# Часть 1

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

Шифр: **21204860**

ID профиля: **122136**

Вариант 1

Чистовик №1

1

Запишем уравнение движения для шариков от времени $h(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$

где $V_0$ - это скорость данных шариков. Когда шарик достигает максимальной высоты $V_0 = gt$ из-того, что $V(t) = V_0 - gt$, а скорость в наивысшей точке равна 0. $t_1 = \frac{V_0}{g}$

Тогда высота на которую поднимется первый шарик $h_1 = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}$.

Дальше запускают второй мячик, в момент когда первый мячик достиг максимальной высоты и сталкиваются они на высоте $H$. но тогда первый мячик пройдет $\Delta h = h_1 - H$, $\Delta h = \frac{gt_2^2}{2}$ а второй мячик $H$, для второго $H_2 = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$, а для первого $H_1 = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gt_2^2}{2}$. Так как первый мячик будет свободно падать с высоты $h_1$. Приравняем расстояние $H_1 = H_2$ за $t_2$. Тогда получим $t_2 = \frac{V_0}{2g}$

Подставим $t_2$ в $h(t)$ получим $H = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} = \frac{3V_0^2}{8g}$. Откуда $V_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$

Чистовик №1 продолжение (2)

Мы нашли скорость с которой бросают мячики, тогда $t_2 = \frac{v_0}{2g} = \sqrt{\frac{8gH}{3 \cdot 4g^2}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$.

Мы можем теперь найти и $h_1 = \frac{v_0^2}{2g} =$

$$= \frac{8gH}{3 \cdot 2g} = \frac{4gH}{3g} = \frac{4H}{3}.$$

путь который прошел первый мячик до столкновения $S_1 = h_1 + \Delta h = 2h_1 - H = \frac{8H}{3} - H = \frac{5H}{3}$.

Ответ: а) $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$

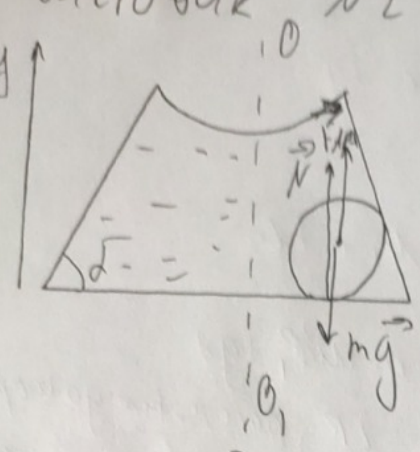
б) $\sqrt{\frac{8gH}{3}}$

в) $\frac{5H}{3}$

21204860 (U122136 M1281823)

Чистовик №2

③




Рассмотрим случай если бы шар не вращался. Запишем условие равновесия на вертикальную ось

$N_1 + F_{Арх} = mg$, тогда

$N_1 = mg - F_{Арх}$; $m = 3\rho V$

$V_ш = \frac{4\pi R^3}{3}$, тогда $m = \frac{12\pi R^3}{3}\rho$

$F_{Арх} = \rho g V = \rho g \cdot \frac{4\pi R^3}{3}$.

Тогда $N_1 = \frac{\pi R^3 \cdot \rho g}{3}(12-4) = \frac{8\pi R^3}{3}\rho g$.

По третьему закону Ньютона шар давит на дно с силой равной силе реакции опоры, то есть $N_1$.

Если шар будет вращаться, то у нас возникает центробежная сила и сила давления (выталкивания) на дно сосуда при этом они будут связаны соотношением $\frac{F_{вт}}{F_{цб}} = tg\,\alpha$, где $F_{цб} = m \cdot a_{цб} = m\frac{V^2}{R_1} = m \cdot \omega^2 R_1$, тогда $F_{вт} = F_{цб}\, tg\,\alpha = m\omega^2 R_1\, tg\,\alpha$; $R_1 = 2R$

Сила $F_{вт}$ действует вертикально вниз. Тогда условие равновесия на вертикальную ось будет выглядеть так $N_2 + F_{Арх} = mg + F_{вт}$.

Чистовик №2 продолжение (4)

но тогда $N_2 = mg - F_{Арх} + F_{вт}$

но $mg - F_{Арх} = N_1$

Тогда получим, что $N_2 = N_1 + F_{вт} =$

$= N_1 + F_{цб} \operatorname{tg}\alpha = \frac{8\pi R^3}{3}\rho g + m\omega^2 R_1 \operatorname{tg}\alpha$

и $R_1 = 2R$, расстояние до шара.

$m = 3\rho \cdot \frac{4\pi R^3}{3}$, а $\operatorname{tg}\alpha = 2$ по условию тогда.

$N_2 = \frac{8\pi R^3}{3}\rho g + \frac{48\pi R^3 \cdot R \cdot \rho\omega^2}{3} =$

$= \frac{8\pi R^3}{3}\rho(g + 6\omega^2 R)$

Ответ: а) $N_1 = \frac{8\pi R^3}{3}\rho g$.

б) $N_2 = \frac{8\pi R^3}{3}\rho(g + 6\omega^2 R)$.

Чистовик №3

5

Сначала пар был ненасыщенным, после сжатия часть пара сконденсировалась и превратилась воду из-за чего у нас стал насыщенный пар. $p_1V_1 \neq p_2V_2$; $\nu_1RT \neq \nu_2RT$; $\nu_1 \neq \nu_2$; $\nu_2 < \nu_1$

По условию начальное давление в 1,8 раза меньше конечного, тогда

$$p_1 = \frac{p_2}{1{,}8} = \frac{p_{нас}}{1{,}8} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{1{,}8} = 27777\ Па = 2{,}77 \cdot 10^4\ Па.$$

Запишем уравнение Менделеева-Клайперона для начального состояния $p_1V_1 = \nu_1RT$, $\nu_1 = \frac{m}{\mu}$; $T = t + 273 = 81 + 273 = 354\ К$.

Начальный объем тогда же равен $V_1 = \frac{m}{\mu p_1}RT =$ ~~...~~. По условию $V_2 = \frac{V_1}{3{,}5}$ и с учетом, того что $p_1 = \frac{p_{нас}}{1{,}8}$ получим $V_2 = \frac{1{,}8 \cdot m \cdot RT}{3{,}5 \cdot \mu\, p_{нас}} =$

$$= \frac{1{,}8 \cdot 3 \cdot 8{,}31 \cdot 354}{3{,}5 \cdot 18 \cdot 0{,}5 \cdot 10^5} = 0{,}005\ м^3.$$

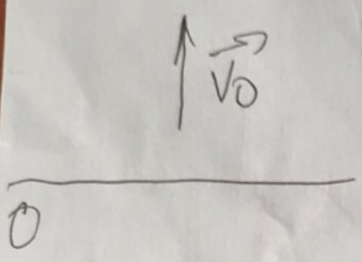
Заметим, что $\nu_2 < \nu_1$ так как пар стал насыщенный и часть воды сконденсировалась так как $p_1V_1 \neq p_2V_2$, то есть $\nu_1RT \neq \nu_2RT$, поэтому пар и насыщенным и будет

Ответ: а) $p_1 = \frac{p_{нас}}{1{,}8} = 2{,}77 \cdot 10^4\ Па$ б) $V_2 = \frac{1{,}8 \cdot m \cdot RT}{3{,}5 \cdot \mu\, p_{нас}} = 0{,}005\ м^3.$

21204860 (U122136 M1281823)

Черновик

№1




$$h_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$V(t) = V_0 - gt$$

$V = 0$ при $V_0 = gt$

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

~~t~~ $h_1 - H = \Delta h$

Второй $H = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$$2H + gt^2 - 2v_0 t = 0$$

$$D = 4v_0^2 - 8gH$$

$$t = \frac{2v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 8gH}}{2g} = \frac{2v_0 - \sqrt{4v_0^2 - 8gH}}{2g},$$

$$4v_0^2 - 8gH = v_0^2$$

$$v_0^2 = \frac{8gH}{3}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$t_2 = \frac{v_0}{2g}$ до столкновения. $t_2 = \sqrt{\frac{8gH}{3 \cdot 4g^2}} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

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

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

21204860 (U122136 M1281823)

Путь первого мяча до столкновения:

$2h_1 - H$ $\qquad V_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}$

$h_1 = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{8gH}{6g} = \frac{4H}{3}$

До столкновения $\frac{8H}{3} - H = \frac{5H}{3}$

Ответ: а) $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$

б) $\sqrt{\frac{8gH}{3}}$

в) $\frac{5H}{3}$

21204860 (U122136 M1281823)

Черновик №3.

$m_1 = 3$ грамм; $T = 81^0C = 81+273 = 354\ K$

$pV = const$ $\quad p_1 = \frac{m_1}{\mu V_1} RT = \frac{3 \cdot 8{,}31 \cdot 354}{18 \cdot 0{,}0177} =$

$= 27700$ па.

$V_1 = 3{,}5 V_2$

$p_1 = \frac{p_2}{1{,}8} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{1{,}8} = \frac{5 \cdot 10^5}{18} = 27777$ па.

$V_1 =$

При сжатии стрaновиться на соседнем.

$p_1 V_1 = \frac{\cancel{m_1}}{\cancel{\mu}} RT$ $\quad \frac{p_1 V_1}{\frac{m_1}{\mu} RT} = \frac{p_2 V_2}{\frac{m_2}{\mu} RT}$

$p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu} RT$

$p_2 = 0{,}5 \cdot 10^5$ па. $\quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{1{,}8 p_1 V_2}{p_1 \cdot 3{,}5 V_2} =$

$p_1 V_1 = p_2 V_2$ $\quad = \frac{1{,}8}{3{,}5}$

$p_1 \cdot 3{,}5 V_2 = 1{,}8 p_1 V_2$ $\quad m_2 = \frac{1{,}8}{3{,}5} m_1$

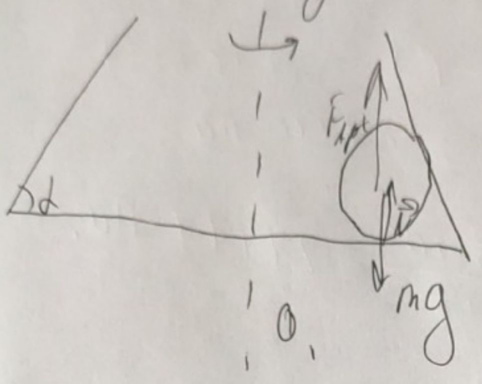
$V_2 = \frac{m_2}{\mu p_2} RT = \frac{1{,}8 \cdot 3}{3{,}5 \cdot 18 \cdot 0{,}5 \cdot 10^5} \cdot 8{,}31 \cdot 354 =$

$= 0{,}005\ м^3$

$V_1 = 0{,}0177\ м^3$

Ответ: $p_1 = \frac{p_2}{1{,}8} = 0{,}277 \cdot 10^5$ Па $= 2{,}77 \cdot 10^4$ Па; $V_2 = 0{,}005\ м^3$

Черновик N2




$$N_1 + F_{Арх} = mg$$

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

$$F_{Арх} = \rho g V = \rho \cdot \frac{4\pi R^3}{3}$$

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

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

при вращении $V = 2\omega R$

то $a_ц = \frac{V^2}{R} = 4\omega^2 R$

$$F_ц = m a_ц = 4 m \omega^2 R.$$

$\frac{F_{нужн}}{F_ц} = tg\,\alpha.$ $F_{нужное} = F_ц tg\alpha = 4\omega^2 R \cdot 3\rho \cdot \frac{4\pi R^3}{3}$

Тогда $N_2 = mg - F_{Арх} + F_ц tg\alpha = N_1 - F_ц tg\alpha =$

$$= \frac{8\pi R^3}{3}\rho g + \frac{48\pi R^3 \cdot \rho \cdot \omega^2 R}{3} =$$

$$= \frac{8\pi R^3}{3}\rho(g + 6\omega^2 R)$$

Ответ: а) $N_1 = \frac{8\pi R^3}{3}\rho g$; б) $N_2 = \frac{8\pi R^3}{3}\rho(g + 6\omega^2 R)$

# Часть 2

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

Шифр: **21204860**

ID профиля: **122136**

Вариант 1

Чистовик ①

№5

Пусть $p_0, V_0, T_0$ – это начальные параметры, а $p_1, V_1, T_1$ – конечные параметры, по условию

$p_1 = 1{,}02 p_0$; $V_1 = 0{,}99 V_0$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} p_1V_1 = \nu R T_1 \\ p_0V_0 = \nu R T_0 \end{cases}$$ поделим друг на друга:

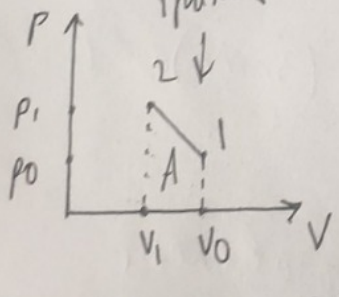
$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1V_1}{p_0V_0} = \frac{1{,}02 \cdot 0{,}99\, p_0V_0}{p_0V_0} = 1{,}0098$$

То есть $T_1 = 1{,}0098\, T_0$ значит температура увеличилась на 0,98%

Найдем $\Delta U$ по условию газ одноатомный, тогда

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_0V_0) = \frac{3}{2} p_0V_0 \cdot 0{,}0098 = 0{,}0147\, p_0V_0$$

Сделаем эскиз графика процесса в координатах $(p; V)$




Заметим, что $\Delta V < 0$, то $A < 0$. А так же так как изменение очень очень маленькое то отрезок 12 можно считать прямой линией. Найдем работу как площадь под графиком:

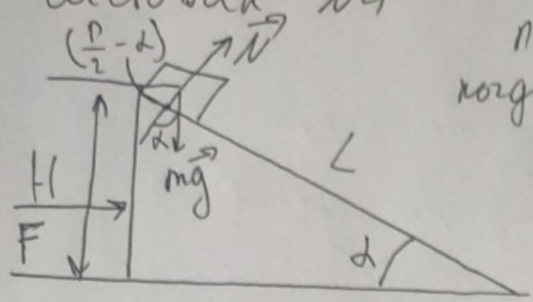
$$A = \frac{p_0 + p_1}{2} \cdot \Delta V = -0{,}0101\, p_0V_0$$

По 1 началу термодинамики $Q = \Delta U + A = p_0V_0(0{,}0147 - 0{,}0101) = 0{,}0046\, p_0V_0$. Тогда $\frac{Q}{A} = \frac{0{,}0046\, p_0V_0}{-0{,}0101\, p_0V_0} = -0{,}455$.

Ответ: 1) увеличилась на 0,98%

2) $\frac{Q}{A} = -0{,}455$

Чистовик №4




по второму закону Ньютона, когда клин зафиксирован: $\vec N + m\vec g = m\vec a_1$, в проекции на L - гипотенузу клина получим $mg\sin\alpha = ma$

$a = g\sin\alpha$

Из прямоугольного треугольника $L = \frac{H}{\sin\alpha}$.

Так как движение равноускоренное, то

$L = \frac{a_1 t_1^2}{2}$, $t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_1}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$.

Из основного тригонометрического тождества

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

Тогда $t_1 = \sqrt{\frac{2\cdot 25H}{9g}} = \sqrt{\frac{50}{9}\frac{H}{g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

Когда на клин подействовали с силой F, эта сила действовала на систему „клин+шайба" то есть по второму закону Ньютона $(3m+m)a_к = F$

Откуда $a_к = \frac{F}{4m} = \frac{2mg}{4m} = \frac{1}{2}g$.

Но тогда в отдельности на шайбу добавляется $\vec N + m\vec g + m\vec a_к = m\vec a_2$. В проекции на L получаем:

$\frac{1}{2}mg\cos\alpha + mg\sin\alpha = ma_2$; $a_2 = g\left(\frac{1}{2}\cos\alpha + \sin\alpha\right) = g$.

Продолжение на след. страницы.

Чистовик №4 продолжение (3)

L все также равно $L = \frac{H}{\sin\alpha}$

Движение так же равноускоренное без начальной скорости, то есть $L = \frac{a_2 t_2^2}{2}$

Тогда $t_2 = \sqrt{\frac{2L}{a_2}} = \sqrt{\frac{2H}{\sin\alpha\, g}}$

$\sin\alpha = \frac{3}{5}$, тогда получим $t_2 = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$.

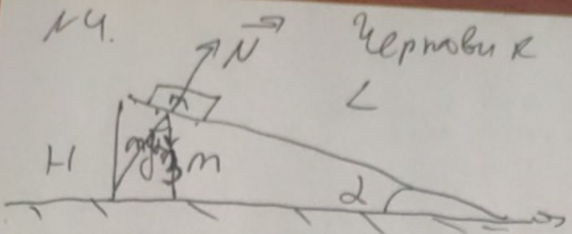
при движении клина под действием силы F.

Ответ: 1) $t_1 = \sqrt{\frac{50H}{9g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

2) $a_{кл} = \frac{F}{(m+3m)} = \frac{2mg}{4m} = \frac{1}{2} g$.

3) $t_2 = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$

№4. Черновик




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

$mg\sin\alpha = ma$

$a = g\sin\alpha$.

$N = mg\cos\alpha$

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

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

$L = \frac{at^2}{2}$ $\quad t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{\sin\alpha\, g\sin\alpha}} =$

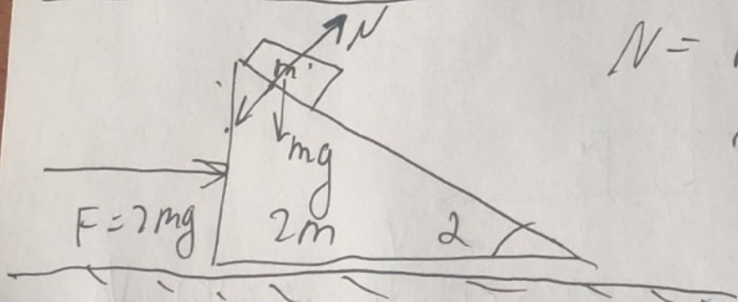
$= \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$

$\sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha = \frac{9}{25}$ $\qquad \frac{1}{2}mg$

$1{,}5mg \; | : 3m = \frac{1}{2}g$

$t = \sqrt{\frac{50H}{9g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

---

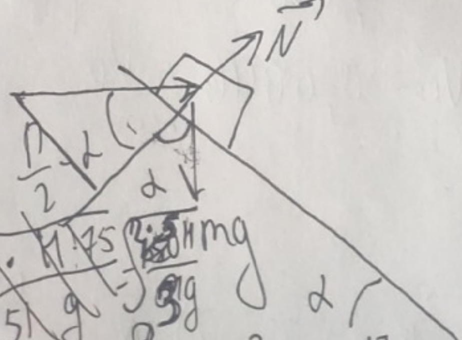



$N = mg\cos\alpha$ $\qquad N\sin\alpha = mg\cos\alpha\sin\alpha$

$2mg = 4ma$

$a = \frac{2}{4}g \cdot \frac{1}{2}$

---




$t_n = \sqrt{\frac{2 \cdot H \cdot 15}{51\, g}} = \sqrt{\frac{30H}{51g}}$ $\quad 1{,}5mg$

$a_n = g \cdot \frac{8}{15} + \frac{3}{5} = g\frac{17}{15}$

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

$\sin(\frac{\pi}{2} - \alpha) \cdot mg \cdot \frac{1}{2} + mg\sin\alpha = ma_H$.

$\frac{1}{2}mg\cos\alpha + mg\sin\alpha = ma_H$

$a_H = g(\frac{1}{2}\cos\alpha + \sin\alpha) = g$

Черновик

$p_1 = 1,02 p_0$

$V_1 = 0,99 V_0$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

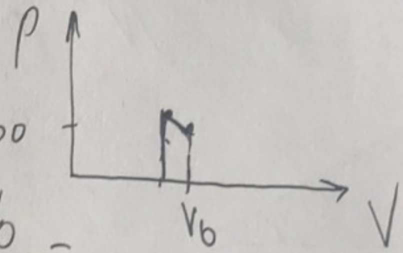
$\frac{T_0}{T_1} = \frac{p_0 V_0}{p_1 V_1}$ $\quad T_0 = T_1 \cdot \frac{1}{1,02 \cdot 0,99}$

$T_1 = 1,02 \cdot 0,99 T_0 = 1,0098 T_0$

Температура увеличилась на 0,98%

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 0,0098$

$A = p \Delta V \quad \Delta V < 0$




$A \approx -\frac{p_0 + 1,02 p_0}{2} \cdot 0,01 V_0 = 1,01 \cdot 0,01 p_0 V_0 = -0,0101 p_0 V_0$

$Q = A + \Delta U = (-0,0101 + 0,0147) p_0 V_0 = 0,0046 p_0 V_0$

$\frac{Q}{A} = \frac{0,0046}{-0,0101} = -0,455$

Ответ: 1) увел на 0,98%; 2) $\frac{Q}{A} = -0,455$