Часть 1

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

Шифр: **21206555**

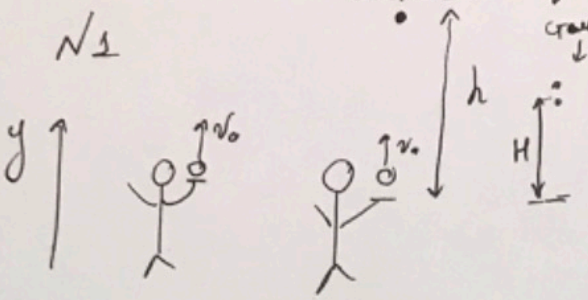
ID профиля: **95925**

Вариант 1

Чистовик.

Часть I. Вариант 10-01. Страница 1.

№1



Пусть v_0 – начальная скорость мячей, h – максимальная высота подъёма.

1) Закон сохранения энергии для одного из мячей

$$\underset{\text{бросок}}{\frac{mv_0^2}{2}} = mg\overset{\text{макс. подъём}}{h}$$

$$\boxed{h=\frac{v_0^2}{2g}}$$ (максимальная высота не зависит от массы)

~~Пер~~ Во время броска второго мяча перейдём в систему отсчёта, связанную с первым мячом (на высоте h). В этой СО первый мяч неподвижен, а второй движется равномерно со скоростью v_0 вверх

(т.к. $\vec a_{абс} = \vec a_{отн} + \vec a_{пер} \Rightarrow \underset{\text{ускорение 2 мяча отн. Земли}}{\vec g} = \underset{\text{ускорение 2 мяча относительно 1}}{\vec 0} + \underset{\text{ускорение 1 мяча отн. Земли}}{\vec g}$

$\vec v_{абс} = \vec v_{отн} + \vec v_{пер}$

$\Downarrow$

$\vec v_0 = \vec v_0 + \vec 0$

Тогда время полёта второго мяча до столкновения:

$v_0 t = \underset{\text{расстояние между мячами}}{h}$

$$\boxed{t = \frac{h}{v_0} = \frac{\frac{v_0^2}{2g}}{v_0} = \frac{v_0}{2g}}$$ позже найдём v_0

2) За время t второй мяч поднялся на высоту H (по условию столкновение на высоте H).

$$\vec v_0 t + \frac{\vec g t^2}{2} = \vec S$$ (спроецируем на ось y, направленную вертикально вверх)

на оу: $v_0 t - \frac{gt^2}{2} = H$

$$v_0 t = H + \frac{gt^2}{2}$$

$$\cancel{v_0 = \frac{H}{t}+\frac{gt}{2} = \frac{H}{\frac{v_0}{2g}} + \frac{g\frac{v_0}{2g}}{2} = \frac{H\cdot 2g}{v_0}}+\frac{v_0}{4}$$

$$v_0\cdot\frac{v_0}{2g} = H + \frac{g\frac{v_0^2}{4g^2}}{2}$$

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

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

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

Чистовик

Страница 2. Вариант 10-01.

3) Найдём путь l первого мяча до столкновения.

$$l = \underset{\text{подъём мяча до максимальной высоты}}{\underset{\uparrow}{h}} + \underset{\text{спуск мяча до высоты } H}{\underset{\uparrow}{(h-H)}} = 2h - H$$

из вышесказанного (в пункте 1) $h = \frac{v_0^2}{2g}$

$$l = 2 \cdot \frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{v_0^2}{g} - H$$

из пункта 2: $v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$

т.е. $l = \frac{8gH}{3g} - H = \frac{8}{3}H - H = \frac{5}{3}H$

~~Ответ: 1) $\frac{v_0}{2g}$; 2)~~

P.S. 1) из пункта 2: $v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$, т.е. $t = \frac{v_0}{2g}$

$$t = \frac{\sqrt{\frac{8gH}{3}}}{2g} = \sqrt{\frac{8gH}{3 \cdot 4g^2}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

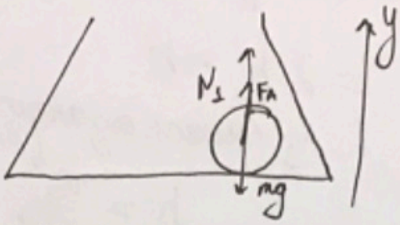
Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$; 2) $\sqrt{\frac{8gH}{3}}$; 3) $\frac{5}{3}H$

21206555 (U95925 M1283526)

Чистовик.

Страница 3. Вариант 10-01.

Дано:
ω; $2R$;
ρ; 3ρ; R;
$tg\,\alpha = 2$

1) 

В первом случае вращения нет, поэтому шар не давит на боковую стенку и она на него (иначе бы эта сила имела горизонтальную проекцию, а другие не имеют, т.е. шар приобретет ускорение и оттолкнется от стены)

Расставим силы на шар (N_1 – сила реакции опоры дна, F_A – сила Архимеда, mg – сила тяжести)

Запишем 1 закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось y, направленную вверх. (шар ~~неподвижен~~ не имеет ускорения, т.к. сосуд не вращается)

$$N_1 + F_A - mg = 0$$

$F_A = \rho V g$ где V – объем тела

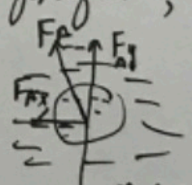
$m = 3\rho V$

$$N_1 + \rho V g - 3\rho V g = 0$$

$$N_1 = 2\rho V g = 2\rho g\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right) = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$$

(объем шара $\frac{4}{3}\pi R^3$)

2) Заметим, что при вращении сосуда сила Архимеда будет не вертикальна, а под углом, но можно расписать ее в проекциях на оси $F_{A_y} = \rho V g$, $F_{A_x} = \rho V a$, где a – ускорение в центре масс. (Действительно это можно доказать, если выделить кусок воды ~~совпадает~~ вместо тела, тогда

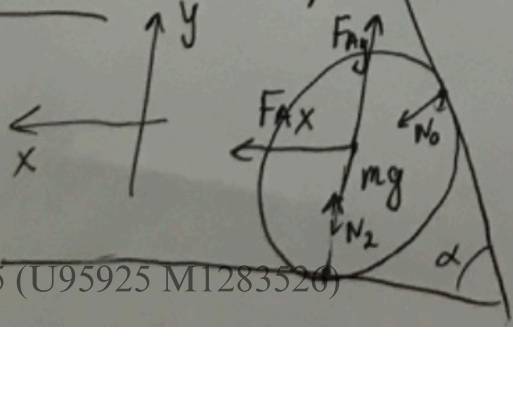


$F_{Ay} - m_в g = 0$
$F_{Ax} = m_в a$
II закон Ньютона в проекциях на оу и ох

т.е. $F_{A_y} = \rho V g$
$F_{A_x} = \rho V a$

Теперь шарик „прижмется" к боковой стене, иначе горизонтальную проекцию имеет только сила Архимеда $\rho V a$, а по второму закону Ньютона, а она равна $\rho V a = m_{шара} a = 3\rho V a$ противоречие.

Расставим силы на шар:



Запишем II закон Ньютона в проекциях на оу и оХ

Чистовик.

Страница 4. Вариант 10-01.

на OX: $F_{A_x} + N_0 \cdot \sin\alpha = ma$

$\rho V a + N_0 \cdot \sin\alpha = 3\rho V a$

$N_0 \cdot \sin\alpha = 2\rho V a$, где a – ускорение шара

$\boxed{N_0 = \frac{2\rho V a}{\sin\alpha}}$ N_0 – сила реакции опоры от боковой стенки

на Oy: $F_{A_y} + N_2 - mg - N_0 \cdot \cos\alpha = 0$, где N_2 – сила реакции опоры дна

$\rho V g + N_2 - 3\rho V g - \frac{2\rho V a}{\sin\alpha} \cdot \cos\alpha = 0$

$N_2 = 2\rho V g + \frac{2\rho V a}{tg\alpha}$ $a = \omega^2 \cdot 2R$

т.к. центр шара на расстоянии $2R$

$N_2 = 2\rho V\left(g + \frac{a}{tg\alpha}\right) =$

$= 2\rho V\left(g + \frac{\omega^2 \cdot 2R}{tg\alpha}\right) = 2\rho V\left(g + \frac{\omega^2 \cdot 2R}{2}\right) =$

$= 2\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 (g + \omega^2 R) = \frac{8}{3}\pi R^3 \rho (g + \omega^2 R)$

Ответ: 1) $\frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$; 2) $\frac{8}{3}\pi R^3 \rho (g + \omega^2 R)$

21206555 (U95925 M1283526)

Чистовик.

Страница 5. Вариант 10-01.

Дано:
$m = 3г$
$\mu = 18 \frac{г}{моль}$
$T = 81°C = (273+81)K = 354K$
$p_{нас} = 0{,}5 \cdot 10^5 Па$
$p_1 = 1{,}8 p_0$
$V_1 = \frac{V_0}{3{,}5}$

$p_0 - ?$
$V_1 - ?$

Решение:

1) Так как по условию ~~газ~~ пар можно считать идеальным газом, то для него можно записать уравнение Менделеева – Клапейрона (а также закон Бойля – Мариотта, т.к. процесс изотермический), т.е. если пар не успевает стать насыщенным за время сжатия, $p_0 V_0 = p_1 V_1$

но тогда $p_0 V_0 = 1{,}8 p_0 \cdot \frac{V_0}{3{,}5}$

$\frac{1{,}8}{3{,}5} = 1$, что неправда.

Значит за время сжатия пар стал насыщенным и при дальнейшем сжатии конденсировался.

Значит $p_1 = p_{нас}$, откуда $p_0 = \underbrace{\frac{p_1}{1{,}8}}_{по\ условию} = \frac{p_{нас}}{1{,}8} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5 Па}{1{,}8} \approx 2{,}8 \cdot 10^4 Па$

2) Запишем уравнение Менделеева – Клапейрона для начального состояния

$$p_0 V_0 = \frac{m}{\mu} R T$$

т.е. $V_0 = \frac{m}{\mu \cdot p_0} RT$

тогда $V_1 = \frac{V_0}{3{,}5} = \frac{mRT}{3{,}5\mu p_0} = \frac{mRT}{3{,}5\mu \frac{p_{нас}}{1{,}8}} = \frac{1{,}8\, mRT}{3{,}5\mu p_{нас}} =$

$$= \frac{1{,}8 \cdot 3г \cdot 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 354K}{3{,}5 \cdot 18 \frac{г}{моль} \cdot 0{,}5 \cdot 10^5 Па} \approx 0{,}005 м^3 = 5 дм^3 = 5 л$$

$$[V_1] = \left[\frac{1{,}8 mRT}{3{,}5\mu p_{нас}}\right] = \frac{г \cdot \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot K}{\frac{г}{моль} \cdot \frac{Н}{м^2}} = \frac{Дж}{\frac{Н}{м^2}} = \frac{Н \cdot м}{\frac{Н}{м^2}} = м^3$$

Ответ: 1) $2{,}8 \cdot 10^4 Па$ 2) 5 литров

21206555 (U95925 M1283526)

Черновик. 1

№1

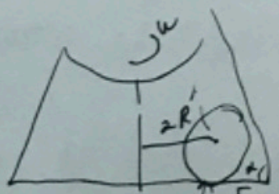
$$mgH = \frac{mv_0^2}{2}$$
$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$
$$\frac{gt^2}{2} = H - \left(v_0 t - \frac{gt^2}{2}\right) =$$
$$h = v_0 t$$
$$t = \frac{H}{v_0} = \frac{v_0^2}{2g v_0} = \frac{v_0}{2g}$$

2)

$$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = H$$
$$v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g\frac{v_0^2}{4g^2}}{2} = H$$
$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = H$$
$$\frac{3v_0^2}{8g} = H$$
$$v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

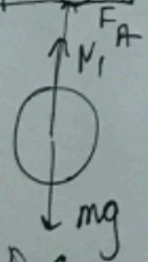
3) $h + h - H =$
$= 2h - H =$
$$= \frac{2v_0^2}{2g} - H = \frac{v_0^2}{g} - H$$

№2



ρ, шар 3ρ
R - радиус.

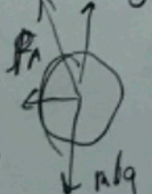
$tg\alpha = 2$



$$N_1 + F_A = mg$$
$$N_1 + \rho V g = 3\rho V g$$
$$N_1 = 2\rho V g = 2\rho g \cdot \left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)$$

$$a = \frac{\omega^2}{R} = \omega^2 2R =$$

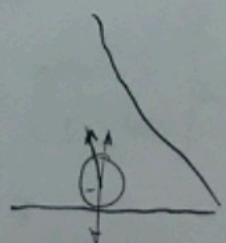
2)

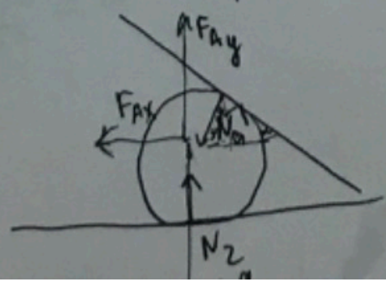


$F_{Ay} = \rho V g$
$F_{Ax} = \rho V a$

$$\rho V g + N_2 = \underset{3\rho V g}{mg} + N_0 \cdot \cos\alpha$$
$$N_2 = 2\rho V g + \frac{2\rho V a}{tg\alpha} =$$
$$= 2\rho V\left(g + \frac{a}{tg\alpha}\right) =$$
$$= 2\rho V\left(g + \frac{\omega^2 2R}{2}\right) = 2\rho V\left(g + \omega^2 R\right)$$

горизонт. ось
$$\rho V a + N_0 \cdot \sin\alpha = 3\rho V a$$
$$N_0 = \frac{2\rho V a}{\sin\alpha}$$





Черновик (2)

№ 3 $m = 3$ г изотерм. сжатие

$T = 81^\circ C$

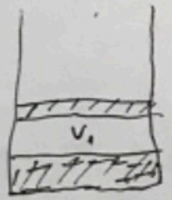
$V_0 \to \frac{V_0}{3,5}$

$p_0 \to 1,8\, p_0$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_0}$$

$p_1 = 1,8\, p_0$

$p_0 = \frac{p_1}{1,8} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{1,8}$



$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_0$

$p_0 V_0 = \frac{m}{M} R T_0$

$V_1 = \frac{V_0}{3,5}$

Часть 2

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

Шифр: **21206555**

ID профиля: **95925**

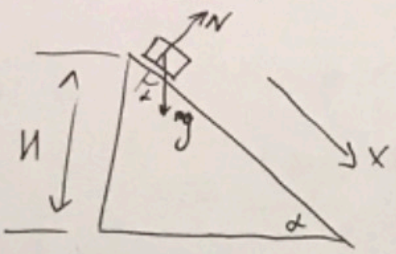
Вариант 1

Чистовик.

Часть 2. Вариант 10-01. Страница 1.

№4 1) Если клин удерживать, то он будет неподвижен, т.е. не влияет на спуск шайбы.

Расставим силы на шайбу.



Запишем II закон Ньютона на ox, направленную к земле вдоль клина.

$mg\cdot\sin\alpha = ma$, где a – ускорение шайбы

т.е. $a = g\sin\alpha$

Пусть l – длина части клина, по которой едет шайба.

$\frac{H}{l} = \sin\alpha \qquad l = \frac{H}{\sin\alpha}$

$\frac{at^2}{2} = l$, где t – время спуска шайбы (начальная скорость 0)

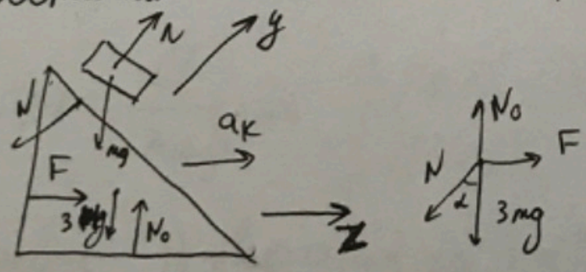
$$t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{a\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}}\cdot\frac{1}{\sin\alpha} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

по основному тригонометрическому тождеству

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

2) Расставим силы на клин.



Запишем II закон Ньютона для клина в проекциях на горизонтальную ось Z (ускорение клина вдоль стола, иначе бы клин отрывался)

$\boxed{-N\cdot\sin\alpha + F = 3ma_K}$ $\quad$ $\boxed{F = 2mg}$ по условию

~~Запишем~~ II закон Ньютона в проекциях в проекциях на ось y ⊥ клину для шайбы

$\boxed{N = mg\cdot\sin\alpha}$ (по 3 закону Ньютона клин и шайба действуют друг на друга с равными по модулю силами, но противоположн. по напр.)

т.е. $3ma_K = 2mg - mg\sin^2\alpha$

$$a_K = g\,\frac{2-\sin^2\alpha}{3} = g\left(\frac{2-\frac{9}{25}}{3}\right) = g\,\frac{41}{75}$$

Чистовик

Часть 2 Вариант 10-с1. Страница 2.

2) Запишем II Закон Ньютона в проекциях на ось y ⊥ клину

$$N - mg\cdot\cos\alpha = m a_k\cdot\sin\alpha$$

т.к. ускорение шайбы векторно складывается из ускорения в системе отсчета относительно клина (это ускорение вдоль клина) и ускорения клина

(по 3 Закону Ньютона клин и шайба действуют друг на друга равными силами)

т.е. $N = ma_k\cdot\sin\alpha + mg\cdot\cos\alpha$

т.е. $3ma_k = F - N\cdot\sin\alpha = 2mg - (ma_k\sin^2\alpha + mg\sin\alpha\cdot\cos\alpha)$

$$ma_k(3+\sin^2\alpha) = mg(2-\sin\alpha\cdot\cos\alpha)$$

$$a_k = g\,\frac{2-\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{3+\sin^2\alpha} = g\,\frac{2-\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}}{3+\frac{9}{25}} = \frac{2-\frac{12}{25}}{3+\frac{9}{25}}g = \frac{\frac{38}{25}}{\frac{75+9}{25}}g = \frac{38}{84}g = \frac{19}{42}g$$

3) Пусть $\vec{a_0}$ ускорение шайбы в системе отсчета относительно клина, а $\vec{a_ш}$ — относительно стола.

$\vec{a_{абс}} = \vec{a_{отн}} + \vec{a_{пер}}$, т.е. $\vec{a_ш} = \vec{a_0} + \vec{a_k}$

Заметим, что $\vec{a_0}$ вдоль клина (т.к. шайба скользит по клину)

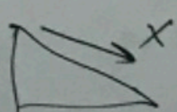
Запишем II Закон Ньютона для шайбы: $m\vec{a_ш} = \vec{N} + m\vec{g}$

$$\vec{a_ш} = \frac{\vec{N}}{m} + \vec{g}$$

$$\frac{\vec{N}}{m} + \vec{g} = \vec{a_0} + \vec{a_k}$$

на ось x вдоль клина:

Спроецируем



$$0 + g\cdot\sin\alpha = a_0 + a_k\cdot\cos\alpha$$

$$a_0 = g\sin\alpha - a_k\cos\alpha$$

Время спуска находится из: $\frac{a_0\tau^2}{2} = l$ (в СО относительно клина)

$$\tau = \sqrt{\frac{2l}{a_0}} = \sqrt{\frac{2H}{a_0\cdot\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha - a_k\cos\alpha\cdot\sin\alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g\left(\frac{9}{25}-\frac{19}{42}\cdot\frac{12}{25}\right)}} = \sqrt{\frac{2H}{g\left(\frac{9}{25}-\frac{38}{25\cdot7}\right)}} = \sqrt{\frac{2H}{g\left(\frac{63-38}{25\cdot7}\right)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{\frac{g}{7}}} = \sqrt{\frac{14H}{g}}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$ 2) $\frac{19}{42}g$ 3) $\sqrt{\frac{14H}{g}}$

Чистовик.

Вариант 10-01. Страница 3.

Дано:

$p_2 = 1{,}02 p_1$

$V_2 = 0{,}99 V_1$

1) T_2 - ?

2) $\frac{Q}{A_{газ}}$ - ?

1) Запишем уравнение Клапейрона для идеального газа:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = const$$

$$т.е.\ T_2 = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} T_1 =$$

$$= \frac{1{,}02 p_1 \cdot 0{,}99 V_1}{p_1 V_1} T_1 = 1{,}02 \cdot 0{,}99 T_1 = 1{,}0098 T_1$$

Значит T_2 увеличилась на 0,98%

2) Запишем первый закон термодинамики:

$Q = \Delta U + A_{газа}$, где ΔU - изменение внутр энергии

$\Delta U = \frac{3}{2} \mu R \Delta T$, где μ — кол-во вещества газа, ΔT - изменение температуры — т.к. газ одноатомный

$$\frac{Q}{A_{газа}} = \frac{\Delta U}{A_{газа}} + 1$$

$$\frac{3}{2} \mu R \Delta T = \frac{3}{2} \mu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$ т.к. $\mu R T = pV$ по уравнению Менделеева-Клапейрона

Так как $\frac{\Delta p}{p}, \frac{\Delta V}{V}, \frac{\Delta T}{T} << 1$, приближённо можно считать работу газа как ~~$A_{газа} \neq \frac{3}{2}(p_2$~~ $A_{газа} = p_2 V_2 - p_1 V_1$ (считаем $p_2 = p_1$, тк как изобара, поскольку $p_2 \approx p_1$)

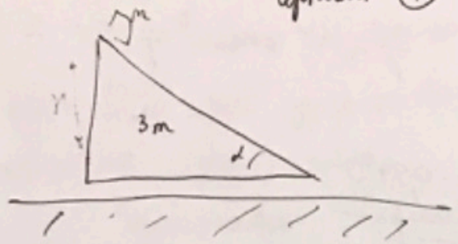
$$Значит\ \frac{Q}{A_{газа}} \approx \frac{\frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{p_2 V_2 - p_1 V_1} + 1 = \frac{3}{2} + 1 = \frac{5}{2}$$

Ответ: 1) увеличилась на 0,98% 2) $\approx \frac{5}{2}$

21206555 (U95925 M1283527)

Черновик (1)

№4



1)

$ma = mg \cdot \sin\alpha$

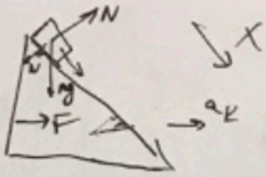
$a = g \cdot \sin\alpha$

$\frac{H}{\ell} = \sin\alpha$

$\ell = \frac{H}{\sin\alpha}$

$\ell = \frac{at^2}{2}$

$t = \sqrt{\frac{2\ell}{a}} = \sqrt{\frac{2\frac{H}{\sin\alpha}}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \frac{1}{\sin\alpha} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{5}{3}$



$3ma_k = F - N \cdot \sin\alpha$

$N = mg \cdot \sin\alpha$

$3ma_k = 2mg - mg \cdot \sin^2\alpha =$

$= mg(1 + \cos^2\alpha) = mg\left(1 + \frac{16}{25}\right) =$

$= mg\left(\frac{41}{25}\right)$

$a_k = g\left(\frac{41}{75}\right)$

$\vec{a_m} = \vec{a_k} + \vec{a}_{m\,отн.}$

$\vec{a}_{m\,отн} = \vec{a_m} - \vec{a_k}$

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

~~ma_{ox}~~ $m\vec{a}_{m\,отн} = m\vec{a}_m - m\vec{a}_k$

пак $ma = mg \cdot \sin\alpha - m\,a_k \cdot \cos\alpha$

$a = g\sin\alpha - a_k\cos\alpha = g\left(\sin\alpha - \frac{41}{75}\cos\alpha\right) =$

$= g\left(\frac{3}{5}^{\backslash 75} - \frac{41}{75} \cdot \frac{4}{5}\right) = g\left(\frac{225 - 164}{375}\right) = g\left(\frac{61}{375}\right)$

$\ell = \frac{H}{\sin\alpha}$ $\quad \frac{at^2}{2} = \ell$ $\quad t = \sqrt{\frac{2\ell}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{a\sin\alpha}}$

21206555 (U95925 M1283527)

Черновик ②

№5

$p \to 1{,}02p$

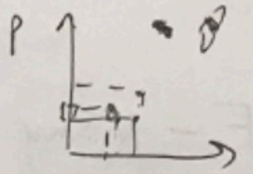
$V \to 0{,}99V$

$\frac{\Delta p}{p} \ll 1, \frac{\Delta V}{V} \ll 1, \frac{\Delta T}{T} \ll 1$

1) $\frac{pV}{T} = \frac{1{,}02p \cdot 0{,}99V}{T'}$

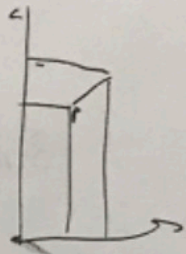
$T' = 1{,}02 \cdot 0{,}99\, T$

2) $Q = \Delta U + A$



$\Delta U = \frac{3}{2}\mu R \Delta T =$

$= \frac{3}{2}\mu R(\cancel{\ }T - T')$



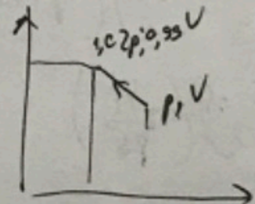
$A = \frac{1{,}02p + p}{2}(0{,}01V) =$

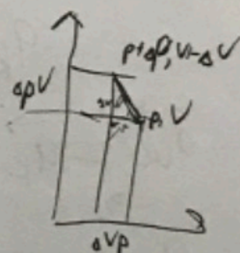
$= 1{,}01p(0{,}01V)$

$p_2V_2 - p_1V_1 =$

$= (p_1 + \Delta p)(V_1 + \Delta V) - p_1V_1 =$

$= \Delta p V_1 + \Delta V p_1$





$$\frac{Q}{A} = \frac{\Delta U + A}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1 = \frac{\frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)}{1{,}01p \cdot 0{,}01V} + 1$$

$\cancel{\frac{3}{2}(1{,}02 \cdot 0{,}99T - T)}$

21206555 (U95925 M1283527)

№4 3) Пусть $\vec{a_0}$ – ускорение шайбы в системе отсчёта относительно клина, $\vec{a_ш}$ – относительно земли (стола).

Перейдём из системы отсчёта, связанной со столом в систему отсчёта, связанную с клином. (в момент запуска шайбы)

$$\vec{a}_{абс} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер}, \quad т.е. \quad \vec{a_ш} = \vec{a_0} + \vec{a_к}$$

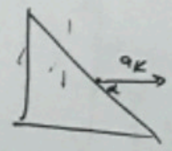
~~ускорение~~

Заметим, что $\underbrace{\vec{a_0}}_{ускорение}$ направлено вдоль клина (т.к. шайба сползает по клину)

Запишем II Закон Ньютона для шайбы в векторной форме:

$$m\vec{a_ш} = \vec{N} + m\vec{g}$$

$$\vec{a_ш} = \frac{\vec{N}}{m} + \vec{g}$$



$$т.е. \quad \vec{a_0} + \vec{a_к} = \frac{\vec{N}}{m} + \vec{g}$$

спроецируем на ось X вдоль клина

$$a_0 + a_к \cdot \cos\alpha = 0 + g \cdot \sin\alpha$$

$$т.е. \quad a_0 = g\sin\alpha - a_к\cos\alpha =$$

$$\cancel{= g \cdot \frac{3}{5} - g\frac{41}{75} \cdot \frac{4}{5}}$$

Тогда время спуска найдём, как $\frac{a_0\tau_0^2}{2} = \ell$ (в СО относительно клина)

$$\tau_0 = \sqrt{\frac{2\ell}{a_0}} = \sqrt{\frac{2H}{a_0\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha - a_к \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \frac{9}{25} - \frac{41}{75}g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{2H}{g\left(\frac{9}{25} - \frac{164}{625}\right)}} = \sqrt{\frac{2H}{g\left(\frac{225-164}{625}\right)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H \cdot 625}{61g}} = 25\sqrt{\frac{2H}{61g}}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; 2) $\frac{41}{75}g$ 3) $25\sqrt{\frac{2H}{61g}}$

~~Чистовик~~. Черновик

Часть 2. Вариант 10-01. Страница 4.

2) Запишем II закон Ньютона для шайбы в проекциях на ось $y \perp$ клину:

$$N - mg\sin\alpha = m\cdot a_k\cdot \cancel{\sin}\alpha$$

т.к. ускорение шайбы складывается из ускорения вдоль клина и ускорения клина

(по 3 закону Ньютона клин и шайба действуют друг на друга с равными силами)

т.е. $N = mg\sin\alpha + ma_k\cancel{\sin}\alpha$

т.е. $3ma_k = 2mg - (mg\cdot\sin\alpha + ma_k\cos\alpha)$

$$ma_k(3+\cos\alpha) = mg(2-\sin\alpha)$$

$$a_k = g\,\frac{2-\sin\alpha}{3+\cos\alpha} = g\,\frac{2-\frac{3}{5}}{3+\frac{4}{5}} = g\,\frac{\frac{7}{5}}{\frac{19}{5}} = $$

$$= \frac{7}{19}g$$

3) Пусть $\vec{a_0}$ ускорение шайбы в системе отсчета относительно клина, а $\vec{a_ш}$ — относительно стола. т.е. $\vec{a_ш} = \vec{a_0} + \vec{a_k}$

$\vec{a_{абс}} = \vec{a_{отн}} + \vec{a_{пер}}$,

Заметим, что ускорение $\vec{a_0}$ вдоль клина (т.к. шайба скользит по нему)

Запишем II Закон Ньютона для шайбы: $m\vec{a_ш} = \vec{N} + m\vec{g}$

$$a_ш = \frac{\vec N}{m} + \vec g$$

$$\frac{\vec N}{m} + \vec g = \vec{a_0} + \vec{a_k}$$

Спроецируем на ось x вдоль клина:

$$0 + g\cdot\sin\alpha = a_0 + a_k\cdot\cos\alpha$$

$$a_0 = g\sin\alpha - a_k\cos\alpha$$

Время спуска находится из: $\frac{a_0\tau^2}{2} = l$ (в СО относительно клина)

$$\tau = \sqrt{\frac{2l}{a_0}} = \sqrt{\frac{2H}{a_0\cdot\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha - a_k\cos\alpha\cdot\sin\alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\frac{9}{25} - \frac{7}{19}g\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{2H}{g\left(\frac{9}{25}^{\cdot 19} - \frac{84}{25\cdot 19}\right)}} = \sqrt{\frac{2H}{g\left(\frac{87}{25\cdot 19}\right)}}$$