

Часть 1

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

Шифр: **21205183**

ID профиля: **351588**

Вариант 1

Часть I.

Задача 1.

Местовик

Дано:
 H
 $t = ?$, $v = ?$
 $S_1 = ?$

Решение:

1) Пусть начальная скорость шарика - v
 Максимальная высота подъема - H_{\max}

$$H_{\max} = t_{\text{пол}} \cdot v_{\text{ср}}, \quad t_{\text{пол}} = \frac{v}{g}, \quad v_{\text{ср}} = \frac{v+0}{2}, \quad H_{\max} = \frac{v \cdot v}{g \cdot 2} = \frac{v^2}{2g}$$

Пусть время полета второго мяча до столкновения - t , тогда

$$\frac{v^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}, \quad H = \frac{v^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{v^2}{2g} = vt \Rightarrow v = 2gt, \quad H = vt - \frac{gt^2}{2} = 2gt^2 - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = 1.5gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{H}{1.5g}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

$$2) \quad v = 2gt \Rightarrow v = 2g \sqrt{\frac{H}{1.5g}} = \sqrt{\frac{4g^2 H}{1.5g}} = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

$$t = \sqrt{\frac{H}{1.5g}} \quad v = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

3) Пусть какой-то прошил первый мяч до столкновения - S_1 .

$$S_1 = H_{\max} + \frac{gt^2}{2} = \frac{v^2}{2g} + \frac{v \cdot 2 \cdot H}{2 \cdot 3 \cdot g} = \frac{8gH}{3 \cdot 2 \cdot g} + \frac{H}{3} = \frac{4H}{3} + \frac{H}{3} = \frac{5H}{3}$$

$$S_1 = \frac{5H}{3}$$

Ответ. $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}, \quad v = \sqrt{\frac{8gH}{3}}, \quad S_1 = \frac{5H}{3}$

ЗАДАЧА 2

МУСТОБИК

Дано:

ω - угл. скор. ос.

ρ - нормальная плотность

3ρ - нормальная плотность

R - рад. шар.

$2R$ - радиус. го центр. шар.

$\text{tg} \alpha = 2$

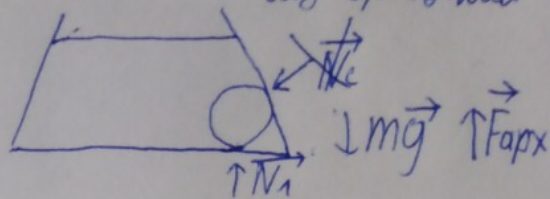
$N_1 = ?$, $N_2 = ?$

$$1) \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_a = 0$$

$$mg = F_a + N_1$$

$$m = V \cdot 3\rho, V = \frac{4\pi R^3}{3}, m = 4\pi R^3 \rho$$

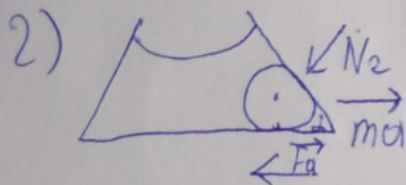
$$F_a = \rho g V = \frac{4\rho g \pi R^3}{3}$$



$$N_1 = mg - F_a = 4\pi R^3 \rho g - \frac{4\pi R^3 \rho g}{3} = \frac{8\pi R^3 \rho g}{3}$$

$$N_1 = \frac{8\pi R^3 \rho g}{3}$$

$$\vec{F}_a + m\vec{a} + \vec{N}_2 = 0$$



$$F_a + N_2 \cdot \sin \alpha = ma$$

$$F_a = \rho V a$$

$$N_2 = \frac{ma - \rho V a}{\sin \alpha}$$

$$N_2 = \frac{3\rho V a - \rho V a}{\sin \alpha} = \frac{2\rho V a}{\sin \alpha}, a = \omega^2 \cdot 2R$$

$$N_2 = \frac{4\omega^2 R \rho \cdot 4\pi R^3}{3 \sin \alpha} = \frac{16\omega^2 R^4 \pi \rho}{3 \sin \alpha}, \sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}} \text{ (из } \text{tg} \alpha)$$

$$N_2 = \frac{8 \cdot \sqrt{5} \cdot \omega^2 \cdot R^4 \cdot \pi \cdot \rho}{3}$$

Ответ. $N_1 = \frac{8\pi R^3 \rho g}{3}, N_2 = \frac{8\sqrt{5} \omega^2 R^4 \pi \rho}{3}$

2

ЗАДАЧА 3.

$$m = 3 \text{ г}$$

$$T = 81^\circ = 354 \text{ К}$$

$$V_0 = 3.5 \text{ л}$$

$$V_k = V$$

$$p_0 = p$$

$$p_k = 1.8 p = 0.5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$u = 18 \text{ г/моль}$$

$$R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$p_0 = ?, V_k = ?$$

В конце пар был насыщенный, так же как и начал превращаться в воду.

$$1) p_0 = \frac{p_k}{1.8} = \frac{0.5 \cdot 10^5}{1.8} \approx 27778 \text{ Па} = p$$

2) Можно заметить, что во время остывания некоторое кол-во пара превратилось в воду. В начале:

$$p_0 V_0 = \nu_0 \cdot R \cdot T, \quad \nu_0 = \frac{m}{u} = \frac{3}{18}$$

$$3.5 \text{ л} \cdot p = \frac{3RT}{18}, \quad V = \frac{3RT}{18 \cdot 3.5 p} = \frac{m \cdot R \cdot T}{u \cdot 3.5 \cdot p}$$

(В конце:

$$p_k V_k = \nu_k \cdot R \cdot T, \quad \nu_k = \frac{m_k}{u}, \quad m_k - \text{масса вод. пар. в конце.})$$

$$1.8 \text{ л} \cdot p = \frac{m_k R T}{u}$$

$$V = \frac{3 \cdot R \cdot T}{18 \cdot 3.5 \cdot p} = \frac{3 \cdot 8.31 \cdot 354}{18 \cdot 3.5 \cdot 27778} \approx 0.005043 \text{ м}^3 \approx 5 \text{ литров}$$

Ответ. $p_0 = 27778 \text{ Па}$, $V_k = 0.005043 \text{ м}^3 \approx 5 \text{ литров}$

ЧИСТОВИК

3

$$1. H = vt - \frac{gt^2}{2}$$

~~$$\frac{v^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$$~~

H =

$$t_{\text{avg}} = \frac{v}{g} \quad t = \frac{v}{2g} \quad v = 2gt$$

$$H - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$v \cdot \left(\frac{v}{g} + t\right) - \frac{g \left(\frac{v}{g} + t\right)^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = vt, \quad v = \frac{H}{t}$$

$$v = \frac{H}{t}$$

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

$$\frac{v^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{4g^2 t^2}{2g} = 2gt^2$$

$$\leftarrow F_{\text{tr}} = PVA$$

$$\frac{v}{2g} = vt, \quad t = \frac{v}{2g}$$



$N_2 \cdot \sin \alpha$

$$\frac{v^2}{g} + vt - \frac{g \left(\frac{v^2}{g^2} + t^2 + \frac{2vt}{g}\right)}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{2v^2}{g} + 2vt - \frac{v^2}{g} - gt^2 - 2vt = 2vt - \frac{gt^2}{2} \quad \sin \alpha = 2 \cos \alpha$$

$$\frac{v^2}{g} = 2vt, \quad t = \frac{v}{2g}$$

~~$$H = \frac{v^2}{2g} \quad H = vt - \frac{gt^2}{2} \quad \cos \alpha = \frac{\sin \alpha}{2}$$~~

$$2H = 2vt - gt^2$$

$$v = 2gt$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{\sin^2 \alpha}{4} = 1$$

$$5 \sin^2 \alpha = 4$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$81^\circ - 33.7^\circ$ КЕЛЬВИНАХ

МЕРЦОВИК

Часть 2

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

Шифр: **21205183**

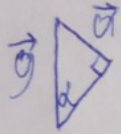
ID профиля: **351588**

Вариант 1

ЗАДАЧА 4.

m - шарик
3m - кулук
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$

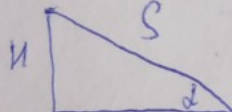
1) Шарик ускоряется шарик по наклонной кулук $\div a$



$$a = g \cdot \sin \alpha \quad \left| \begin{array}{l} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad \sin \alpha = \frac{3}{5} \\ \sin^2 \alpha + \frac{16}{25} = 1 \quad \sin \alpha = \frac{3}{5} \end{array} \right.$$

$a = \frac{3g}{5}$

Шарик движется по наклонной кулук - S:



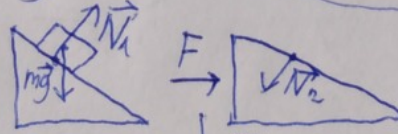
$$S \cdot \sin \alpha = h, \Rightarrow S = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{5h}{3}$$

Шарик движется шарик с нуля: - t

$$v_0 t + \frac{at^2}{2} = S, \quad v_0 = 0$$

$$t^2 = \frac{2S}{a} = \frac{5h \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 3g} = \frac{50h}{9g} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{50h}{9g}} = \frac{5\sqrt{2h}}{3\sqrt{g}}$$

2) Рассмотрим силы
отталкивания шарик
и кулук.



$$|N_1| = |N_2|$$

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha \quad F - N_2 \cdot \sin \alpha = 3m a_k$$

$$F - mg \cos \alpha \sin \alpha = 3m a_k$$

$$2mg - mg \cos \alpha \sin \alpha = 3m a_k$$

$$a_k = \frac{g(2 - \sin \alpha \cos \alpha)}{3} = \frac{9.8 \cdot (2 - \frac{12}{25})}{25 \cdot 3} = \frac{9.8 \cdot 38}{25 \cdot 3} \approx 5 \text{ м/с}^2 \quad (a_k \approx 5 \text{ м/с}^2)$$

3) Шарик ускоряется шарик, когда кулук движется:

$$a_w = a - a_k = \frac{3g}{5} - \frac{g(2 - \sin \alpha \cos \alpha)}{3} = \frac{9g - 5g(2 - \sin \alpha \cos \alpha)}{15} \approx \frac{9 - 5(2 - \sin \alpha \cos \alpha)}{3} \approx 1 \text{ м/с}^2$$

$a_w \approx 1 \text{ м/с}^2$ шарик движется: - t2

$$S = \frac{a_w t_2^2}{2}, \quad t_2^2 = \frac{2S}{a_w} = \frac{2S}{1} = 2S, \quad t_2 = \sqrt{2S} = \sqrt{2 \cdot \frac{5h}{3}} = \sqrt{\frac{10h}{3}}$$

Объем 1) $t = \frac{5\sqrt{2h}}{3\sqrt{g}}$ 2) $a_k = \frac{g(2 - \sin \alpha \cos \alpha)}{3} = 5 \text{ м/с}^2$ 3) $t_2 = \sqrt{\frac{10h}{3}}$

ЗАДАЧА 25.

Условие

Дано:

$$\begin{aligned} V_0 &= V \\ V_k &= 0.99V \\ P_0 &= P \\ P_k &= 1.02P \end{aligned}$$

$$\Delta T = ?, \quad \frac{Q}{A} = ?$$

$$1) \quad P_0 V_0 = U \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_k V_k}{T_k} \Rightarrow \frac{P \cdot V}{T_0} = \frac{1.02P \cdot 0.99V}{T_k}$$

$$\frac{1}{T_0} = \frac{1.0098}{T_k} \Rightarrow T_k = 1.001 T_0 \quad | \quad T_k = 1.01 T_0$$

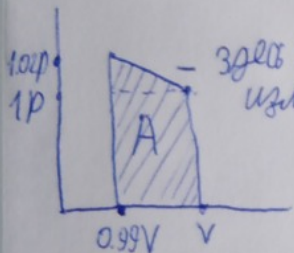
$$\Delta T = T_k - T_0 = 1.001 T_0 - T_0 = 0.001 T_0$$

Значит, температура газа увеличилась на 1%

3)

$$Q = \Delta \mathcal{U} + A \quad \Delta \mathcal{U} - \text{изменение внутренней энергии}$$

Нарисуем график



здесь прямая линия, так как по условию в этой области относительные изменения намного меньше единицы.

$$A = P \cdot 0.01V + \frac{0.02P \cdot 0.01V}{2} = 0.01PV + 0.0001PV = 0.0101PV$$

$$\mathcal{U}_0 = \frac{3}{2} uR T_0 \quad \mathcal{U}_k = \frac{3}{2} uR \cdot 1.01 T_0 \quad \Delta \mathcal{U} = \frac{3}{2} uR T_0 \cdot 0.01 \quad | \quad uR = \frac{PV}{T_0} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

$$\Delta \mathcal{U} = \mathcal{U}_k - \mathcal{U}_0$$

$$\Delta \mathcal{U} = \frac{3PV \cdot 0.01}{2} = 0.015PV$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\Delta \mathcal{U} + A}{A} = 1 + \frac{\Delta \mathcal{U}}{A} = 1 + \frac{0.015PV}{0.0101PV} \approx 2.5 \quad (2.485)$$

$$\frac{Q}{A} = 2.5$$

Ответ 1) температура газа увеличилась на 1%

$$2) \quad \frac{Q}{A} = 2.5$$

5