

Часть 1

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

Шифр: **21204261**

ID профиля: **281550**

Вариант 2

N1

Найдем высоту подъема мяча: $mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}$.

А время подъема $t_{\text{н}} = \frac{v_0}{g}$.

И найм 2 мяча. Пересядем в С.О. первого мяча. Тогда второй мяч относительно него движется вверх со скоростью v_0 (н.к. g действует на оба тела) $\Rightarrow t_{\text{вст.}} = \frac{h}{v_0} = \frac{v_0}{2g} \Rightarrow t_1 = t_{\text{н}} + t_{\text{вст.}} = \frac{3v_0}{2g}$. после сброска второго

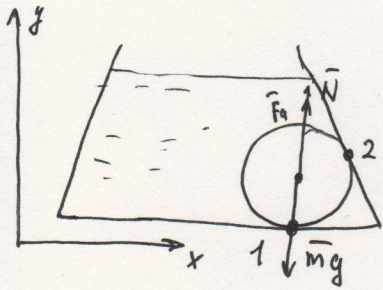
III. к. $t_{\text{вст.}}$ - это время, через которое мячи встретятся, то значит, то $t_{\text{вст.}} = t_2 \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{v_0}{2g}} = 3$

Теперь, зная $t_{\text{вст.}}$, найдем $h_{\text{вст.}}$: $h_{\text{вст.}} = v_0 t_{\text{вст.}} - \frac{g t_{\text{вст.}}^2}{2} =$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

Ответ: 1) $t_1 = \frac{3v_0}{2g}$ 2) $\frac{t_1}{t_2} = 3$ 3) $h_{\text{вст.}} = \frac{3v_0^2}{8g}$.

№2



1) \neq Ситуация без вращения. ~~Нужно~~ \neq точки соприкосновения шара и сосуда:

В точке 1 шар действует на сосуд с силой $= \overline{mg} + \overline{F}_a$.
И соответственно сосуд действует на шар с силой \overline{N}_1 .

А вот в точке 2 шар никак не действует на сосуд т.к. нет никакой ~~силы~~ по ОХ или нет вообще, ~~а если бы сосуд действовал в точке 2 на шар, то он бы пошел влево т.к. шар лежит на дне \Rightarrow замнем второй закон Ньютона:~~ и если бы сосуд действовал в точке 2 на шар, то он бы пошел влево.

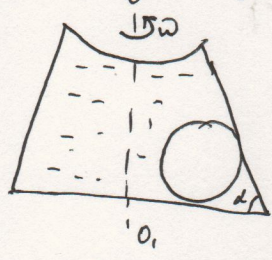
$$\overline{mg} + \overline{F}_a + \overline{N}_1 = 0$$

$$OY: mg = F_a + N_1$$

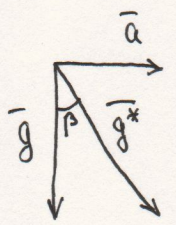
$$\frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho g = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho + N_1$$

$$N_1 = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho$$

2) Пусть теперь вся система вращается. Тогда и на шар и на воду ~~начинает~~ действует Пересядим в к.ц.м. сосуда. Теперь и на шар и на воду действуют силы инерции. Т.к. все находится на разных расстояниях от оси вращения, то и ускорение будет разным, но на шар и на воду, которая действует на шар будет действовать одинаковое среднее ускорение $a = 1,5 \omega^2 R$. (просто ~~добавим~~ ~~на~~ ~~всю~~ ~~массу~~ ~~шара~~ ~~и~~ ~~воды~~ ~~в~~ ~~центр~~ ~~шара~~).



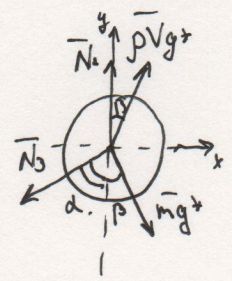
Введем $\overline{g}^* = \overline{a} + \overline{g}$



$$\tan \beta = \frac{a}{g}$$

$$\sin \beta = \frac{a}{g^*}$$

$$\cos \beta = \frac{g}{g^*}$$



Теперь \neq силы, действующие на шар:

$$OX: \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g^* \cos \beta = N_3 \sin \alpha$$

$$\frac{28}{3} \pi R^3 \rho g^* \cos \beta = N_3 \sin \alpha$$

$$N_3 = \frac{28 \pi R^3 \rho g^* \cos \beta}{3 \sin \alpha}$$

$$OY: mg^* \cos \beta + N_3 \cos \alpha = N_2 + pVg^* \cos \beta$$

$$N_2 = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g^* \cos \beta + \frac{28}{3} \pi R^3 \rho g^* \cos \beta \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \cos \alpha = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g^* \left(5 \cos \beta + 7 \frac{\cos^2 \beta}{\sin \alpha} \cos \alpha \right)$$

$$= \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \left(5g + 7a \frac{\cos^2 \beta}{\sin \alpha} \right) = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \left(5g + \frac{3}{2} \omega^2 R \cdot \frac{2}{3} \cdot 7 \right) = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \left(5g + 7 \omega^2 R \right)$$

(2)

N3

Предположим, что пар не конденсировал. Тогда запишем

для него уравнение состояния идеального газа:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{Из условия } T_1 = T_2 \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Также из условия $P_2 = 3,6 P_1$ и $V_1 = 7 V_2 \Rightarrow \frac{1}{3,6} = \frac{1}{7}$ - неверно \Rightarrow пар конденсировал $\Rightarrow P_2 = P_H \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{3,6} = \frac{P_H}{3,6} = 13889 \text{ Па}$.

Запишем для начального состояния уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$P_1 V_1 = \nu R T$$

$$P_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R T$$

$$m = \frac{P_1 V_1 \mu}{R T} = \frac{7 P_H V_2 \mu}{3,6 R T} = \frac{7 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 18 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{3,6 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{ К}} = 1,012.$$

Ответ: 1) $P_1 = 13889 \text{ Па}$ 2) $m = 1,012$.

Черновик



$$mgh = m$$

$$v_0^2 = 2gh$$

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

$$t = \frac{v_0}{g}$$

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

$$t_{up} = t_{down}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{v_0}{g} \Rightarrow \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} =$$

$$\frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

$$\frac{gv_0^2}{2 \cdot 4g^2} = \frac{v_0^2}{8g}$$

$$\frac{z_1}{z_1} = 2$$

$p \ 6p$

$$\frac{v_0^2}{2g} \quad \left(\frac{1}{4}\right)$$

$$8 \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$$

mg

$$V_1 = 7V_2$$

$$P_1 =$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 RT$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 RT$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} \approx 14 \text{ кПа}$$

$$P_1 V_1 = \frac{m}{\mu} RT$$

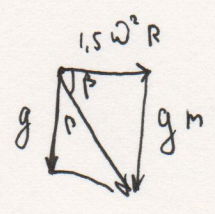
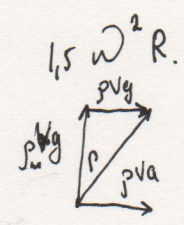
~~3P~~

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho + 7P$$

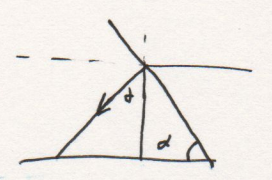
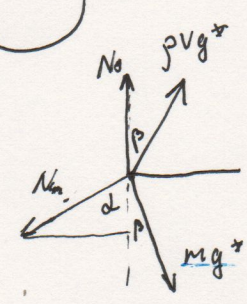
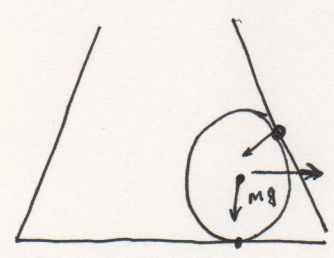
$$V_1 = 11,9 \text{ л}$$

$$m = \frac{P_1 V_1 \mu}{RT} = \frac{14 \cdot 10^3 \cdot 11,9 \cdot 10^{-3} \cdot 18}{8,31}$$

$$= \frac{P_0 \cdot 7V_2 \mu}{3,6 RT} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \cdot 1,7 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot 18}{8,31 \cdot 3,6 \cdot 354} \approx 1 \text{ г}$$



$$g^* = \overline{g} + \overline{a}$$



$$mg^* \cos \alpha$$

$$g^* \cos \alpha \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \rho + 8 \pi R^3 \rho \right) = N_2 \sin \alpha$$

$$N_2 = \text{ctg} \alpha \cdot g^* \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \cdot 7$$

Часть 2

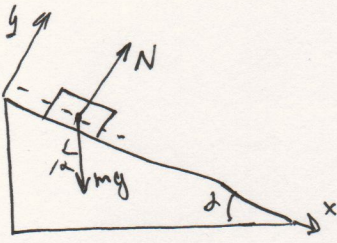
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204261**

ID профиля: **281550**

Вариант 2

N4



1) Клин удерживается. Запишем второй закон Ньютона для бруска:

$$\vec{N} + \vec{mg} = \vec{ma}$$

$$Ox: mg \sin \alpha = ma$$

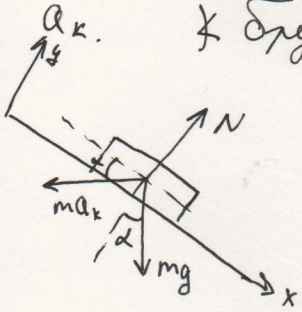
$$a = g \sin \alpha$$

$$L = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{2H}}{\sin \alpha} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5}$$

2) Перевернем в н.с.о. клина. Пусть клин движется с ускорением a_k .

✗ Брусок.

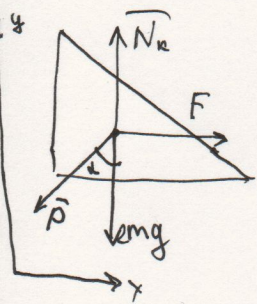


$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{ma}_k = \vec{ma}_\sigma$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha + ma_k \sin \alpha$$

Брусок давит на клин своим весом $|\vec{P}| = |\vec{N}|$. (направление \vec{P} не меняется со временем)

✗ клин в н.с.о. земли.



$$\vec{N}_k + \vec{F} + 2\vec{mg} + \vec{P} = 2\vec{ma}_k$$

$$Ox: F - P \sin \alpha = 2ma_k$$

$$mg \sin^2 \alpha (mg \cos \alpha + ma_k \sin \alpha) = 2ma_k$$

$$g - g \cos \alpha \sin \alpha - a_k \sin^2 \alpha = 2a_k$$

$$a_k = \frac{g(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{2 + \sin^2 \alpha} = \frac{g \cdot 13}{25 \cdot \frac{66}{25}} = \frac{13}{66} g$$

3) В с.о. клина для бруска:

$$Ox: mg \sin \alpha - ma_k \cos \alpha = ma_\sigma$$

$$a_\sigma = g \sin \alpha - a_k \cos \alpha = \frac{4}{5} g - \frac{13}{110} g = \frac{15}{22} g \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_\sigma \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{15}{22} g \cdot \frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$$

Ответ: 1) $t = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$ 2) $a_k = \frac{13}{66} g$ 3) $t = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$

1

1) $P_2 = 0,99 P_1$
 $V_2 = 1,02 V_1$

Запишем уравнение состояния идеального газа:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

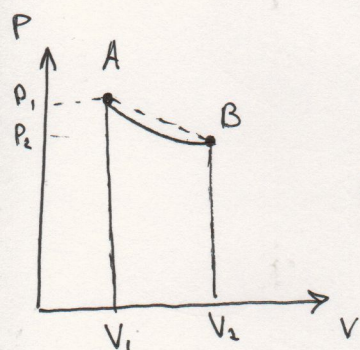
$$T_2 = \frac{0,99 \cdot 1,02 \cdot P_1 V_1}{P_1 V_1} \cdot T_1 = 1,0098 T_1 \Rightarrow \text{Температура увеличилась на } 0,98\%$$

2) $\Delta Q = A_2 + \Delta U$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \nu R (T_2 - T_1) = \nu R \Delta T = P_2 V_2 - P_1 V_1 = 0,0098 P_1 V_1 \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 0,0147 P_1 V_1$$

Давайте посмотрим на процесс в PV координатах в хорошем приближении.



В условии сказано, что относительные изменения $\ll 1 \Rightarrow$ участок AB - дуга с очень большим радиусом кривизны, т.е. очень близка к прямой, а $\nu R \Delta T \Rightarrow$ ее длина $\approx AB \Rightarrow$ \Rightarrow площадь под графиком \approx площадь трапеции = A_2

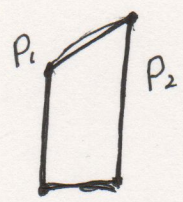
$$A_2 = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{1,99 P_1 \cdot 0,02 V_1}{2} \approx 0,02 P_1 V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta Q = P_1 V_1 (0,02 + 0,0147) = 0,0347 P_1 V_1 \Rightarrow \frac{\Delta Q}{\Delta U} \approx 2,35$$

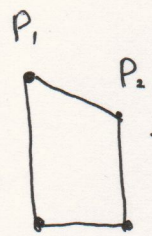
Ответ: 1) T увеличилась на 0,98% 2) $\frac{\Delta Q}{\Delta U} = 2,35$.

Упробук.

$$\frac{0,99P \cdot 1,02V}{T_1} = \frac{PV}{T_2} \quad (0,2)$$



$$\frac{(P_2 + P_1)(V_2 + V_1)}{2} = \frac{1,99P_1 \cdot 1,02V_1}{2}$$



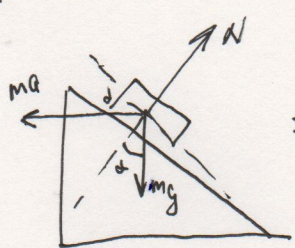
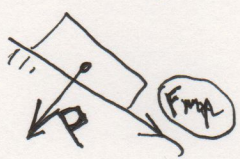
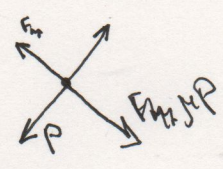
$$T_1 = 1,0098 T_2 \Rightarrow \text{убавити масу на } 0,98\%$$

$$m g \sin \alpha - m a \cos \alpha = m a$$

$$a_1 = g \sin \alpha - a \cos \alpha$$

$$a_1 = \frac{40}{5} - \frac{39}{125} = 7,68$$

$$Q = P \Delta V + \frac{3}{2} \nu R T$$



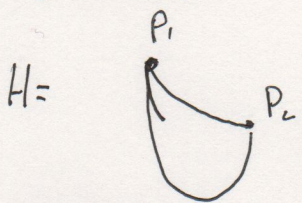
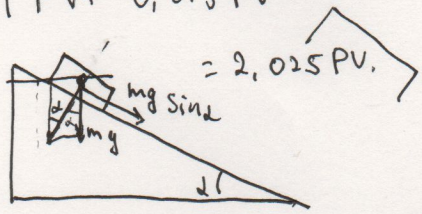
$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_1 t^2}{2}$$

0,99P

$$\frac{3}{2} \nu R T = P V \cdot 0,0098$$

$$0 \cdot \frac{3}{2} \cdot 0,0098$$

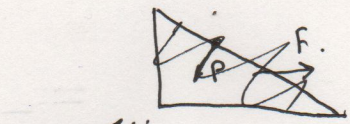
$$2,01 P V + 0,015 P V =$$



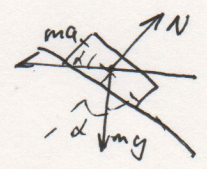
$$t = \sqrt{\frac{2H}{a \sin \alpha}}$$

$$a = g \sin \alpha$$

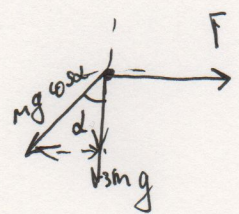
$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$



(a)



$$\frac{2H}{g \sin^2 \alpha} = t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha}}$$

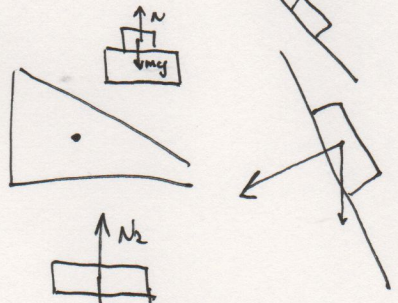


$$m g \cos \alpha + m a \sin \alpha = N$$

$$m (g \cos \alpha + a \sin \alpha) = N$$

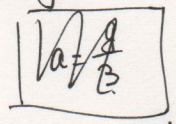
88-13
110

$$m g \sin \alpha = 3 m a$$

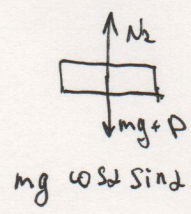


$$m g - m g \cos \alpha \sin \alpha = 3 m a$$

$$a = (1 - \cos \alpha \sin \alpha) g$$

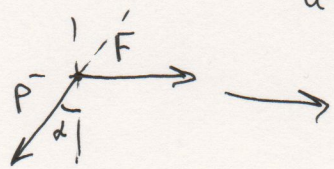
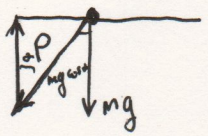


$$\frac{13}{66} \cdot \frac{2}{5}$$



$$a = \frac{10 \cdot \frac{13}{25}}{2 + \frac{16}{25}} = \frac{130}{66} = \frac{65}{33} \approx 2$$

$$a = 1 - \frac{12}{25} = \frac{13}{25} g$$



$$m g - P \sin \alpha = 2 m a$$

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

$$\frac{g(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{2 + \sin^2 \alpha} = a$$