - максимальная высота; Δt_0 - время до макс. подъема.

Δt_1 - время первого столкновения, Δt_2 - второго; h' - высота

места столкнов.

$$\Delta t_1 = \Delta t_0 + \Delta t_2$$

$$h_0 = \frac{v_0^2}{2g} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta t_0^2 = \frac{v_0^2}{g^2} \Rightarrow \Delta t_0 = \frac{v_0}{g}$$

$$h_0 = \frac{g \Delta t_0^2}{2} \quad h' = v_0 \Delta t_2 - \frac{g \Delta t_2^2}{2} = v_0 \Delta t_1 - \frac{g \Delta t_1^2}{2} = v_0 (\Delta t_2 + \Delta t_0) - \frac{g (\Delta t_0 + \Delta t_2)^2}{2}$$

$$v_0 (\Delta t_2 + \Delta t_0 - \Delta t_2) = \frac{g ((\Delta t_0 + \Delta t_2)^2 - \Delta t_2^2)}{2}$$

$$v_0 \Delta t_0 = \frac{g \Delta t_0 (\Delta t_0 + 2 \Delta t_2)}{2} \Rightarrow 2 v_0 = g (\Delta t_0 + 2 \Delta t_2) = \frac{g v_0}{g} + 2g \Delta t_2 = v_0 + 2g \Delta t_2$$

$$2g \Delta t_2 = v_0$$

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

$$\textcircled{1} \quad \underline{\Delta t_1} = \Delta t_2 + \Delta t_0 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g} \neq \text{в.}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{\underline{\Delta t_1}}{\underline{\Delta t_2}} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{v_0}{2g}} = \underline{3}$$

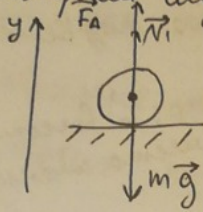
$$\textcircled{3} \quad \underline{h'} = v_0 \Delta t_2 - \frac{g \Delta t_2^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{4g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \underline{\underline{\frac{3v_0^2}{8g}}}$$

Ответ:

- 1) $\Delta t_1 = \frac{3v_0}{2g}$
- 2) $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 3$
- 3) $h' = \frac{3v_0^2}{8g}$

3.2

Рассмотрим шар без вращения:



$$m = \rho_{\text{ш}} V = 6 \rho V$$

$$F_A = \rho g V$$

$$m\vec{g} + N_1 + \vec{F}_A = 0$$

$$(y): N_1 + F_A - mg = 0$$

$$6 \rho g V = \rho g V + N_1$$

$$N_1 = 5 \rho g V$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (1.5 R)^3 = \frac{9 \pi R^3}{2} = 4.5 \pi R^3$$

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

$$N_1 = 5 \rho g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{20 \pi \rho g R^3}{3} \quad (1)$$

Ответ: 1) $N_1 = \frac{20}{3} \pi \rho g R^3$

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

Рассмотрим шар с вращением:

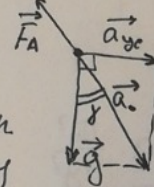
Сначала рассмотрим шар Архимеда гет. на шар:

Ускорение которого определяется движением поверхности воды на месте центра (цилиндра):

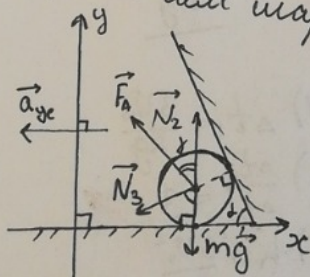
$a_{yc} = \omega^2 R' = \omega^2 (1.5 R) = 1.5 R \omega^2$; т.е. вода стремится

умер водрам. стороны:

А сила Архимеда напр. водр
и равна $\rho a_0 V$; $a_0 = \sqrt{g^2 + a_{yc}^2} = \sqrt{g^2 + 2.25 \omega^4 R^2}$



Рассмотрим сам шар:



$$(x): a_{yc} m = N_3 \sin \alpha + N_2 \sin \gamma$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{3}{2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{13}}; \text{ctg} \alpha = \frac{1}{\text{tg} \alpha} = \frac{2}{3}$$

$$\sin \gamma = \frac{a_{yc}}{a_0} = \frac{a_{yc}}{\sqrt{g^2 + a_{yc}^2}}; \cos \gamma = \frac{g}{\sqrt{g^2 + a_{yc}^2}}$$

$$N_3 = (a_{yc} m - F_A \sin \gamma) / \sin \alpha$$

$$(y): N_2 + F_A \cos \gamma - N_3 \cos \alpha - mg = 0$$

$$N_2 = mg + N_3 \cos \alpha - F_A \cos \gamma = 6 \rho g V + \frac{(a_{yc} m - F_A \sin \gamma) \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} - \rho a_0 V \cos \gamma$$

$$N_2 = 8 \pi \rho g R^3 + (1.5 R \omega^2 \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 - \rho a_0 V \cdot \frac{a_{yc}}{\sqrt{g^2 + a_{yc}^2}}) \cdot \frac{2}{3} - \rho (\sqrt{g^2 + 2.25 \omega^4 R^2}) \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \frac{g}{\sqrt{g^2 + a_{yc}^2}}$$

$$N_2 = \frac{20}{3} \pi \rho g R^3 + \frac{20 \pi \rho \omega^2 R^4}{3} - \frac{20 \pi \rho g R^3}{3} (g + \omega^2 R) \quad (2)$$

З13

Если сухой пар не конденсировался, то газ $pV = \text{const}$, то давление должно было возрасти в 7 раз, что не так, значит пар стал насыщенным, т.е. $p_k = p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 Газ давление возросло в 3,6 раз, то $p_0 = \frac{p_k}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3,6} \approx 1,38889 \cdot 10^4 \text{ Па} \approx 14 \text{ кПа}$ ①

значит пар - идеальный газ; т.е. $p_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} RT$

$$m_0 = \frac{p_0 V_0 \mu}{RT}$$

$$V_0 = 7 V_k = 7 \cdot 1,7 \text{ л} = 11,9 \text{ л} = 0,0119 \text{ м}^3$$

$$\frac{m_0}{\mu} = \frac{7 V_k p_0 \mu}{RT} = \frac{7 V_k p_k \mu}{3,6 RT} = \frac{7 \cdot 0,0017 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 0,018}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354} \approx 0,010113 \approx 0,01 \text{ (кг)} \quad \text{②}$$

(Вместиме "СИ")

Ответ: 1) $p_0 \approx 14 \text{ кПа}$
 2) $m_0 \approx 10 \text{ г}$

Упробук

Уачмс 1

лсчм 4/5

3.1.

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g \Delta t_0^2}{2} \quad h = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\Delta t_0 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{v_0^2}{g}} \quad (v_0 g = \Delta v =$$

$$\Delta t_1 = \Delta t_0 + \Delta t_2$$

$$h' = v_0(\Delta t_0 + \Delta t_2) - \frac{g(\Delta t_0 + \Delta t_2)^2}{2} = v_0 \Delta t_2 - \frac{g \Delta t_2^2}{2} \quad v_0 \Delta t_0 = \frac{g((\Delta t_0 + \Delta t_2)^2 - \Delta t_2^2)}{2} =$$

$$\frac{g \Delta t^2}{2} - v_0 \Delta t + h' = 0$$

$$D = v_0^2 - 2gh'$$

$$\Delta t_{1,2} = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2gh'}}{g}$$

$$1) \Delta t_2 = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2gh'}}{g}$$

$$\Delta t_1 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2gh'}}{g}$$

$$\Delta t_1 = \Delta t_0 + \Delta t_2 = \frac{v_0 - g \Delta t_0}{2g} + \Delta t_0 = \frac{v_0 - g \sqrt{\frac{2h}{g}} + 2g \sqrt{\frac{2h}{g}}}{2g} =$$

$$= \frac{v_0 + \sqrt{2gh'}}{2g} = \frac{v_0 + \sqrt{2g \cdot \frac{v_0^2}{2g}}}{2g} = \frac{2v_0}{2g} = \frac{v_0}{g}$$

$$h_0 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g \Delta t_0^2}{2} \Rightarrow \Delta t_0 = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = \frac{v_0}{g}$$

$$h' = v_0 \Delta t_2 - \frac{g \Delta t_2^2}{2} = v_0(\Delta t_0 + \Delta t_2) - \frac{g(\Delta t_0 + \Delta t_2)^2}{2} \Rightarrow v_0 \Delta t_0 = \frac{g((\Delta t_0 + \Delta t_2)^2 - \Delta t_2^2)}{2} = \frac{g \Delta t_0 (\Delta t_0 + 2 \Delta t_2)}{2}$$

$$2v_0 = g \left(\frac{v_0}{g} + 2 \Delta t_2 \right)$$

$$2v_0 = v_0 + 2g \Delta t_2$$

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

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 + \Delta t_0 = \frac{v_0}{2g} + \frac{v_0}{g} = \frac{3v_0}{2g}$$

$$h' = v_0 \Delta t_2 - \frac{g \Delta t_2^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{4g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

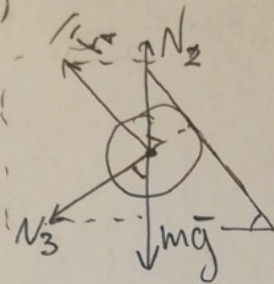
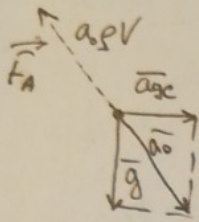
3.2

$$\overset{\uparrow}{\underset{\downarrow}{N_1}} = F_m - F_A = mg - \rho g V = 6\rho g V - \rho g V = \underline{\underline{5\rho g V}}$$

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

$$\underline{\underline{N_1 = \frac{4\pi R^3 \cdot 5\rho g}{3} = \frac{20\pi \rho g R^3}{3}}}$$

$$a_{yc} = \omega^2 R' = \omega^2 (1,5R)$$

3.3. ^{оконч.} ~~тепер.~~ нап.в. R. $T = \text{const}$; мо $pV = \text{const}$

$$p_0 V_0 = p_1 V_1$$

$$p_0 V_0 = \frac{p_1 V_0}{7}$$

$$\underline{\underline{p_1 = 7p_0}}$$

$$p_k = p = 95 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

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

$$\left(\frac{m}{V} \right)$$



$$\frac{p}{7}$$

$$p_0 = 3,6 p = \frac{p}{7} + p'$$

$$p' = 3,6 p - \frac{p}{7}$$

$$p_0 V = \frac{m}{\mu} RT$$

81+273 354

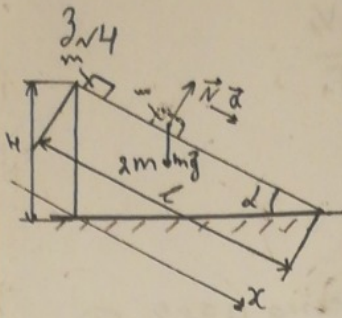
Часть 2

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

Шифр: **21204556**

ID профиля: **211279**

Вариант 2



1) Кинематическое уравнение

$$\vec{N} + m\vec{a} = m\vec{a}$$

(x): $mg \sin \alpha = ma$

$$a = g \sin \alpha$$

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

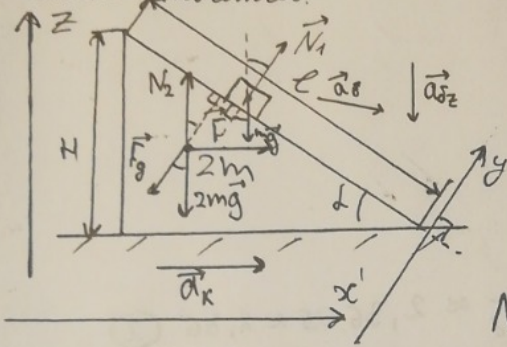
$$a = \frac{4}{5}g \approx 8 \frac{m}{s^2}$$

$$l = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{5}{4}H = 1,25H$$

$$l = \frac{a \Delta t_1^2}{2}$$

$$\Delta t_1 = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,25H}{\frac{4}{5}g}} = \sqrt{\frac{12,5H}{4g}} = \sqrt{\frac{25H}{8g}} = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{H}{2g}} \quad (1)$$

2) Кинематическое уравнение.



Движок: a_y - составили систему уравнений по осям (горизонтальная и вертикальная)

(y): $ma_y = N_1 - mg \cos \alpha$

Кинематическое: (y): $2ma_y = N_2 \cos \alpha + F \sin \alpha + 2mg \cos \alpha - F_g$

$F_g = N_1$ (по закону Ньютона)

3 ma_y (z): $0 = N_2 - F_g \cos \alpha - 2mg$

$$N_2 = F_g \cos \alpha + 2mg$$

$$2ma_y = (F_g \cos \alpha + 2mg) \cos \alpha + F \sin \alpha - 2mg \cos \alpha - F_g = 2N_1 - 2mg \cos \alpha$$

$$N_1 \cos^2 \alpha + 2mg \cos \alpha + F \sin \alpha - 3N_1 = 0$$

$$N_1 (\cos^2 \alpha - 3) = -2mg \cos \alpha - F \sin \alpha$$

$$N_1 = \frac{F \sin \alpha + 2mg \cos \alpha}{3 - \cos^2 \alpha} = \frac{mg \sin \alpha + 2mg \cos \alpha}{3 - \cos^2 \alpha} = F_g$$

(x): $2a_{km} = F - F_g \cos \alpha = mg - \frac{mg(\sin \alpha \cdot \cos \alpha + 2 \cos \alpha)}{3 - \cos^2 \alpha}$

$$a_k = \frac{g(3 - \cos^2 \alpha - \sin \alpha \cos \alpha - 2 \cos \alpha)}{6 - 2 \cos^2 \alpha} = \frac{g(3 - \frac{9}{25} - \frac{12}{25} - \frac{6}{5})}{6 - \frac{18}{25}}$$

$$= \frac{24}{132} g = \frac{2}{11} g \quad (2)$$

Движок:

(-z): $a_z m = mg - N_1 \cos \alpha = mg - \frac{mg \cos \alpha (\sin \alpha + 2 \cos \alpha)}{3 - \cos^2 \alpha}$

$$a_z = \frac{g(3 - \cos^2 \alpha - \cos \alpha \sin \alpha - 2 \cos \alpha)}{3 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{11} g$$

$$H = \frac{a_z \Delta t_2^2}{2}; \Rightarrow \Delta t_2 = \sqrt{\frac{2H}{a_z}} = \sqrt{\frac{22H}{4g}} = \sqrt{\frac{11H}{2g}} \quad (3)$$

Ответ: 1) $\Delta t_1 = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{H}{2g}}$

2) $a_k = \frac{2}{11} g$

3) $\Delta t_2 = \sqrt{\frac{11H}{2g}}$

Чистовик

Часть 2

лист 2/3

3x5

И.к. газ идеальной, то $\frac{p'V'}{T'} = \text{const}$; т.е. $\frac{pV}{T} = \frac{p_1V_1}{T_1}$;

$$p_1 = 0,99 p \text{ (уменьшился на 1\%)}$$

$$V_1 = 1,02 V \text{ (увел. на 2\%)}$$

$$T_1 = \frac{T p_1 V_1}{p V} = \frac{1,02 \cdot 0,99 \cdot T \cdot p \cdot V}{p \cdot V} = 1,0098 T; \text{ т.е. увеличился на } 0,98\% \text{ (1)}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = p \cdot \Delta V = 0,02 V p, \text{ (} p_1 \approx p \Rightarrow p_{\text{ср}} \approx p \text{)}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow A = 0,02 \nu RT$$

$$U = \frac{3}{2} \nu RT$$

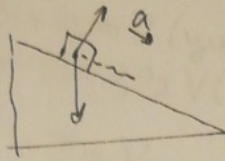
$$U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} \nu R(1,0098 T)$$

$$\Delta U = 0,0098 \cdot \frac{3}{2} \nu RT$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{A + \Delta U}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U} = 1 + \frac{0,02 \nu RT}{0,0098 \cdot \frac{3}{2} \nu RT} = 1 + \frac{0,04}{3 \cdot 0,0098} \approx 2,3605 \approx 2,36 \text{ (2)}$$

Ответ: 1) Увеличился на 0,98%.
2) $\frac{Q}{\Delta U} \approx 2,36$

3.4



3.5

~~$P_0 = P$~~ $p_0 = p$
 ~~$P_1 = 0,99 P$~~ $p_1 = 0,99 p$

$V_0 = V$

$V_1 = 1,02 V$

$\frac{pV}{T} = \text{const}; \quad \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{pV}{T}$

$T_1 = \frac{T p_1 V_1}{p V_0} = \frac{T \cdot 0,99 \cdot 1,02 \cdot p \cdot V}{p V} = 1,0098 T; \text{ увелич на } 0,98\%$

$E = \frac{3}{2} \nu RT$

$E_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 = 1,0098 \cdot \frac{3}{2} \nu RT$

$\Delta E = 0,0098 \cdot \frac{3}{2} \nu RT$

$\frac{0,02 \nu p}{\frac{3}{2} \nu RT} = \frac{0,02 \nu RT}{\frac{3}{2} \nu RT} = \frac{0,04}{3}$

$pV = \nu RT$

$\frac{6}{25} \approx \frac{2}{11} = \frac{6}{33}$

$-\Delta E = A - Q$

$Q = A + \Delta E$

$\frac{Q}{\Delta E} = \frac{A + \Delta E}{\Delta E} = 1 + \frac{A}{\Delta E}$