Часть 1

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

Шифр: **21205791**

ID профиля: **287224**

Вариант 1

Чистовик №1 Лист 1

Дано: Решение:

H

$\tau - ?$

$v_0 - ?$

$S_1 - ?$

1) $H = h - \frac{g\tau^2}{2}$, где h - максимальная высота первого мяча, τ - время полёта второго мяча до столкновения.

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

$H = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2}$ - для второго мяча.

Запишем систему и решим её

$$\begin{cases} H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{2} \\ H = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} v_0^2 = 2g\left(H + \frac{g\tau^2}{2}\right) \\ v_0 = \frac{H + \frac{g\tau^2}{2}}{\tau} \end{cases}$$

$$2g\left(H + \frac{g\tau^2}{2}\right) = \frac{\left(H + \frac{g\tau^2}{2}\right)^2}{\tau^2}$$

$$2g\tau^2 = H + \frac{g\tau^2}{2}$$

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

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{3g}}.$$

2) $$v_0 = \frac{H + \frac{g\tau^2}{2}}{\tau} = \frac{H + \frac{\cancel{g}}{2}\cdot\frac{2H}{3\cancel{g}}}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}} = \frac{\frac{4}{3}H}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{\cancel{16}^{8}}{\cancel{9}_3}H^{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{3}^{1}g}{\cancel{2}\cancel{H}_1}} = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

3) $$S_1 = h + (h - H) = 2h - H = \frac{v_0^2}{g} - H = \frac{8gH}{3g} - H = \frac{5}{3}H$$

21205791 (U287224 M1278768)

Ответ: $\tau = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$; $v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$; $S_1 = \frac{5}{3}H$.

Чистовик   N2   Лист 2

Дано:
ω; ρ;
R;
$tg\,\alpha = 2$

N_1 - ?
N_2 - ?

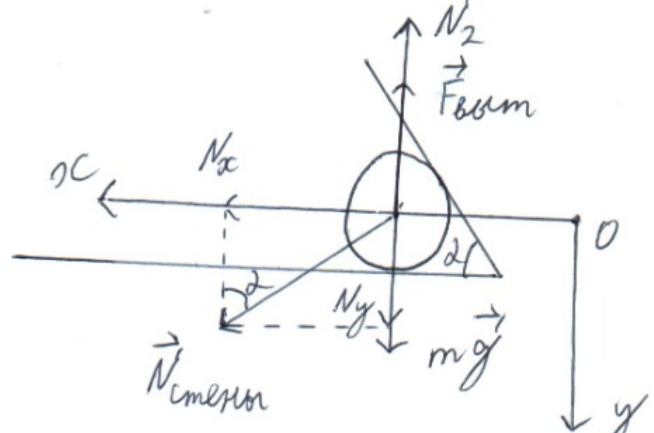
Решение:

1) Если шар покоится, то по II закону Ньютона: $m\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{F}_{выт} = 0$.

В проекции на вертикальную ось:

$N_1 = mg - F_{выт} = 3\rho \cdot V \cdot g - \rho g V = 2\rho g V =$
$= 2\rho \cdot g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3.$

2)



$N_2 = N_1 + N_y$, т.к. во втором случае на шар начинает действовать $N_{стены}$, N_y - её проекция. При этом mg и $F_{выт}$ не изменяются по модулю и направлению.

$N_y = N_x \cdot ctg\,\alpha$.

По II закону Ньютона в проекции на Ox:

$N_x = ma$

$N_x = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 3\rho \cdot \omega^2 2R = 8\pi R^4 \rho \omega^2$.

$N_y = N_x \cdot ctg\,\alpha = \cancel{16\pi R^4 \rho \omega^2} = N_x \cdot \frac{1}{tg\,\alpha} = 4\pi R^4 \rho \omega^2$

$N_2 = N_y + N_1 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3 + 4\pi R^4 \rho \omega^2 = 4\pi \rho R^3 \left(\frac{2}{3}g + \omega^2 R\right).$

Ответ: $N_1 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$; $N_2 = 4\pi \rho R^3 \left(\frac{2}{3}g + \omega^2 R\right).$

Чистовик №3 Лист 3

Дано:

$m = 0,003$ кг

$T = 354$ K

$V_1 = 3,5V_2$

$p_2 = 1,8p_1$

$p_{нас} = 5\cdot10^4$ Па

$M = 0,018 \frac{кг}{моль}$

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль\cdot K}$

---

p_1 - ?

V_2 - ?

Решение:

1) При изотермическом процессе должен выполняться закон

$p_1V_1 = p_2V_2$, но $3,5p_1V_2 \neq 1,8p_1V_2$.

$\cancel{\frac{3x\,p_1V_2}{3,5}}$ $\neq$ Это значит, что пар конденсировался. Следовательно,

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{нас}}\cdot100\% = 100\%.$$

$$p_2 = \varphi_2 p_{нас};$$

$$p_1 = \frac{p_2}{1,8} = \frac{p_{нас}}{1,8} = 27778 \text{ Па}.$$

2) $$\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{нас}}\cdot100\% = \frac{\rho_1}{\rho_{нас}}\cdot100\%.$$

Из уравнения Менделеева - Клапейрона:

$$p_{нас}V = \frac{m}{M}RT$$

$$p_{нас} = \frac{\rho_{нас}RT}{M}$$

$$\rho_{нас} = \frac{p_{нас}M}{RT}$$

Подставим:

$$\frac{p_1}{p_{нас}} = \frac{\rho_1}{\rho_{нас}};$$

$$\frac{p_{нас}}{1,8p_{нас}} = \frac{\rho_1}{\rho_{на}}$$

$$1,8\rho_1 = \rho_{нас}$$

$$1,8\frac{m}{V_1} = \frac{p_{нас}M}{RT}$$

21205791 (U287224 M1278768)

Чистовик

$$V_1 = \frac{1{,}8\, m R T}{p_{нас}\, \mu}$$

Из условия:

$$V_2 = \frac{V_1}{3{,}5} = \frac{1{,}8\, m R T}{3{,}5\, p_{нас}\, \mu} = 0{,}005\ м^3$$

Ответ: $p_1 = 27\,778$ Па; $V_2 = 0{,}005\ м^3$.

Часть 2

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

Шифр: **21205791**

ID профиля: **287224**

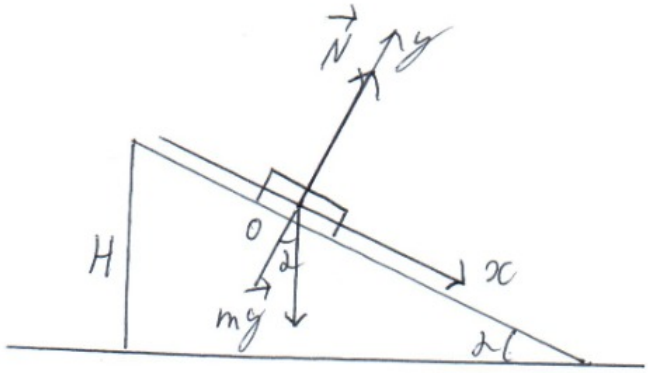
Вариант 1

Дано:
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$
H; m;
$F = 2mg$

t – ?
$a_{кл}$ – ?
τ – ?

Решение:

1)



По II закону Ньютона для шайбы:

$m\vec g + \vec N = m\vec a$

Ox: $mg\sin\alpha = ma$

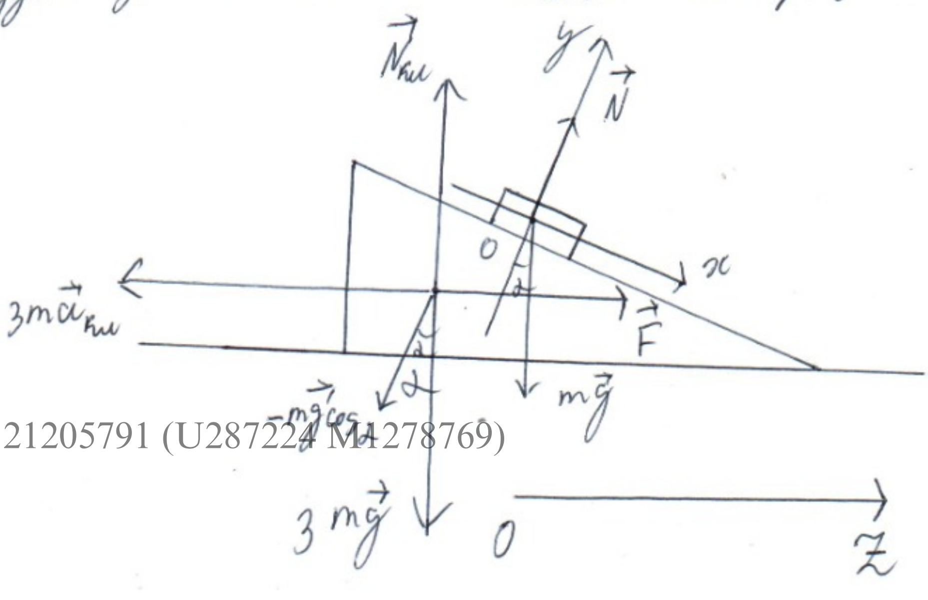
Oy: $mg\cos\alpha = N$

$a = g\sin\alpha$

$\frac{at^2}{2} = L$, где a – ускорение шайбы, L – длина клина (гипотенуза), t – время скатывания.

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{H}{\sin\alpha}}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)}} = \sqrt{\frac{50H}{9g}}.$$

2) Перейдём в систему отсчёта клина. Она будет неинерциальной, поэтому на клин и шайбу будут действовать силы инерции:



В системе отсчёта клина по II закону Ньютона для клина:

$$\vec{F} + 3m\vec{g} + m\vec{g}\cos\alpha + 3m\vec{a}_{кл} + \vec{N}_{кл} = 0.$$

$3mg\cos\alpha$ – это сила N, с которой шайба давит на клин. По III закону Ньютона, $\vec{N}_{12} = -\vec{N}_{21}$.

OZ: $F - 3ma_{кл} - \cancel{3}mg\sin\alpha\cos\alpha = 0$

$$a_{кл} = \frac{F - \cancel{3}mg\sin\alpha\cos\alpha}{3m} = \frac{2mg - \cancel{\frac{36}{25}}\frac{12}{25}mg}{3\cancel{m}} = \frac{38}{75}g \approx 0{,}51g.$$

По II закону Ньютона для шайбы:

Ox $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{a}_{кл}m = m\vec{a}_{ш}$

Ox: $mg\sin\alpha - ma_{кл}\cos\alpha = ma_{ш}$

$$a_{ш} = g\sin\alpha - a_{кл}\cos\alpha = \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{5}\cdot\frac{38}{75}\right)g = \left(\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5} - \frac{152}{375}\right)g =$$

$$= \frac{73}{375}g = 0{,}195\,g.$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2L}{a_{ш}}} = \sqrt{\frac{2H}{0{,}195g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{10H}{0{,}584g}} = \sqrt{\frac{17H}{g}}.$$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{50H}{9g}}$; $a_{кл} = \frac{38}{75}g \approx 0{,}51g$.

$\tau = \sqrt{\frac{17H}{g}}$.

Чистовик

№5

Лист 3

Дано:

$\frac{\Delta p}{p} = 0{,}02$

$\frac{\Delta V}{V} = -0{,}01$

$\frac{\Delta T}{T}$ – ?

$\frac{Q}{A}$ – ?

Решение:

1) По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT$ (1)

Продифференцируем:

$\Delta p V + \Delta V p = \nu R \Delta T$ (2)

Поделим (2) на (1):

$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$

$\frac{\Delta T}{T} = 0{,}02 - 0{,}01 = 0{,}01 = 1\%$.

2) $A = p \cdot \Delta V = \frac{\nu RT}{V} \cdot \Delta V = \nu RT \cdot \frac{\Delta V}{V} = -0{,}01 \nu RT = -\nu R \Delta T$.

По I закону термодинамики:

$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - \nu R \Delta T = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$.

$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{1}{2} \nu R \Delta T}{-\nu R \Delta T} = -\frac{1}{2}$.

Ответ: температура газа увеличится на 1%.

$\frac{Q}{A} = -\frac{1}{2}$.

21205791 (U287224 M1278769)

Черновик

№4

Дано:

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

m; H;

$F = 2mg$

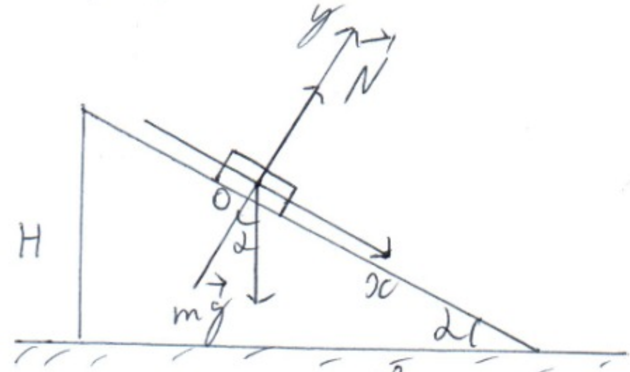
t - ?

$a_{кл}$?

τ - ?

Решение:

1)



По II закону Ньютона для шайбы:

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

Ox: $mg\sin\alpha = ma$

Oy: $mg\cos\alpha = N$

$a = g\sin\alpha$

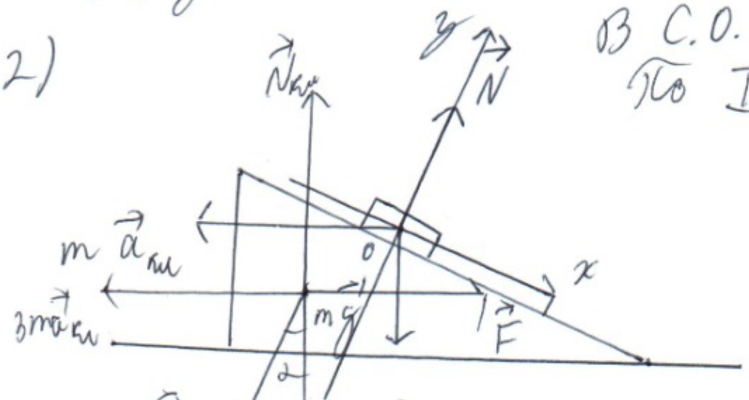
$\frac{at^2}{2} = L$, где a - ускорение шайбы,

L - длина клина (гипотенуза), t - время скатывания.

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{H}{\sin\alpha}}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{50H}{9g}}.$$

2)



В С.О. клина:

По II ЗН: $m\vec{g} + \vec{N} + m\vec{a}_{кл} = m\vec{a}_{шайбы}$

Ox: $mg\sin\alpha - ma_{кл}\cos\alpha = ma_{шайбы}$

Для клина:

$\vec{F} + 3m\vec{g} + m\vec{g}\cos\alpha + 3m\vec{a}_{кл} + \vec{N}_{кл} = 0.$

Oz: $F - 3ma_{кл} - mg\cos\alpha\sin\alpha = 0$

$2mg - 3ma_{кл} - mg\cos\alpha\sin\alpha = 0$

$a_{кл} = \frac{2mg - \frac{12}{25}mg}{3m} = \frac{38}{75}g$ $\cancel{\frac{73}{375}g =}$

$a_{шайбы} = g\sin\alpha - a_{кл}\cos\alpha = \frac{3}{5}g - \frac{4}{5}\cdot\frac{38}{75}g = \left(\frac{3}{5} - \frac{152}{375}\right)g = \approx 0{,}195\,g.$

Черновик

№5

Дано:

$\frac{\Delta p}{p} = 0{,}02$

$\frac{\Delta V}{V} = -0{,}01$

$\frac{\Delta T}{T}$ – ?

$\frac{Q}{A}$ – ?

Решение:

1) По уравнению Менделеева – Клапейрона:

$$pV = \nu RT \qquad (1)$$

Продифференцируем:

$$\Delta p V + \Delta V p = \nu R \Delta T \quad (2)$$

Поделим (2) на (1):

$$\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta T}{T} = 0{,}02 - 0{,}01 = 0{,}01.$$

2) $A = p\Delta V = \frac{\nu RT}{V}\cdot\Delta V = -0{,}01\nu RT = -\nu R\Delta T.$

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T - 0{,}01\nu RT = \frac{3}{2}\nu R\Delta T - \nu R\Delta T = \frac{\nu R\Delta T}{2}.$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{\nu R\Delta T}{2}}{-\nu R\Delta T} = -\frac{1}{2}.$$

Ответ: $\frac{\Delta T}{T} = 0{,}01$; $\frac{Q}{A} = -\frac{1}{2}$.