

Часть 1

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

Шифр: **21206287**

ID профиля: **874905**

Вариант 2

Условие.

N.2.

$$a_{y.} \cdot m = N_x.$$

$$\frac{N_x}{N} = \sin \alpha$$

$$N_x = N \cdot \sin \alpha$$

$$a_{y.} \cdot m = N \cdot \sin \alpha$$

$$a_{y.} = \frac{v_m^2}{R \cdot 1,5 R} \quad , \text{ м.к. } 1,5 R - \text{ радиус от центра шара до оси вращения}$$

$$v_m = w \cdot 1,5 R$$

$$a_{y.c} = w^2 \cdot 1,5 R$$

$$m = \rho V = 8 \rho \pi R^3$$

$$a_{y.} \cdot N \cdot \sin \alpha = w^2 \cdot \frac{2}{3} R \cdot 8 \rho \pi R^3 = 12 w^2 R^4 \rho \pi \quad N = \frac{12 w^2 R^4 \rho \pi}{\sin \alpha}$$

Занедем проекции сил на ось y . П.к. ускорения по оси y шара нет, сумма проекций сил на ось $y = 0$.

$$\vec{F}_A + \vec{F}_{T.ш.м} + \vec{P}_2 + \vec{N}_y = \vec{0}$$

$$F_A + P_2 = F_{T.ш.м} + N_y$$

$$P_2 = F_{T.ш.м} + N_y - F_A = P_1 + N_y$$

$$P_2 = \frac{20}{3} \rho g \pi R^3 + 8 w^2 R^4 \rho \pi =$$

$$= \rho \pi R^3 \left(\frac{20}{3} g + 8 w^2 R \right)$$

$$|P_2| = |N_y|$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{20}{3} \rho g \pi R^3 ;$$

$$2) \rho \pi R^3 \left(\frac{20}{3} g + 8 w^2 R \right).$$

(4)

Условие.

№3.

Дано:

$$t = 81^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 1,7 \text{ л}$$

$$V_1 = 7 V_2$$

$$3,6 p_1 = p_2$$

$$p_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$M = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$1) p_1 = ?$$

$$2) p_{\text{мг}} = ?$$

$$T = 81^\circ\text{C} = 354 \text{ К}$$

У нас x может быть 2 возможных случая.

либо масса пара уменьшилась, и тогда это означает, что пар стал насыщенным, а значит $p_2 = p_H$.

либо масса пара не изменилась, и тогда $p_2 \leq p_H$.
Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояний пара.

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} R T$$

$$p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} R T$$

Если $\frac{m_1}{m_2} = 1$, тогда пар ненасыщенный ни в 1, ни во втором состоянии, если же $\frac{m_1}{m_2} > 1$, то часть пара x конденсировалась и $p_2 = p_H$.

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{m_1 R T}{m_2 R T}$$

$$p_2 = 3,6 p_1$$

$$V_1 = 7 V_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{p_1 \cdot 7 V_2}{3,6 p_1 \cdot V_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{7}{3,6}$$

$\frac{m_1}{m_2} > 1$, а значит часть пара конденсировалась. След-но $p_2 = p_H$.

(5) ~~5~~

Числовим.

N.3.

$$p_1 = \frac{p_2}{3,6} = \frac{p_n}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^7 \text{ Па}}{3,6} \approx 13889 \text{ Па}$$

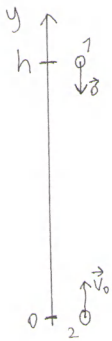
Зная давление пара в начальной состоянии, найдём m_1 из уравнения Менделеева-Клапейрона.

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} R T$$
$$m_1 = \frac{p_1 V_1 \mu}{R T} = \frac{13889 \text{ Па} \cdot (7 \cdot 10^{-3}) \text{ м}^3 \cdot 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{ К}} = 77,7072$$

Ответ: ~~4,01 Па~~. 1) 13889 Па ;
2) 7,072 .

6

Числовик.
N.1.



h - максимальная высота подъёма
 t_1 - время полета первого мяча до остановки
 время

$$t_1 = t + t'$$

t - время подъёма до высоты h

t' - время полета от h до точки встречи

В точке h скорость 1-ого мяча равна 0

$$t = \frac{v_0 - 0}{g} = \frac{v_0}{g}$$

$$h = v_0 t - \frac{g t^2}{2} = \frac{g t^2}{2} \quad \left(\text{Следует из симметрии движения при подъёме и падении} \right)$$

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

Запишем уравнения координаты y для каждого из мячей:

$$y_1 = h - \frac{g t'^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t'^2}{2}$$

$$y_2 = v_0 t' - \frac{g t'^2}{2}$$

Сравнивание произведём при $y_1 = y_2$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t'^2}{2} = v_0 t' - \frac{g t'^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t'$$

$$t' = \frac{v_0}{2g}$$

$$t_1 = \frac{v_0}{2g} + \frac{v_0}{g} = \frac{3v_0}{2g}$$

①

Числовик.

N.1.

t_2 - время полета 2-ого шара до места столкновения
 $t_2 = t'$, м.к. после запуска 2-ого шара шары летели одно
и тоже время.

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{t+t'}{t'} = \frac{\frac{3V_0}{2g}}{\frac{V_0}{2g}} = 3$$

Высоту столкновения можно найти, подставив время
в одно из уравнений координат. Подставим в уравнение
для 2-ого шара

$$y_2 = V_0 t' - \frac{gt'^2}{2} = V_0 \cdot \frac{V_0}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{V_0}{2g}\right)^2 = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} = \frac{3V_0^2}{8g}$$

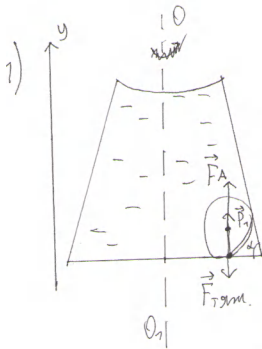
Ответ: 1) $\frac{3V_0}{2g}$;

2) 3 ;

3) $\frac{3V_0^2}{8g}$.

Учебник

№2.



На шар действуют 3 силы — сила тяжести, сила архимеда и сила реакции опоры.

$$\vec{P}_1 = -\vec{N}_1$$

P_1 — сила реакции опоры

Шар движется не движется с ускорением, а значит, сумма всех сил равна нулю.

$$\vec{F}_A + \vec{P}_1 + \vec{F}_{\text{т.г.м.}} = 0$$

$$F_A + P_1 = F_{\text{т.г.м.}}$$

$$P_1 = F_{\text{т.г.м.}} - F_A$$

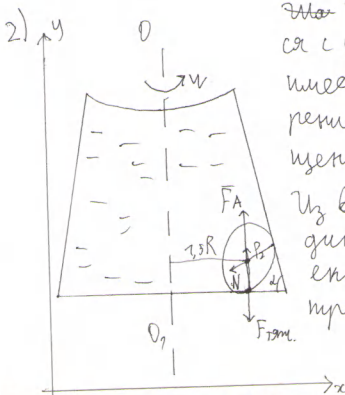
$$P_1 = 6\rho V_0 - \rho V_0 = 5\rho V_0 = 5\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{20}{3}\rho g \pi R^3$$

$$|N_1| = |P_1| = \frac{20}{3}\rho g \pi R^3$$

$$F_A = \rho V_0 g$$

$$F_{\text{т.г.м.}} = mg = 6\rho V_0 g$$

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

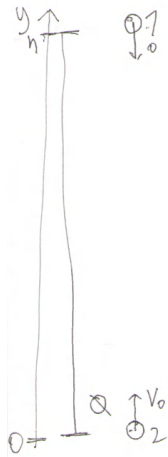


Шар вместе с системой вращается с угловой скоростью ω . След-но, шар имеет центростремительное ускорение $a_{\text{ц.с.}}$, направленное к оси вращения.

Из всех сил только сила N перпендикулярна оси x , а значит ей про- порциональна на ось x будет создавать цен- тростремительное ускорение.

(3)

Упробун. N.1.



$$\downarrow g \quad \boxed{t_{n_2} = \frac{v_0}{g}}$$

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

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

$$1) \frac{3v_0}{2g}$$

$$2) 3$$

$$3) \frac{3v_0^2}{8g}$$

$$1: y_1 = h - \frac{gt^2}{2}$$

$$2: y_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

1) Сравнение при $y_1 = y_2$

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

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

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

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

$$t' = \frac{v_0}{g}$$

$$t_1 = t_{n_2} + t' = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \boxed{\frac{3v_0}{2g}}$$

$$2) t_2 = t'$$

$$t_1 = t_2$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{t_{n_2} + t'}{t'} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{v_0}{2g}} = 3$$

Чепробум.

N. 1.

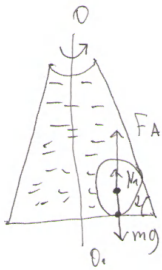
$$3) h = y_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = t'$$

$$y_2 = v_0 t' - \frac{gt'^2}{2} = \frac{v_0 \cdot v_0}{2g} = \frac{g \cdot v_0^2}{2 \cdot 4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

$$y_1 = \frac{v_0^2}{2g}$$

Упробем.
N.2.



$$1) F_A + N_1 = mg$$

$$N_1 = mg - F_A$$

$$mg = \rho \cdot g \cdot V$$

$$F_A = \rho V g$$

$$N_1 = 5 \rho V g \quad V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

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

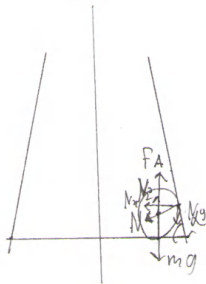
$$m = \rho \cdot 8 \pi R^3$$

$$2 \pi r = v t$$

$$s = v t$$



2)



Мая удем уермпресумернеке
уемрение. ρ

$$a_u = \frac{N_x}{m}$$

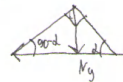
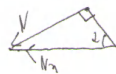
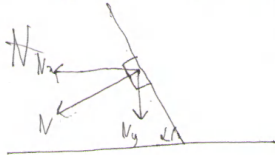
$$a_u = \frac{N_x}{m} = \omega^2 R = 1,5 R$$

$$F_A + N_1 = N_y + mg$$

$$N_x = \omega^2 \cdot \frac{3}{2} m$$

$$N_2 = mg - F_A + N_y = N_1 + N_y$$

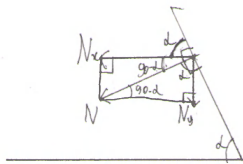
$$N_2 = \frac{3}{2} \cdot \omega^2 \cdot m = \frac{3}{2} \cdot \omega^2 \cdot 8 \rho \pi R^3 = 12 \omega^2 \rho \pi R^3$$



$$\frac{N_y}{N_x} = \frac{\sin d}{\cos d}$$

$$\frac{N_y}{N} = \sin d$$

Упробун
N.2.



$$\frac{N_x}{N} = \cos(90-\alpha) = \sin \alpha$$

$$N = \frac{N_x}{\sin \alpha}$$

$$\frac{N_y}{N} = \cos \alpha$$

$$\frac{N_y}{\frac{N_x}{\sin \alpha}} = \cos \alpha = \frac{N_y \cdot \sin \alpha}{N_x}$$

$$N_y = \frac{N_x \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{N_x}{\tan \alpha}$$

$$N_y = \frac{12w^2 \rho \pi R^3 \cdot 2}{3} = 8w^2 \rho \pi R^3$$

$$N_2 = N_x = N_y = \frac{20}{3} \rho g \pi R^3 + 8w^2 \rho \pi R^3 = \rho \pi R^3 \left(\frac{20}{3} g + 8w^2 \right)$$

Черновик

$t = 80^\circ \text{C}$ $n.3.$ $T = 354 \text{ K}$
 $V_1 = 27,9 \text{ л}$ $p_n = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $V_2 = 1,7 \text{ л}$ $\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
 $p_1 = p$ $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$
 $p_2 = 3,6p$

2 варианта

- 1 - часть пара конденсировалась
- 2 - пар не конденсировался

$$p_1 V_1 = \frac{m_{n1}}{\mu} R T$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{p}{3,6p} = \frac{1}{3,6}$$

$$p_2 V_2 = \frac{m_{n2}}{\mu} R T$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{m_{n1}}{m_{n2}}$$

$$\frac{35}{18}$$

Масса пара уменьшилась, а значит часть пара конденсировалась.

След-но, p_2 - давление насыщенного пара.

$$\frac{1 \cdot 27,9}{3,6 \cdot 1,7} = \frac{m_{n1}}{m_{n2}}$$

$$\frac{m_{n1}}{m_{n2}} = \frac{70}{36} = \frac{35}{18}$$

$$p_1 = \frac{p_2}{3,6} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} \approx \boxed{13889} \text{ Па}$$

Учебник.

№3.

$$p_1 V_1 = \frac{m_{\text{H}_2}}{\mu} R T$$

$$V_1 = 11,9 \text{ л} = 11,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$13889 \cdot 11,9 \cdot 10^{-3} = \frac{m_{\text{H}_2}}{\mu} \cdot 8,31 \cdot 354$$

$$m_{\text{H}_2} = \frac{p_1 V_1 \mu}{R T} = \frac{13889 \cdot 11,9 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 354} = 12, \boxed{1,012}$$

Ответ: 12, 12.

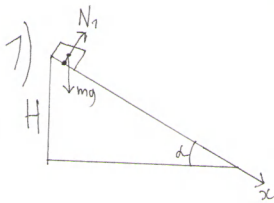
Часть 2

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

Шифр: **21206287**

ID профиля: **874905**

Вариант 2



Ускорение.
 N.Ч.
 По оси x имеет проекцию только сила тяжести, равная mg .
 $ma_x = (mg)_x$
 $(mg)_x = mg \cdot \sin \alpha$
 a_x - ускорение бруска

$$ma_x = mg \cdot \sin \alpha$$

$$a_x = g \cdot \sin \alpha$$

l - длина наклонной плоскости

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

$$l = \frac{a_x t^2}{2}$$

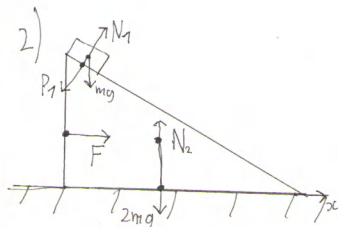
t - искомое время спуска

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

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin^2 \alpha}} = \sin^{-1} \alpha \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

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

$$t = \frac{5}{4} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



$$P_1 = -N_1$$

$$P_1 = -N_1 = mg \cdot \cos \alpha = \frac{3}{5} mg$$

Ускорение сообщают только силы, имеющие ненулевые проекции на ось x .

a_2 - ускорение клина

(7)

Учетовик.
N.4.

$$N_{2x} = 0$$

$$(2mg)_x = 0$$

$$F_x = F = mg$$

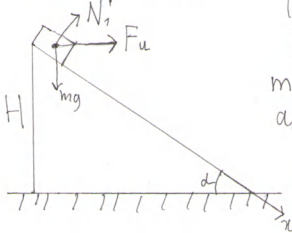
$$P_{1x} = P_1 \cdot \frac{p_1}{\sin \alpha} = \frac{3}{4} mg = \frac{3}{4} mg$$

$$a_2 \cdot 2m = F + P_{1x} = mg + \frac{3}{4} mg = \frac{7}{4} mg$$

$$a_2 = \frac{7}{8} g$$

- 3) Перейдем в систему отсчета, связанную с бруском. Система отсчета движется равноускоренно. В этом случае к брусу применим F_u — силу инерции. Сила инерции равна произведению ускорения системы отсчета на массу бруска.

$$F_u = a_2 \cdot m = \frac{7}{8} mg$$



$$(mg)_x = mg \cdot \sin \alpha$$

$$F_{ux} = F_u \cdot \cos \alpha = m \frac{7}{8} mg \cdot \cos \alpha$$

$$m a_1' = mg \cdot \sin \alpha + m \frac{7}{8} mg \cdot \cos \alpha$$

a_1' — ускорение бруска

$$a_1' = g \cdot \frac{4}{5} + g \cdot \frac{3}{40} = \frac{35}{40} g = \frac{7}{8} g$$

$$l = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{5}{4} H$$

$$l = \frac{a_1' t^2}{2}$$

$$\frac{5}{4} H = \frac{7 \cdot g}{16} t^2$$

$$\frac{H}{g} \cdot \frac{20}{7} = t^2$$

$$t' = \sqrt{\frac{20 \cdot H}{7 \cdot g}} = 2 \sqrt{\frac{5H}{7g}}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{4} \sqrt{\frac{20H}{g}}$; 2) $\frac{7}{8} g$; 3) $2 \sqrt{\frac{5H}{7g}}$.

(2)

Условие:

N5.

$$V_2 = 1,02 V_1$$

$$p_2 = 0,99 p_1$$

$$1) \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

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

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{0,99 p_1 \cdot 1,02 V_1}{p_1 \cdot V_1} = 1,0098$$

$$T_2 = 1,0098 T_1$$

Температура газа увеличилась на 0,98%.

$$2) \frac{Q}{\Delta U} = ?$$

$$Q = \Delta U + A'$$

A' — работа газа

$A' > 0$, т. к. объем газа увеличился

$\Delta U > 0$, т. к. температура газа увеличилась.

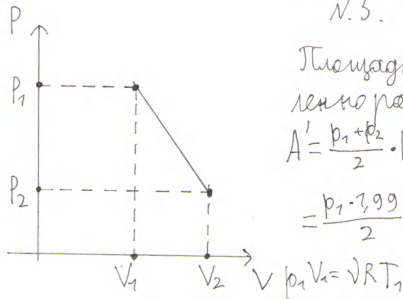
$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (1,0098 T_1 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 0,0098 \nu R T_1 =$$

$$= \frac{3 \cdot 98}{2 \cdot 10^4} \nu R T_1 = 147 \cdot 10^{-4} \nu R T_1$$

Чтобы вычислить работу газа, необходимо построить график процесса. График — pV можно принять как линейный, потому что относительные изменения величин мал

(3)

Условие.
N. 5.



Площадь под этим графиком численно равна работе газа.

$$A' = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{p_1 + 0,99p_1}{2} (1,02V_1 - V_1) =$$

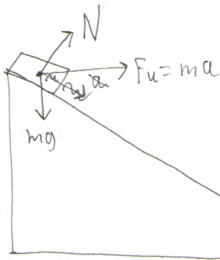
$$= \frac{p_1 \cdot 1,99}{2} \cdot 0,02V_1 = p_1 V_1 \cdot 199 \cdot 10^{-4}$$

$$A' = 199 \cdot 10^{-4} \cdot \nu R T_1$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{\Delta U + A'}{\Delta U} = 1 + \frac{A'}{\Delta U} = 1 + \frac{199 \cdot 10^{-4} \cdot \nu R T_1}{147 \cdot 10^{-4} \cdot \nu R T_1} = 1 + 1,35 = 2,35$$

Ответ: 1) увеличилась на 0,989%;
2) 2,35.

Упробум.
N:1.



$$mg \cdot \sin \alpha + ma = \frac{3}{5} mg + \frac{16}{50} mg = \frac{46}{50} mg = 0,92 mg$$

$$a = 0,92g = \frac{23}{25}g$$

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

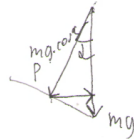
$$t = \sqrt{\frac{2H}{a \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{23}{25}g \cdot \frac{4}{5}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot H}{\frac{92}{125}g}} = \sqrt{\frac{250H}{92g}} = \sqrt{\frac{5}{4} \sqrt{\frac{70H}{23g}}}$$

Оубем:

$$2mg \cdot a = F \cdot mg$$

$$a = \frac{g}{2}$$



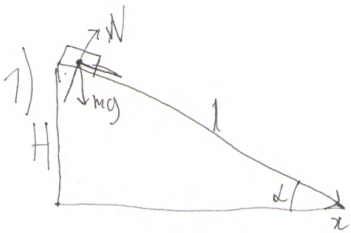
$$\frac{mg \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad mg \cdot \tan \alpha$$

$$\frac{3}{40} = 0,075$$

$$0,8 \quad 0,875$$

$$\frac{80}{28} = \frac{40}{14} = \frac{20}{7}$$

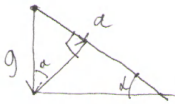
N. 1. *непродвин.*



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

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{g}{\alpha} = \frac{a}{g} = \sin \alpha$$

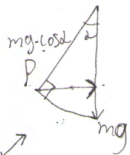
$$l = \frac{at^2}{2}$$



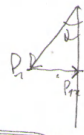
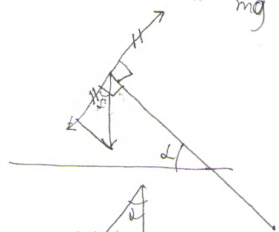
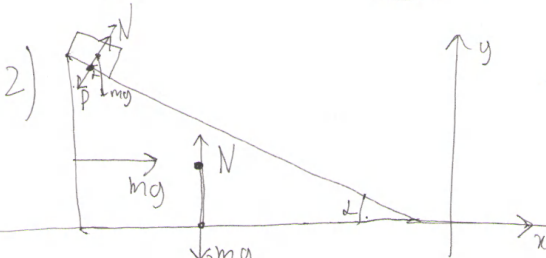
$$a = g \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \quad \frac{P}{mg} = \cos \alpha$$

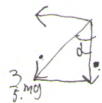
$$\frac{2H}{g \cdot \sin^2 \alpha} = t^2$$



$$t = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{H}{g}} \cdot \sqrt{\frac{50}{16}} = \frac{5}{4} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



$$P = mg \cdot \cos \alpha = \frac{3}{5} mg$$



$$a = \frac{-mg - \frac{3}{5}mg}{2m} = \frac{-\frac{8}{5}mg}{2m} = \left[\frac{-4}{5}g \right]$$

$$\frac{3}{5} mg \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{25} mg$$

Упробити.
1.5

$$V_1 = 0,01$$

$$V_2 = \frac{1,02}{0,99} V_1$$

$$p_2 = \frac{0,99}{1,02} p_1$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \text{const}$$

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

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{1,02}{0,99} V_1 \cdot \frac{0,99}{1,02} p_1}{T_2}$$

$$T_1 = \frac{T_2}{1,0098}$$

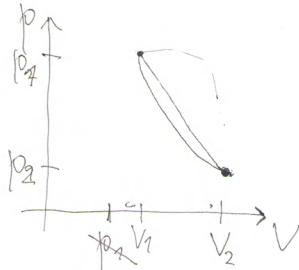
$$T_2 = 1,0098 T_1$$

збільшилась на 0,98%.

$$\Delta U = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T = \frac{3}{2} \sqrt{R} \cdot 0,0098 T_1 = \frac{3 \cdot 49}{10000} \sqrt{R} T_1$$

$$1 + \frac{1 \cdot 29 \cdot 2 \cdot 10^4}{3 \cdot 49} = \frac{199}{147} + 1 = 2,35$$

Відомі: 1) збільшилась на 0,98%
2) 2,35.



$$A' > 0$$

$$\frac{p_1 + p_2}{2} \cdot \Delta V$$

$$Q = \Delta U + A'$$

$$\frac{\Delta U + A'}{\Delta U} = 1 + \frac{A'}{\Delta U}$$

$$pV = \sqrt{R} T$$

$$A' \frac{p_1 + 0,99 p_1}{2} \cdot 0,02 V_1 =$$

$$= \sqrt{R} T_1 (1 + 0,99) \cdot 0,01$$