

# Олимпиада «Физтех» по физике, (

## Вариант 10-01

Класс 10

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в.

1. Камень бросают с вышки со скоростью  $V_0 = 8$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. В полете камень все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью  $2,5V_0$ .

1) Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.

2) Найти время полета камня.

3) Найти горизонтальное смещение камня за время полета.

Ускорение свободного падения принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха не учитывать.

2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние  $S$  к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно  $m$  и  $M = 5m$ . Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом  $\mu$ .



1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?

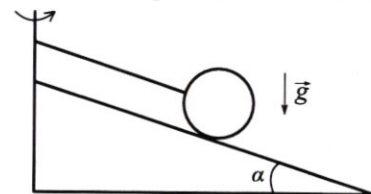
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу  $F$  ( $F > F_0$ ) к канату?

3. Однородный шар массой  $m$  и радиусом  $R$  находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной  $L$ , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.

2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

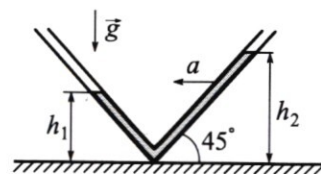


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол  $\alpha = 45^\circ$ . При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах  $h_1 = 8$  см и  $h_2 = 12$  см.

1) Найдите ускорение  $a$  трубки.

2) С какой максимальной скоростью  $V$  будет двигаться жидкость относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет»)?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Действие сил трения пренебрежимо мало.



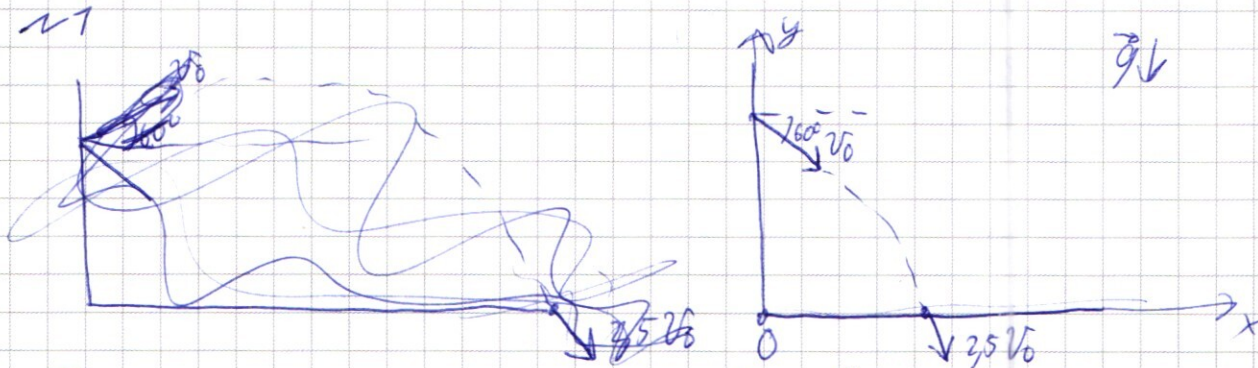
5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре  $95^\circ\text{C}$  и давлении  $P = 8,5 \cdot 10^4$  Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.

2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в  $\gamma = 4,7$  раза. Плотность и молярная масса воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>,  $\mu = 18$  г/моль.



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Пусть  $V_x$  — горизонтальная, а  $V_y$  — вертикальная составляющая скорости ~~тогда~~ в конце. (проекции скорости на  $Ox$  и  $Oy$  соответственно)

Тогда  $V_x = V_0 \cdot \cos 60^\circ$  и  $V_x$  не меняется в течение полёта.

$$\text{Тогда } V_x^2 + V_y^2 = \left(\frac{5}{2} V_0\right)^2$$

$$\frac{V_0^2}{4} + V_y^2 = \frac{25}{4} V_0^2$$

$$V_y^2 = 6 V_0^2$$

$$|V_y| \approx 2,45 \cdot 8 \text{ м/с} = 19,6 \text{ м/с}$$

скорость

$$V_y = -\sqrt{6} V_0, \text{ так как } V_y \text{ направлена вниз}$$

Так как камень всё время приближается к горизонтальной поверхности земли, то в самом начале его движение вниз, а не вверх под углом  $60^\circ$  к горизонту.

Пусть  $V_{y1}$  — начальная проекция скорости на ось  $Oy$ .

$$\text{Тогда } V_y = V_{y1} - gt. \quad V_{y1} = -V_0 \sin 60^\circ.$$

$$-\sqrt{6} V_0 = -V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} - gt$$

$$gt = V_0 \left( \sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

$$t = \frac{V_0 \left( \sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{g} = \frac{V_0 (2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{2g}$$

$$t \approx \frac{8 \cdot (4,9 - 1,7)}{2 \cdot 10} = \frac{8 \cdot 3,2}{20} = \frac{25,6}{20} = 1,28 \text{ (с)}$$

Тогда горизонтальное смещение камня  $L = v_x t$

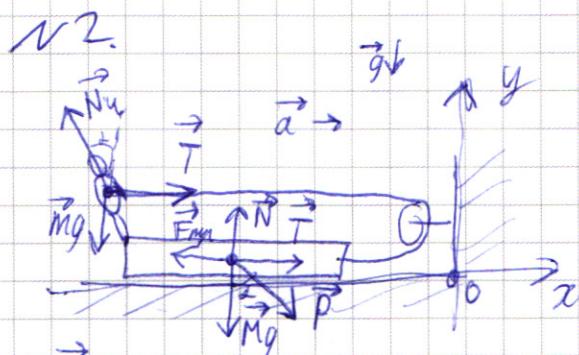
$$L = \cancel{v_0} v_0 \cos 60^\circ t$$

$$L = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,28 = 5,12 \text{ (м)}$$

Ответ: 1) 19,6 м/с

2) 1,28 с

3) 5,12 м



$$\vec{N}_y = -\vec{P} ; |\vec{P}| = |N_y|$$

$\vec{P}$  — сила давления человека на лед

$N_y$  — сила реакции ледя на человека

$\vec{P}_0$  — сила давления ледя с человека на лед

$\vec{F}_0$  — сила, с которой человек тянет веревку

$\vec{N}$  — сила реакции опоры на лед с человеком.

$$\vec{N} = -\vec{P}_0, |\vec{N}| = |\vec{P}_0|$$

$T$  — сила натяжения каната,  $\vec{F}_0 = -\vec{T}, |\vec{F}_0| = |\vec{T}|$

Пусть силы  $\vec{N}$  и  $\vec{P}$  действуют под углом  $\alpha$  к вертикали.

Тогда 2 закон Ньютона для человека:

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

Проекция на ось: OX:  $\{ m a = T - N \cos \alpha$

$$OY: 0 = N \sin \alpha - m g$$

$$\text{Тогда } P \cos \alpha = m g ; P \sin \alpha = T - m a$$

2 закон Ньютона для ледя:

$$\vec{T} + \vec{P} + \vec{N} + \vec{M} \vec{g} + \vec{F}_{тр} = M \vec{a}$$

Проекция на ось: OX:  $M a = T + P \sin \alpha - \mu N$

$$OY: 0 = N - M g - P \cos \alpha$$

$$\text{Тогда } \begin{cases} 5 m a = T + T - m a - \mu N \\ N = M g + m g \end{cases}$$

$$\text{Тогда } |\vec{P}| = |\vec{N}| = 6 m g$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$5ma = 2T - mg - \mu(6mg)$$

$$6ma = 2T - \mu 6mg$$

$$|\vec{F}_0| = |\vec{T}| = \frac{3ma + 3\mu mg}{3ma + 3\mu mg}$$

Поскольку нить невесомая, то  $a=0$ . Тогда

$$|\vec{F}_{\text{нат}}| = 3\mu mg$$

если приложить нить  $F$ , будем иметь:

$$6ma = 2F - \mu 6mg$$

$$a = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

$$a = \frac{F}{3m} - \mu g$$

Тогда движение ~~равномерное~~ с постоянным ускорением:

$$v_k = 0 + at$$

$$S = 0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}}; \quad v_k = \sqrt{2Sa}$$

$$v_k = \sqrt{2S \left( \frac{F}{3m} - \mu g \right)}$$

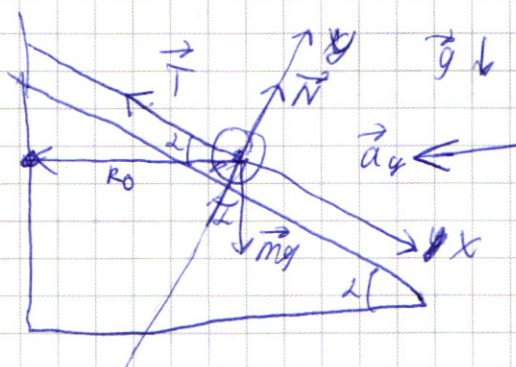
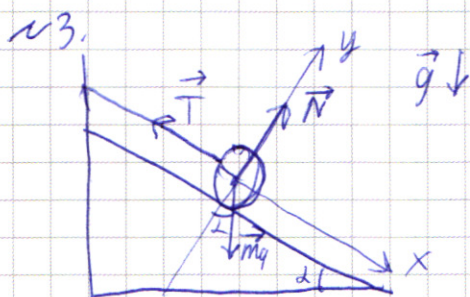
$$v_k = \sqrt{\frac{2SF}{3m} - 2S\mu g}$$

Ответ:

1)  $6mg$

2)  $3\mu mg$

3)  $\sqrt{\frac{2SF}{3m} - 2S\mu g}$



если система покоится;

2 закон Ньютона для шара;  $\vec{T} + \vec{N} + \vec{mg} = 0$

проекция на  $Ox$ ;  $-T + mg \sin \alpha = 0$   
 $T = mg \sin \alpha$

если система вращается;

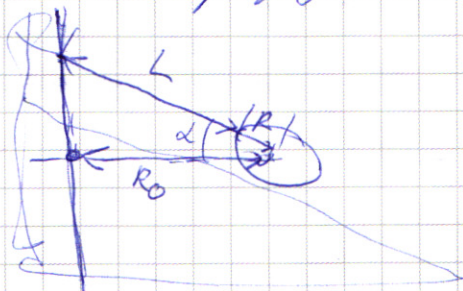
$$\vec{T} + \vec{N} + \vec{mg} = m \vec{a}_y$$

шар вращается вокруг вертикальной оси, проходящей чрез вершину клина, по окружности радиуса  $R_0$ .

$$R_0 = (L + R) \cos \alpha$$

$$a_y = \omega^2 R_0$$

$$a_y = \omega^2 (L + R) \cos \alpha$$



проекция на  $Ox$ ;  $-T + mg \sin \alpha = -m a_y \cos \alpha$

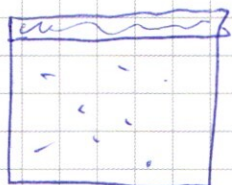
$$T = mg \sin \alpha + m \omega^2 (L + R) \cos^2 \alpha$$

Ответ: 1)  $mg \sin \alpha$

2)  $mg \sin \alpha + m \omega^2 (L + R) \cos^2 \alpha$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



в начале  $m_0$  — масса пара,  $V_0$  — начальный объём.

$$pV_0 = \nu RT$$

$$T = t + 273^\circ\text{K}$$

$$T = 95^\circ\text{C} + 273^\circ\text{K} = 368^\circ\text{K}$$

$$pV_0 = \frac{m_0}{\mu} RT$$

$$m_0 = \frac{pV_0\mu}{RT}$$

Пусть в какой-то момент времени объём <sup>пара</sup>  $V_1$  и сконденсировалась  $\Delta m$  — ~~всё~~ масса воды.

(так как в начале относительная влажность 100%, температура не меняется и пар из сосуда не выходит, ~~то~~ то на протяжении всего опыта относительная влажность останется 100%).

$$\text{Тогда } pV_1 = \frac{m_0 - \Delta m}{\mu} RT$$

$$\frac{p\mu}{RT} = \frac{m_0 - \Delta m}{V_1}$$

$m_0 - \Delta m$  — масса пара,  
 $V_1$  — объём пара, значит,

$\frac{m_0 - \Delta m}{V_1} = \rho_{\text{пара}}$ . Тогда на протяжении всего опыта плотность пара не меняется и остаётся равной

$$\frac{p\mu}{RT} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 368} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{85 \cdot 18}{8,31 \cdot 368} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{1530}{3058,08} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx$$

$$\approx 2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad \rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\text{Тогда } \frac{\rho_{\text{пара}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{2}{1000} = 0,002$$

Пусть  
В момент, когда объём пара уменьшился в  $4,4$  раза, сконденсировалась  $\Delta m_1$  — масса воды.

Плотность воздуха - это  $V_B = \frac{\Delta m_1}{\rho_B}$

Объем газа -  $V_1 = \frac{V_0}{4,4}$

$$p \frac{V_0}{4,4} = \frac{m_0 - \Delta m_1}{\mu} RT$$

$$\frac{pV_0}{4,4} = \frac{\frac{pV_0\mu}{RT} - \Delta m_1}{\mu} RT$$

$$\frac{pV_0\mu}{4,4RT} = \frac{pV_0\mu}{RT} - \Delta m_1$$

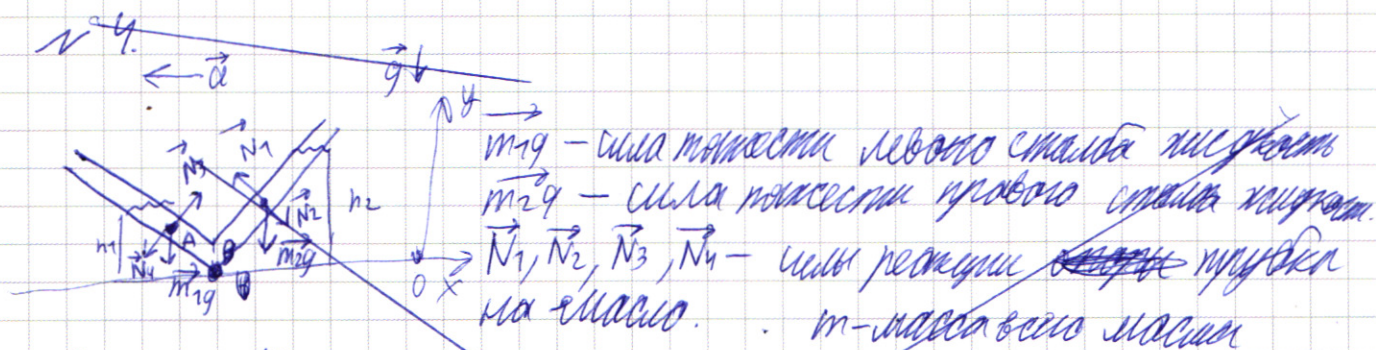
$$\Delta m_1 = \frac{(4,4 - 1) pV_0\mu}{4,4 RT}$$

$$\Delta m_1 = \frac{3,4 pV_0\mu}{4,4 RT}$$

$$\frac{V_1}{V_B} = \frac{V_0 \rho_B}{4,4 \Delta m_1} = \frac{V_0 \rho_B}{4,4 \cdot \frac{3,4 pV_0\mu}{4,4 RT}} = \frac{V_0 \rho_B RT}{3,4 pV_0\mu} = \frac{1}{3,4} \cdot \frac{\rho_B}{\frac{p\mu}{RT}} =$$

$$= \frac{1}{3,4} \cdot \frac{\rho_B}{\rho_{газа}} = \frac{1}{3,4} \cdot \frac{1}{0,002} = \frac{10^4}{74} \approx 135$$

Ответ: 1) 0,002  
2) 135.



2 закон Ньютона для массы:

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{N}_3 + \vec{N}_4 + \vec{m_1g} + \vec{m_2g} = m\vec{a}$$

проекции на OX:  $-N_4 \cos 45^\circ + N_3 \cos 45^\circ - N_1 \cos 45^\circ + N_2 \cos 45^\circ = -ma$

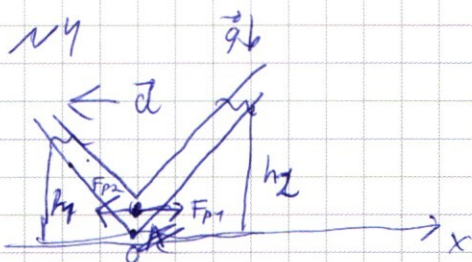
$$ma = (N_1 - N_2) + (N_4 - N_3) \frac{\sqrt{2}}{2}$$

проекции на OY:  $-N_4 \sin 45^\circ + N_3 \sin 45^\circ - N_2 \sin 45^\circ + N_1 \sin 45^\circ - mg = 0$

$$mg = ((N_1 - N_2) - (N_4 - N_3)) \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$m(a+g) = (N_1 - N_2) \sqrt{2}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



силы, создающая ускорение для жидкости.

~~Рассмотрим теперь, как можно изменить условия задачи~~

Это разность давлений левого и правого столба жидкостей.

$$\vec{F} = \vec{F}_{p2} + \vec{F}_{p1}$$

$$F = (p_2 - p_1)S$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{по 2 закону Ньютона.}$$

тогда в проекции на ось  $Ox$ :  $F = ma$

$$(p_2 - p_1) S = m a$$

$$m = \rho S L, \quad L = (h_1 + h_2) \sqrt{2}$$

$$(pgh_2 - pgh_1) S = \cancel{p g (h_1 + h_2) \cdot \cancel{S} \cdot \sqrt{2}}$$

$$(pgh_2 - pgh_1) S = \rho g S (h_1 + h_2) \sqrt{2} a$$

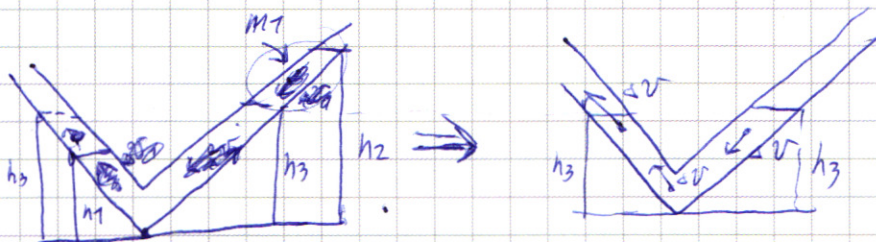
$$g(h_2 - h_1) = (h_1 + h_2) \sqrt{2} a$$

$$a = g \cdot \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$a = 10 \cdot \frac{12 - f}{12 + f} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{4}{20} \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \text{ (m/c}^2\text{)} \cdot a_{2,4}^{\text{m/c}^2}$$

После ~~и~~ начала равноускоренного движения ~~трубка~~<sup>трубка</sup> жидкость начнет увеличивать скорость оттока только тогда, пока её ускорение не станет равным 0, а это наступит в тот момент, когда уровни ~~жидкости~~ масла в обоих столбах сравняются. Так как трубка симметричная, то можно считать, что у нас  $20 \text{ см} \times 5 \text{ см}$  масла, тогда при

установившимся одинакового уровня жидкости в каждой стороне жидкости будет находиться на уровне 70 см.  $h_3 = 70 \text{ см}$ .



Посмотрим на разницу потенциальной энергии в начале и в конце. Получается, ~~то~~ масса  $m_1$  спустилась ~~ниже~~ с уровня  $\frac{h_3+h_2}{2}$  до уровня  $\frac{h_3+h_1}{2}$ .

$$\Delta E_{\text{п}} = -m_1 g \frac{h_3+h_2}{2} + m_1 g \frac{h_3+h_1}{2}$$

$$\Delta E_{\text{п}} = -m_1 g \frac{h_2-h_1}{2}$$

$$\text{Тогда } \Delta E_{\text{к}} = -\Delta E_{\text{п}} = m_1 g \frac{h_2-h_1}{2}$$

Изменение кинетической энергии — это и есть увеличение скорости  $\Delta$  масса относительно трубки. Тогда  $\Delta E_{\text{к}} = \frac{m \Delta v^2}{2}$

$$m = \rho S (h_1+h_2) \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad m_1 = \rho S (h_2-h_3) \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\rho m_1 g \frac{h_2-h_1}{2} = \frac{m \Delta v^2}{2}$$

$$\rho S (h_2-h_3) \frac{\sqrt{2}}{2} g (h_2-h_1) = \rho S (h_1+h_2) \frac{\sqrt{2}}{2} \Delta v^2$$

$$(h_2-h_3)(h_2-h_1)g = (h_1+h_2) \Delta v^2$$

$$\Delta v = \sqrt{\frac{(h_2-h_3)(h_2-h_1)g}{h_1+h_2}}$$

$$\Delta v = \sqrt{\frac{(0,72-0,70)(0,72-0,08) \cdot 10}{0,08+0,72}} = \sqrt{\frac{0,02 \cdot 0,04 \cdot 10}{0,2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,2 \cdot 0,04}{0,2}} = \sqrt{0,04} = 0,2 \text{ м/с}$$

Так как после этого ~~закончилась~~ сила, придающая ускорение жидкости, будет действовать в другом направлении, то  $\Delta v$  — это максимальная скорость  $\Delta$  масса относительно трубки.

Ответ: 1) 1,4 м/с<sup>2</sup>

2) 0,2 м/с

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\left(\frac{5}{2}\right)^2 v_0^2 = (v_0 \cos 60^\circ)^2 + (v_0 \sin 60^\circ - gt)^2$$

$$\frac{25}{4} v_0^2 = \frac{v_0^2}{4} + \frac{3}{4} v_0^2 + g^2 t^2 - 2 v_0 \sin 60^\circ g t$$

$$\frac{21}{4} v_0^2 = g^2 t^2 - 2 v_0 \sqrt{3} g t$$

$$g^2 t^2 - 2 v_0 \sqrt{3} g t - \frac{21}{4} v_0^2 = 0$$

$$D = v_0^2 \cdot 3 g^2 + 4 \cdot \frac{21}{4} v_0^2 \cdot g^2 = 3 v_0^2 g^2 + 21 v_0^2 g^2$$

$$\sqrt{D} = v_0 g \sqrt{24} = 2 v_0 g \sqrt{6}$$

$$t = \frac{v_0 \sqrt{3} g \pm 2 v_0 g \sqrt{6}}{2 g^2} = \frac{v_0 (\sqrt{3} \pm 2\sqrt{6})}{2 g}$$

$$\text{так } t > 0$$

$$L = v_0 \cos 60^\circ t = \frac{v_0^2 (\sqrt{3} + 2\sqrt{6})}{4 g}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,45 \\ 19,60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 7,12 \\ 5,12 \end{array}$$

$$3,2 \times 24 = 76,8$$

$$\begin{array}{r} 6,4 \times 5 \\ 32,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,45 \\ 12,25 \\ 49,00 \\ \hline 6,0025 \end{array}$$

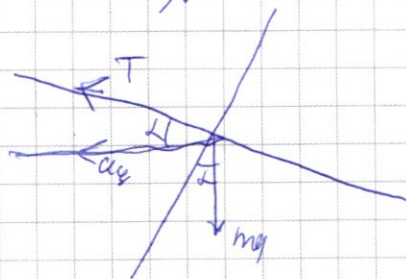
$$\begin{array}{r} \times 2,45 \\ 2,45 \\ 49,00 \\ \hline 6,0025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,45 \\ 2,45 \\ 49,00 \\ \hline 6,0025 \end{array}$$

$$3,45 \times \sqrt{6}$$

$$2\sqrt{6} \approx 4,9$$

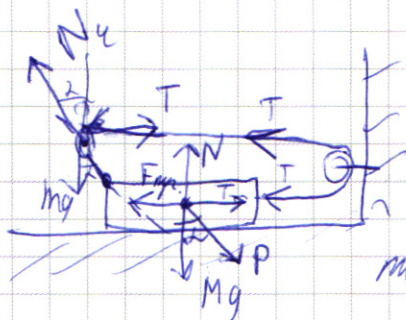
$$\sqrt{3} \approx 1,73$$



$$m a_y \cos \alpha = T - m g \sin \alpha$$

$$m \omega^2 R \cos \alpha = T - m g \sin \alpha$$

$$m \omega^2 (L + R) \cos^2 \alpha + m g \sin \alpha = T$$



$$\vec{N}_4 = -\vec{P}$$

масса

$$\begin{cases} N = Mg + P \cos \alpha \\ -\mu N + T + P \sin \alpha = 0 \end{cases} \text{ Выходим из 2го}$$

~~$\mu Mg$~~   ~~$\mu P \cos \alpha$~~

на членовка:

$$\begin{aligned} N \cos \alpha &= Mg \\ N \sin \alpha &= T \end{aligned} \rightarrow \begin{cases} P \cos \alpha = Mg \\ P \sin \alpha = T \end{cases} \rightarrow \begin{cases} N = Mg + mg \\ -\mu N + T + T = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N = 6mg \\ -\mu 6mg + 2T = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} T &= F_{\text{упр}} \\ 2F &= 6\mu mg \\ F &= 3\mu mg \end{aligned}$$

если пружиним  $F > F_0$ , то

$$T < F$$

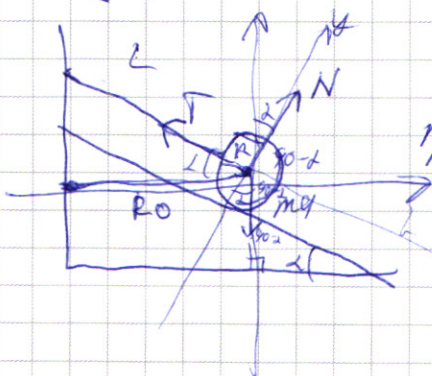
$$\text{б. } -\mu 6mg + 2F = Ma$$

$$a = \frac{2F - 6\mu mg}{5m}$$

$$v = 0 + at$$

$$s = 0t + \frac{at^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{2s}{a}} = t \quad v = a\sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{2sa}$$



нм наклон:

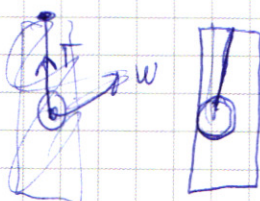
$$\begin{aligned} T &= mg \sin \alpha \\ N &= mg \cos \alpha \end{aligned}$$

нм горизонт:

масса

$$a_y = \omega^2 R_0$$

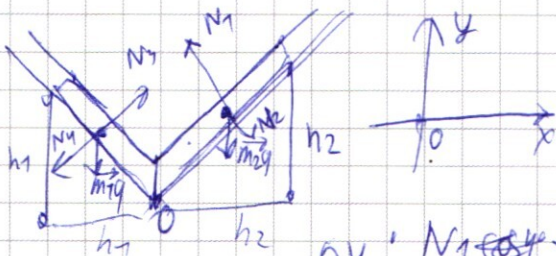
$$R_0 = (L+R) \cdot \cos \alpha$$



~~масса~~

$$\begin{aligned} T \cos \alpha - N \sin \alpha &= m \omega^2 (L+R) \cos \alpha \\ T \sin \alpha + N \cos \alpha &= mg \end{aligned}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Oy: N_1 \frac{\sqrt{2}}{2} + N_3 \frac{\sqrt{2}}{2} - N_4 \frac{\sqrt{2}}{2} - N_2 \frac{\sqrt{2}}{2} - (m_1 + m_2)g = 0$$

$$(N_1 - N_2) - (N_4 - N_3) \frac{\sqrt{2}}{2} = mg$$

$$Ox: N_4 \frac{\sqrt{2}}{2} - N_3 \frac{\sqrt{2}}{2} + N_1 \frac{\sqrt{2}}{2} - N_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = ma$$

$$(N_1 - N_2) + (N_4 - N_3) \frac{\sqrt{2}}{2} = ma$$

Вращат:

$$m_1 g \frac{h_1}{2} + \frac{h_1}{2} \sqrt{2} N_4 - N_3 \frac{h_1}{2} \sqrt{2} + N_1 \frac{h_2}{2} \sqrt{2} -$$

$$- N_2 \frac{h_2}{2} \sqrt{2} - m_2 g \frac{h_2}{2} = 0.$$

$$\frac{m_1 g h_1 - m_2 g h_2}{2} + (N_1 - N_2) \frac{\sqrt{2}}{2} h_2 + (N_4 - N_3) \frac{\sqrt{2}}{2} h_1 = 0$$

$$ma + \frac{m_1 g h_1 - m_2 g h_2}{2} = 0$$

$$(N_1 - N_2) \frac{\sqrt{2}}{2} = x$$

$$p(S h_1 + S h_2) a + \frac{p S g (h_1^2 - h_2^2)}{2} = 0 \quad (N_4 - N_3) \frac{\sqrt{2}}{2} = y$$

$$(h_1 + h_2) a + \frac{p S g (h_1^2 - h_2^2)}{2} + x h_2 + y h_1 = 0$$

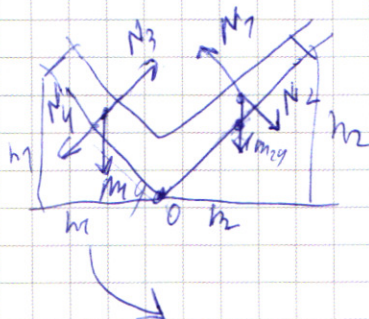
$$x - y = p S g (h_1 + h_2)$$

$$\frac{(x - y)(h_1 - h_2)}{2} + x h_2 + y h_1 = 0$$

$$x + y = p S (h_1 + h_2) a$$

$$x h_1 - x h_2 - y h_1 + y h_2 + p x h_2 + p y h_1 = 0$$

$$x(h_1 + h_2) + y(h_2 + h_1) = 0$$



$$m = m_1 + m_2$$

$$m = \frac{h_1}{h_1 + h_2} m$$

$$m_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} m$$

$$N_1 - N_2 = X, \quad N_4 - N_3 = Y$$

$$(N_1 - N_2) + (N_3 - N_4) \frac{\sqrt{2}}{2} = mg$$

$$(X - Y) \frac{\sqrt{2}}{2} = mg$$

$$(N_4 - N_3) + (N_1 - N_2) \frac{\sqrt{2}}{2} = ma$$

$$(X + Y) \frac{\sqrt{2}}{2} = ma$$

$$\text{отм. 0: } (N_4 - N_3) \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{h_1}{2} \sqrt{2} + \frac{h_1}{h_1 + h_2} mg \frac{h_1}{2} + (N_1 - N_2) \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{h_2}{2} \sqrt{2} - \frac{h_2}{h_1 + h_2} mg \frac{h_2}{2}$$

$$\frac{Y h_1}{2} + \frac{h_1^2 mg}{2(h_1 + h_2)} - \frac{h_2^2 mg}{2(h_1 + h_2)} + X \frac{h_2}{2} = 0$$

$$\frac{Y h_1}{2} + \frac{X h_2}{2} = \frac{mg(h_2^2 - h_1^2)}{2(h_1 + h_2)}$$

$$Y h_1 + X h_2 = mg \frac{(h_2 + h_1)(h_2 - h_1)}{h_1 + h_2}$$

$$Y h_1 + X h_2 = mg(h_2 - h_1)$$

$$Y h_1 + X h_2 = (X - Y) \frac{\sqrt{2}}{2} (h_2 - h_1)$$

$$Y h_1 + X h_2 = X \frac{\sqrt{2}}{2} h_2 - X h_1 \frac{\sqrt{2}}{2} - Y h_2 \frac{\sqrt{2}}{2} + Y h_1 \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$Y(h_1 + h_2 \frac{\sqrt{2}}{2} - h_1 \frac{\sqrt{2}}{2}) = X(\frac{\sqrt{2}}{2} h_2 - h_2 - h_1 \frac{\sqrt{2}}{2})$$

$$Y(8 + 6\sqrt{2} + 4\sqrt{2}) = X(6\sqrt{2} - 6 - 4\sqrt{2})$$

$$Y(8 + 10\sqrt{2}) = X(2\sqrt{2} - 6)$$

$$X = Y \frac{8 + 10\sqrt{2}}{2\sqrt{2} - 6} = Y \frac{(8 + 10\sqrt{2})(2\sqrt{2} + 6)}{4 \cdot 2 - 36}$$

$$= -Y \frac{16\sqrt{2} + 20 \cdot 2 + 48 + 60\sqrt{2}}{28} = -Y \frac{88 + 76\sqrt{2}}{28} = -Y \frac{22 + 19\sqrt{2}}{7}$$

$$mg = (X - Y) \frac{\sqrt{2}}{2} = (-Y \frac{22 + 19\sqrt{2}}{7} - Y) \frac{\sqrt{2}}{2} = -Y \frac{(29 + 19\sqrt{2}) \sqrt{2}}{2}$$

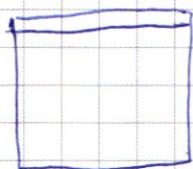
$$ma = (X + Y) \frac{\sqrt{2}}{2} = (-Y \frac{22 + 19\sqrt{2}}{7} + Y) \frac{\sqrt{2}}{2} = -Y \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{(15 + 19\sqrt{2})}{7}$$

$$\frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{-Y \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{(15 + 19\sqrt{2})}{7}}{-Y \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{(29 + 19\sqrt{2})}{2}} = \frac{15 + 19\sqrt{2}}{29 + 19\sqrt{2}} = \frac{(15 + 19\sqrt{2})(29 - 19\sqrt{2})}{841 - 722} = \frac{435 + 74 \cdot 19\sqrt{2} - 722}{119}$$

$$= \frac{-287 + 266\sqrt{2}}{119}$$

|             |             |
|-------------|-------------|
| $\times 29$ | $\times 19$ |
| 267         | 361         |
| 58          | 19          |
| 891         | 361         |
| 722         | 2           |
| 119         | 222         |
|             | 435         |
|             | 2928        |
|             | 145         |
|             | 29          |
|             | 435         |
|             | 722         |
|             | 119         |
|             | 266         |

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



100% масса испарилась

$$T = 95^\circ\text{C} \quad T = 95^\circ\text{C} + 273\text{K} = 368^\circ\text{K}$$

$$R = 8,31$$

$$\nu = \frac{m}{\mu}$$

$\Delta m$  - сконденсировалось.

$$m = m_0 - \Delta m$$

$$pV_0 = \nu RT$$

$$pV_0 = \frac{m_0}{\mu} RT$$

$$\cancel{pV_0} = \frac{m}{\mu}$$

$$\frac{m_0}{V_0} = \frac{p\mu}{RT}$$

$$m_0 = \frac{pV_0\mu}{RT}$$

$$pV_1 = \frac{m_0 - \Delta m}{\mu} RT$$

$$\frac{p\mu}{RT} = \frac{m_0 - \Delta m}{V_1} = p_{\text{нагр}} = \text{const}$$

$$\frac{p_{\text{нагр}}}{p_0} = \frac{p\mu}{RTp}$$

$$pV_0 \frac{V_0}{\gamma} = \frac{m_0 - \Delta m_1}{\mu} RT$$

$$\frac{V_0}{\gamma} = \frac{(m_0 - \Delta m_1) RT}{p\mu}$$

$$V_0 = \frac{m_0}{p_0} = \frac{\Delta m_1}{p}$$

$$\gamma = \frac{V_0}{\gamma V_0} = \frac{(m_0 - \Delta m_1) p RT}{\Delta m_1 p \mu}$$

$$\begin{array}{r} 368 \\ \times 8,31 \\ \hline 368 \\ 7104 \\ 2994 \\ \hline 3058,08 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ \times 78 \\ \hline 580 \\ 85 \\ \hline 7530 \end{array}$$

$$\frac{pV_0}{\gamma} = \frac{pV_0\mu}{RT} - \frac{\Delta m_1}{\mu} RT$$

$$\frac{pV_0}{\gamma} = pV_0 - \frac{\Delta m_1 RT}{\mu}$$

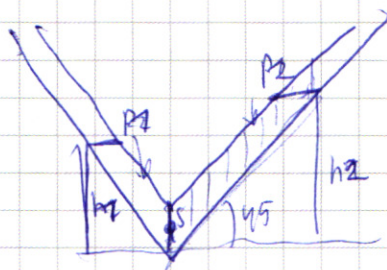
$$\frac{\Delta m_1 RT}{\mu} = \frac{pV_0(\gamma - 1)}{\gamma}$$

$$\Delta m_1 = \frac{pV_0 \cdot 34 \mu}{\gamma RT}$$

$$X = \frac{V_0}{\gamma V_0} = \left( \frac{\frac{\gamma p V_0 \mu}{\gamma RT} - \frac{p \cdot 34 \cdot p V_0 \mu}{\gamma RT} \right) \frac{p RT}{p \mu}$$

$$X = \frac{44 - 34}{34} \frac{p RT}{p \mu}$$

$$\begin{array}{r} 70000 \quad 144 \\ 49 \overline{) 70000} \\ \underline{260} \\ 222 \\ \underline{380} \\ 340 \\ \underline{400} \\ 44 \\ \underline{26} \end{array}$$



$$N_1 h_2 \frac{\sqrt{2}}{2} - N_2 h_1 \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{h_2}{h_1 + h_2} m g \frac{(h_2 + h_1)}{2} = 0$$

$$(N_1 - N_2) \frac{\sqrt{2}}{2} = m g$$

$$(N_1 - N_2) \sqrt{2} = m g$$

$$70 \frac{(12-8)}{20 \cdot \sqrt{2}} = a$$

$$\frac{40}{20\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \approx 1.4$$

1,

$$S(p_2 - p_1) = F$$

$$F = ma$$

$$m = \rho V = \rho L S$$

$$\rho g h_2 - \rho g h_1 = \rho L S a$$

$$g(h_2 - h_1) = L a$$

$$L = (h_2 + h_1) \cdot \sqrt{2}$$

$$\frac{g(h_2 - h_1)}{(h_2 + h_1) \sqrt{2}} = a$$

Вопрос: насколько → круче - 45°

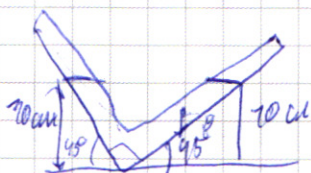
скорость  $v_0 + ?$

пока решить уравнений не получится - увеличит скорость

↓ макс скорость в канале

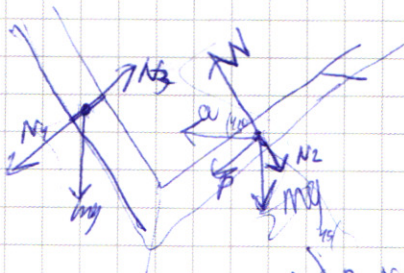
$$A = FL \quad F = m(p_2 - p_1) S \quad g \approx 0$$

$$L = v_0 t$$



$$\rho g h_2 - \rho g h_1 S v_0 t = \frac{m(v_0^2 + \Delta v)^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\rho g(h_2 - h_1) S v_0 t = m \Delta v$$

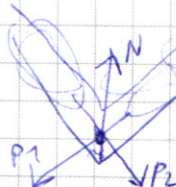
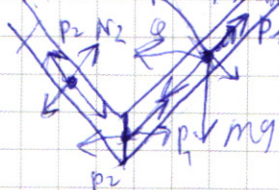


$$N \cos 45^\circ = m a$$

$$N \sin 45^\circ = m g$$

$$\frac{a}{g} = 1$$

$$a = g$$



$$m g \cos 45^\circ - m g \sin 45^\circ =$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

записать сумму моментов сил относительно точки A; решить:

$$N_1 \cdot 0 + N_3 \cdot 0 + m \cdot g \cdot 0 + N_1 \cdot \frac{h_2}{2} \sqrt{2}$$

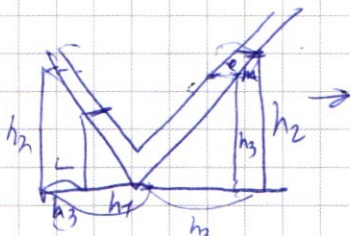
Углом. трубка.

$$F = \left( \frac{p_1 - p_2}{2} \right) S$$

$$L = h_2 - h_1$$

$$h_3 = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$L = h_3 - h_1 = \frac{h_2 - h_1}{2}$$



$$A = F_{\text{средн}} \cdot L = \left( \frac{p_1 - p_2}{2} \right) S \frac{h_2 - h_1}{2} = \frac{\rho g (h_2 - h_1)^2 S}{4}$$

$$\Delta E_k = -m$$

$$\Delta E_n = -m \cdot g \left( \frac{h_3 + h_2}{2} \right) + m \cdot g \left( \frac{h_3 + h_1}{2} \right)$$

$$m \cdot g \left( \frac{h_1 - h_2}{2} \right)$$

$$\text{тогда } \Delta E_k = -\Delta E_n = m \cdot g \left( \frac{h_2 - h_1}{2} \right)$$

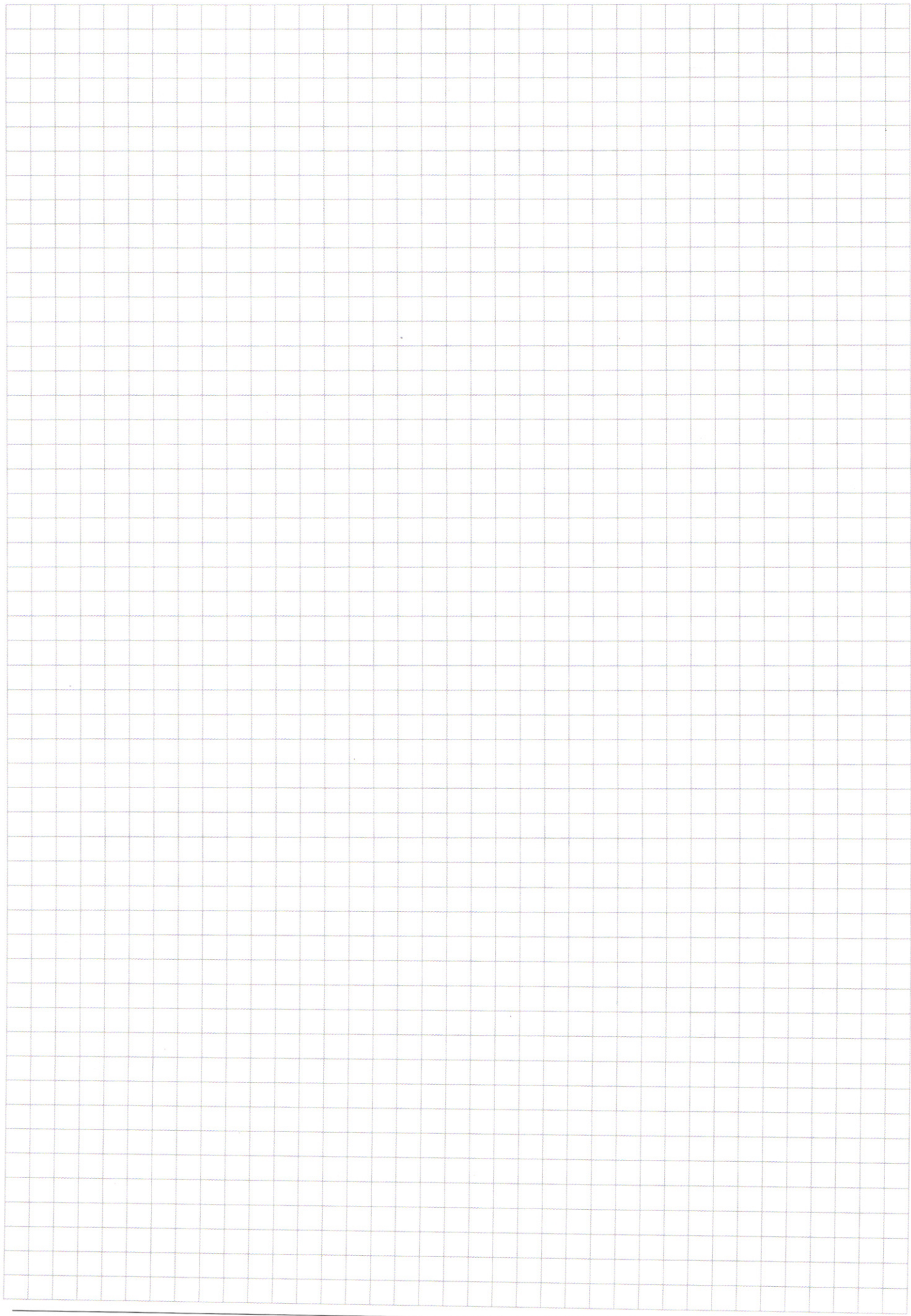
$$\Delta E_k = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \frac{m (v_1 + \Delta v)^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\Delta E_k = \frac{m \Delta v^2}{2} + m v_1 \Delta v$$

$$\frac{\rho S (12 - 10) \cdot (12 - 8)}{2 \cdot 2} = \frac{\rho S (12 + 8)}{2} \left( \frac{\Delta v^2}{2} + v_1 \Delta v \right)$$

$$\frac{2}{5} = \frac{\Delta v^2}{2} + v_1 \Delta v$$

$$\Delta v = \sqrt{\frac{2}{5}} = \frac{\sqrt{10}}{5}$$



☒ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)