

Олимпиада «Физтех» по физике, 10 класс

Вариант 10-01

Класс 10

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

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 $2,5V_0$.

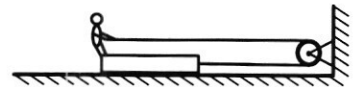
1) Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.

2) Найти время полета камня.

3) Найти горизонтальное смещение камня за время полета.

Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². 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 μ .



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

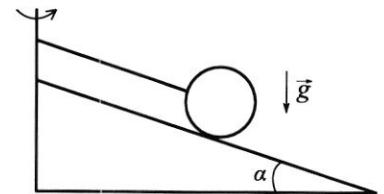
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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 α 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 ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

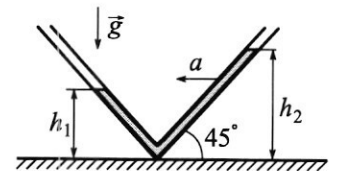


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.

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/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95°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/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2 *Задано:*
 m
 $M = 5m$
 μ

а) F_g - ?
 б) F_0 - ?
 в) v_k - ?

N_1 - Normalna
 N_2 - Normalna
 N_0 - ~~odgovor~~

а) $F_g = 5mg + mg = 6mg$

б) x: $T = F_{fr}$
 y: $N_0 = 6mg$
 $T = \mu \cdot 6mg$
 $F_0 = T$
 $F_0 = \mu \cdot 6mg$

в) x: $Ma = T' - F_{fr}$
 y: $N_0 = 6mg$
 $Ma = T' - \mu 6mg \mid T' = F, \text{ zgd } F \Rightarrow F_0$
 $a = \frac{F - \mu 6mg}{5m}$
 $S = \frac{v_k^2}{2a}$
 $v_k = \sqrt{2aS} = \sqrt{2S(F - \mu 6mg)}$ m/c
 $0.6 \cdot 6 \cdot \sqrt{\frac{2S(F - \mu 6mg)}{5m}}$ m/c
 д) $6\mu mg$
 а) $6mg$

№3

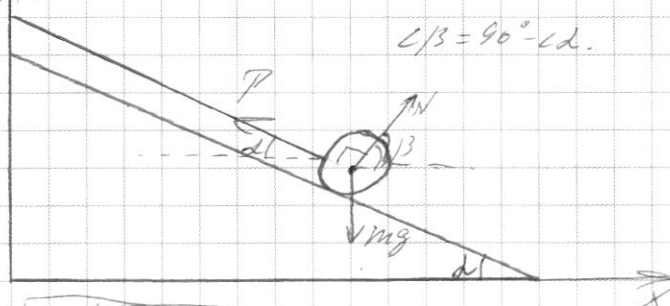
a) n y

Дано.

L
 L
 m, R
 ω

a) T ?

b) T' ?



$$\angle \beta = 90^\circ - \alpha$$

$$x': N \cos \beta = T \cos \alpha$$

$$N \sin \beta = T \sin \alpha \quad (1)$$

$$y: N \sin \beta + T \sin \alpha = mg$$

$$N \cos \alpha + T \sin \alpha = mg$$

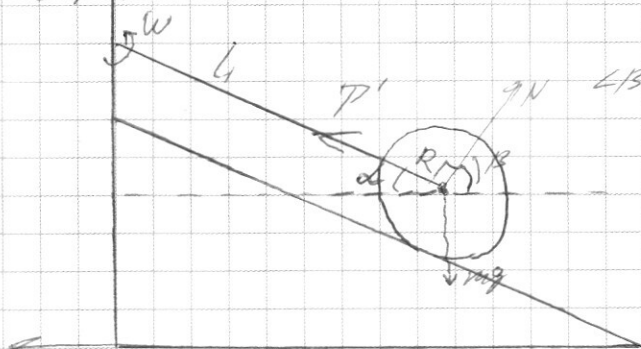
$$\text{из (1)} \quad N = \frac{T \cos \alpha}{\sin \beta}$$

$$\frac{T \cos^2 \alpha}{\sin \beta} + T \sin \alpha = mg$$

$$\frac{T}{\sin \beta} = mg$$

$$T = mg \cdot \sin \alpha$$

b) n y



$$\angle \beta = 90^\circ - \alpha$$

$$x: m a = T' \cos \alpha - N \cos \beta$$

$$m a = T' \cos \alpha - N \sin \beta \quad (3)$$

$$y: T' \sin \alpha + N \cos \alpha = mg$$

$$N = \frac{mg - T' \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

подставим в (3)

$$m a = T' \cos \alpha - \frac{(mg - T' \sin \alpha) \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$m \omega^2 (L+R) \cos \alpha = T' \cos \alpha - mg \cdot \tan \alpha + \frac{T' \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

$$m \omega^2 (L+R) \cos \alpha + mg \cdot \tan \alpha = \frac{T'}{\cos \alpha}$$

$$T' = (m \omega^2 (L+R) \cos \alpha + mg \cdot \tan \alpha) \cdot \cos \alpha$$

$$T' = m \omega^2 (L+R) \cos^2 \alpha + mg \cdot \sin \alpha$$

Ответ: a) $mg \cdot \sin \alpha$

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

$$\alpha = \omega^2 R$$

$$R = L \cdot \cos \alpha + R \cdot \cos \alpha$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(N5)

Дано:

$$P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$T = 368 \text{ К}$$

$$T = \text{const}$$

$$V \downarrow \quad \gamma = 47$$

$$P_6 = 10000 \text{ Па}$$

$$M_6 = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$a) \frac{P_7}{P_6} = ?$$

$$\delta \frac{V_7}{V_6}$$

$$a) \rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$\rho V = \frac{m}{M} R T$$

$$\frac{\rho}{\rho_7} = \frac{R T}{M}$$

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R T}$$

$$\rho_7 = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 368} = \frac{255}{50968} \approx 0,5 \text{ кг/м}^3$$

$$\frac{\rho_7}{\rho_6} = \frac{0,5}{10^3} = \frac{5}{10^4} = 0,0005$$

$$\left\{ \begin{aligned} \rho V &= \frac{m_0}{M} R T \\ \rho V' &= \frac{m'}{M} R T \end{aligned} \right.$$

$$\frac{47}{7} = \frac{m_0}{m'}$$

$$m_0 = 47 m'$$

$$m_6 = m_0 - m'$$

$$m_6 = 37 m'$$

$$P_6 \cdot V_6 = 37 \cdot P_7 \cdot V_7$$

$$\frac{P_6}{P_7} = \frac{37 \cdot V_7}{V_6}$$

$$\frac{10^4}{5} = \frac{37 \cdot V_7}{V_6}$$

$$\frac{V_7}{V_6} = \frac{10^4}{78,5}$$

$$\frac{V_7}{V_6} = 12,7$$

V, m_0 — начальный момент времени

V', m' — конечный

Ответ: а) 0,0005
 $\delta 1540,5$

№1

Дано:

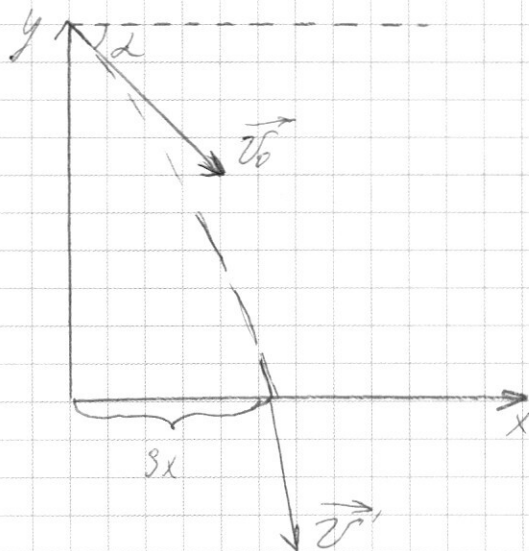
$$V_0 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

V' — скорость
звезда

$$V' = 2,5 V_0$$

$$V' = 2,5 V_0 = 2,5 \cdot 8 = 20 \text{ м/с}$$



а) $V_y' = ?$

б) $t = ?$

в) $S_x = ?$

S_x — расстояние
камень пролетит
по оси x .

а) $V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha = 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ м/с}$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha = 8 \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ м/с}$$

$$V_{0x} = \text{const.}$$

$$V_y' = V_{0y} + g t.$$

$$V_y' = \sqrt{V'^2 - V_{0x}^2} = \sqrt{400 - 16} = \sqrt{384} = 8\sqrt{6} \text{ м/с}$$

б) $V_{0y} + g t = V_y'$

$$4\sqrt{3} + 10t = 8\sqrt{6}$$

$$t = \frac{8\sqrt{6} - 4\sqrt{3}}{10} = \frac{2\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{5} \text{ с}$$

в) $V_x = 4 \text{ м/с} = \text{const}$

$$S_x = V_x \cdot t = \frac{4 \cdot 2\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{5} = \frac{8\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{5} \text{ м}$$

Ответ: а) $8\sqrt{6} \text{ м/с}$

б) $\frac{2\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{5} \text{ с}$

в) $\frac{8\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{5} \text{ м}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(N 4)

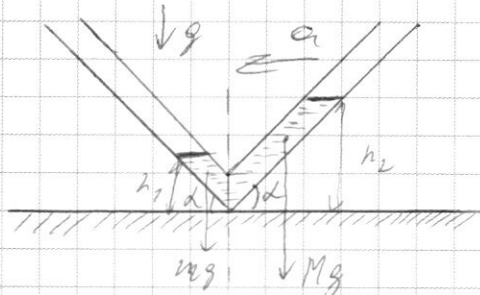
Дано: $\alpha = 45^\circ$

$h_1 = 0,08 \text{ м}$

$h_2 = 0,12 \text{ м}$

а) $a = ?$

б) $v = ?$



m - масса масла слева
 M - масса масла справа

S - площадь
сечения

$$(M + m)a = Mg - mg$$

$$\rho_{\text{мас}} \sin \alpha \cdot S(h_1 + h_2)a = \rho_{\text{мас}} \sin \alpha \cdot S(h_2 - h_1)g$$

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

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

$$a = \frac{0,12 - 0,08}{0,08 + 0,12}g = \frac{0,04}{0,20}g = \frac{1}{5}g$$

$$5a = g$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

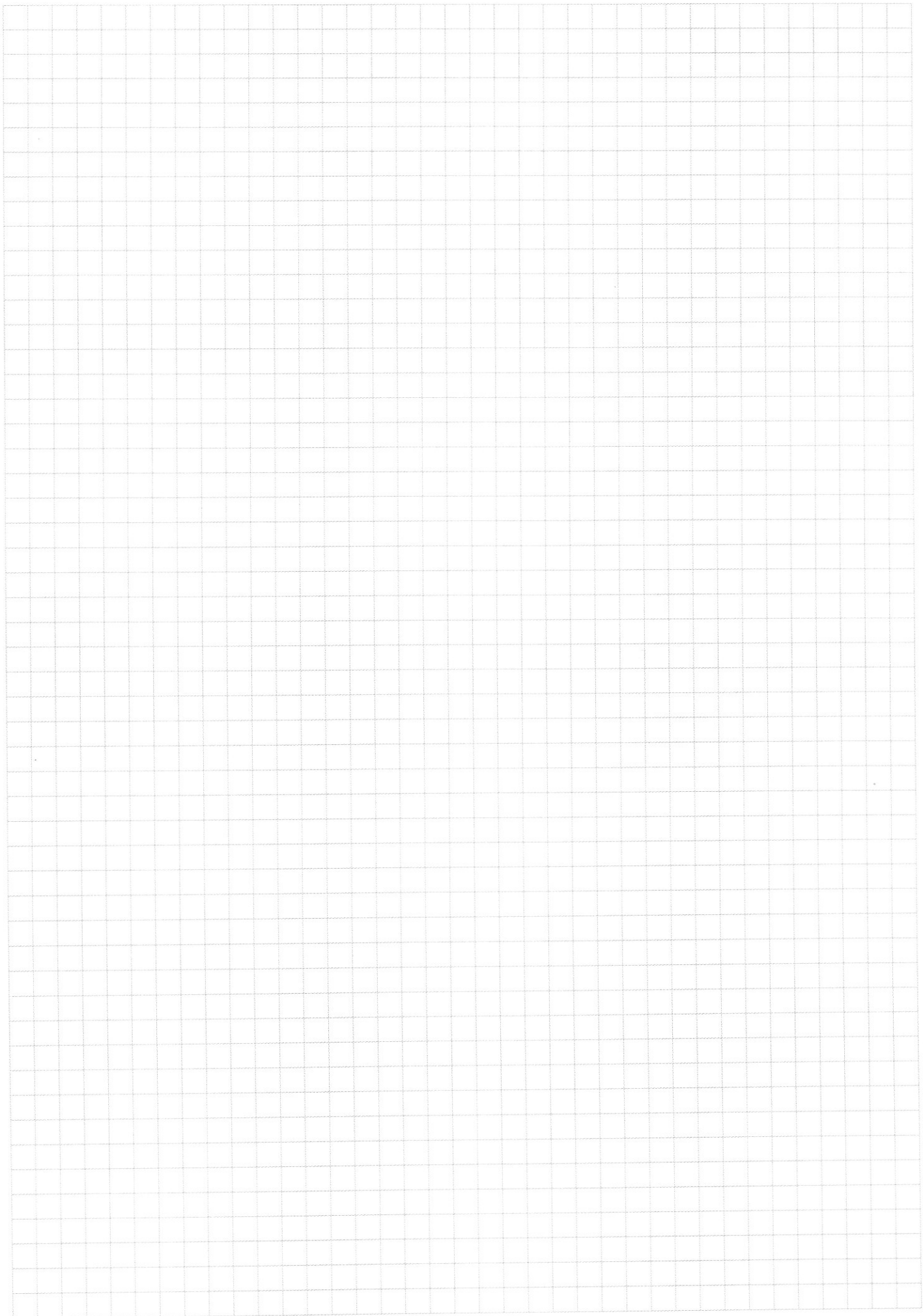
$$h_1 = \rho_{\text{мас}} \cdot S \sin \alpha / \rho_{\text{мас}}$$

$$h_2 = \rho_{\text{мас}} \cdot S \sin \alpha / \rho_{\text{мас}}$$

$$m = \rho_{\text{мас}} h_1 \sin \alpha \cdot S$$

$$M = \rho_{\text{мас}} h_2 \sin \alpha \cdot S$$

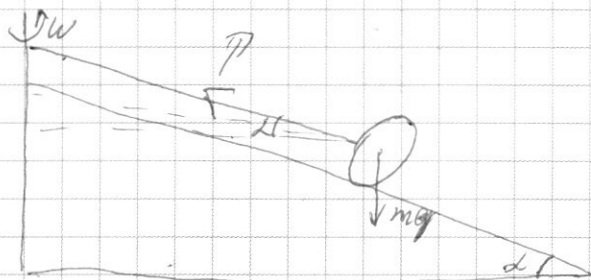
Ответ: а) 2 м/с^2



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{cases} ma = P \cdot \cos \alpha \\ 0 = P \cdot \sin \alpha - mg \\ P \cdot \sin \alpha = mg \end{cases} \quad a = \omega^2 L \cos \alpha$$

$$m \omega^2 L \cdot \cos \alpha = \frac{mg \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\omega^2 L = \frac{g}{\sin \alpha}$$

$$\omega^2 L \cdot \cos \alpha = \frac{g \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$g \cdot \cos \alpha$$

$$P = \frac{mg}{\sin \alpha} = \omega^2 L \cdot m$$

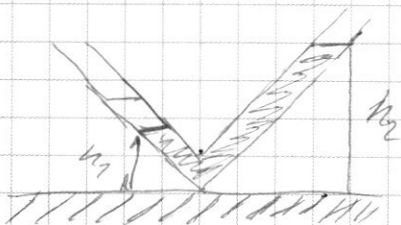
№ 4.

$$h_1 = 0.08$$

$$h_2 = 0.12$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$\omega = ?$



$$ma = \rho g \Delta h$$

$$\rho \cdot V \cdot a = \rho g \Delta h$$

$$a = \frac{g \cdot \Delta h}{V}$$

$$x: N \cos \beta = P \cdot \cos \alpha$$

$$N \cdot \sin \alpha = P \cdot \sin \alpha$$

$$y: N \cdot \cos \alpha + P \cdot \sin \alpha = mg$$

$$N = \frac{P \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$P \cos^2 \alpha + P \cos \alpha = mg$$

$$P = \frac{mg}{(\cos^2 \alpha + \cos \alpha)}$$

$$\begin{cases} mg = P \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha \\ P \sin \alpha + N \cos \alpha = mg \end{cases}$$

$$N = \frac{mg - P \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$mg = P \cos \alpha - \frac{(mg - P \sin \alpha) \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$ma = P \cos \alpha - \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{P \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

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

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{pV - mR T}{pV' - mR T}$$

$$\frac{m}{m'}$$

$$m = 47 \cdot m'$$

$$m_6 = m - m'$$

$$m_6 = 37 \cdot m'$$

$$p_6 \cdot V_6 = 37 \cdot p_7 \cdot V_7$$

$$\frac{p_6}{p_7} = \frac{37 \cdot V_7}{V_6}$$

$$\frac{10^4}{5} = \frac{37 \cdot V_7}{V_6}$$

$$\frac{V_7}{V_6} = \frac{10^4}{185}$$

$$\begin{array}{r} 100000 \overline{) 185} \\ 925 \quad 540,5 \\ \hline 750 \\ 740 \\ \hline 100 \end{array}$$

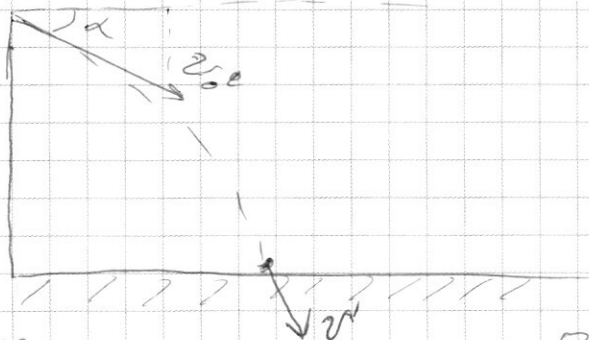
100.

200
100
100

$$\begin{aligned} 100 + 100 &= 200 \\ 200 - 100 &= 100 \\ 100 - 100 &= 0 \end{aligned}$$

№ 1

$V_0 = 8 \text{ м/с}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $V' = 2.5 V_0$



$$\begin{array}{r} 384 \\ 4 \\ \hline 1536 \end{array}$$

$$\frac{64 \cdot 3}{4} = 48 \cdot 3 = 144$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha = 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V' = 20$$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha = 4 \text{ м/с}$$

$$V_{0x} = \text{const}$$

$$V_{0y}' = V_{0y} \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$400 = 16 + 20^2$$

$$V_{0y}' = \sqrt{384}$$

$$\sqrt{384} = 16 \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$10t^2 + 32t - 2\sqrt{384} = 0$$

$$10t^2 + 32t - 2\sqrt{384} = 0$$

$$10t^2 + 32t - 16\sqrt{6} = 0$$

$$5t^2 + 16t - 8\sqrt{6} = 0$$

$$D = 64 + 40\sqrt{6}$$

$$t_{1,2} = \frac{-16 \pm \sqrt{64 + 40\sqrt{6}}}{10}$$

$$t = \frac{-16 + \sqrt{64 + 40\sqrt{6}}}{10}$$

$$t = \frac{-16 + \sqrt{64 + 40\sqrt{6}}}{10}$$

$$t = \frac{-16 + \sqrt{64 + 40\sqrt{6}}}{10}$$

$$V_x = 4 \text{ м/с} \quad S = t \cdot V = \frac{\sqrt{64 + 40\sqrt{6}} - 8}{5} \cdot 4$$

$$384 = 256t^2 + 16gt + \frac{gt^2}{2}$$

$$384 \cdot 4 = 1024t^2 + 160gt + 200t^2$$

$$1024t^2 + 160gt + 200t^2 = 0$$

$$\begin{array}{r} 8\sqrt{27} \\ 16\sqrt{6} \end{array}$$

$$\sqrt{24}$$

$$\begin{array}{r} 384 \\ 104 \\ \hline 16 \end{array}$$

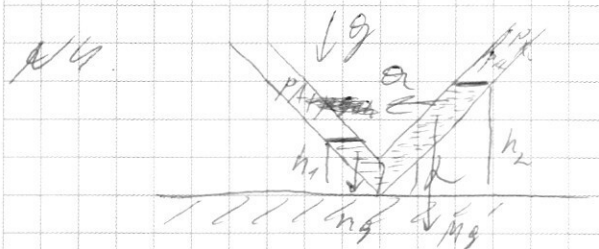
$$\begin{array}{r} 16\sqrt{6} - 4\sqrt{3} = \\ - (16\sqrt{2} - 4)\sqrt{3} \\ 10 \end{array}$$

$$V_x = \frac{(16\sqrt{2} - 4)\sqrt{3} \cdot 4}{10}$$

$$16 \cdot 2.4 - 4$$

$$V_x = 4 \text{ м/с} \quad S = t \cdot V = \frac{\sqrt{64 + 40\sqrt{6}} - 8}{5} \cdot 4$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$(M+m)a = Mg - mg$$

$$(m+M)a = g(M-m)$$

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

$$0,2a = g \cdot 0,04$$

$$\frac{a}{g} = \frac{0,04}{0,2}$$

$$\frac{a}{g} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$$

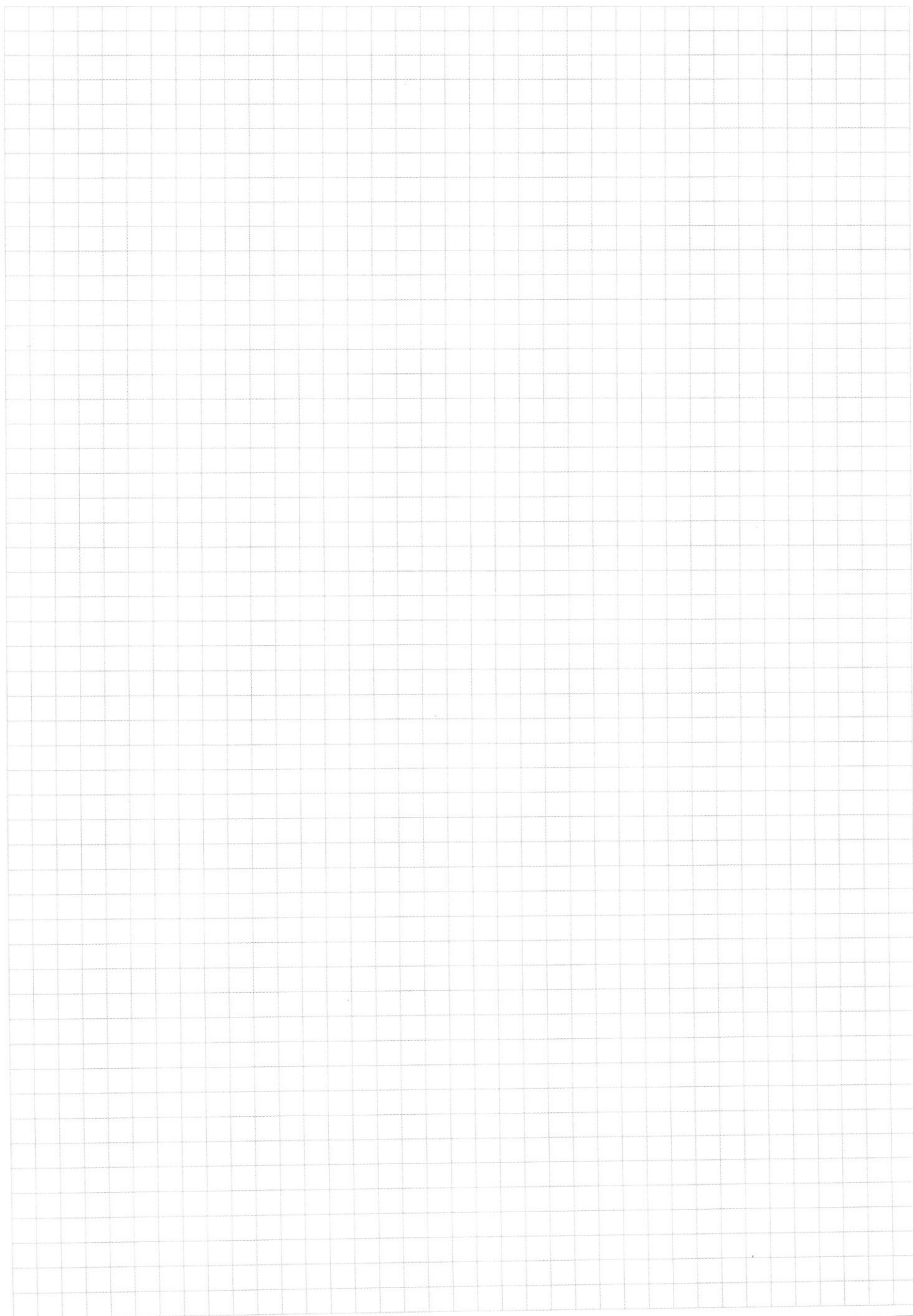
$$\frac{a}{20} = \frac{1}{5}$$

$$a = 24 \text{ м/с}^2$$

$$\Delta m a = \rho g h$$

$$(M+m)a = \rho a h g$$

$$\rho \cdot S (h_2 - h_1) a = \rho \cdot \Delta h \cdot g$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

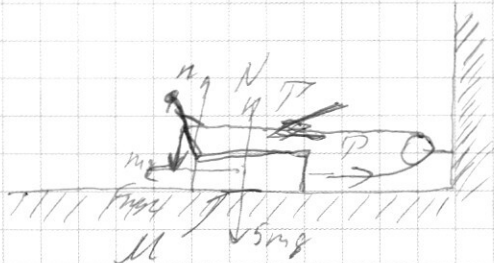
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_0 = 8 \text{ м/с}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $v' = 2,5 v_0$
 $v_0 = 8 \text{ м/с}$

$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha = 4 \text{ м/с}$
 $v_y' = v_{0y} t + \frac{g t^2}{2}$
 $v' = \sqrt{v_x'^2 + v_y'^2}$
 $v_x' = v_0 \cos \alpha = 8 \cdot \sin 60^\circ = 6,928$
 $v' = 2,5 \cdot 8 = 20 \text{ м/с}$
 $400 = \frac{64 \cdot 3}{4} + v_y'^2$
 $400 - 48 = v_y'^2$
 $\sqrt{352} = v_y'$
 $v_y' = \sqrt{400 - 48}$
 $\sqrt{352} = 4 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2}$
 $10 t^2 + 8 t - 2 \sqrt{352} = 0$
 $t_1 = 16 + 20 \text{ с}$

$v_y' = \sqrt{16 \cdot 6,25 + 48 \cdot 6,25}$
 $v_y' = \sqrt{6,25 \cdot 64}$
 $v_y' = \sqrt{6,25 \cdot 4}$
 $v_y' = \sqrt{\frac{25}{3}}$
 $\frac{16 + v_0^2}{2} = (x^2 + 210x^2) \cdot 6,25$
 $16 + 48 = 6,25 x^2 + 48 \cdot 6,25$
 $400 = 352$
 1408
 308

№2.



$$F_g = N + n = mg + 5mg = 6mg$$

$$P = F_{tr}$$

$$F_{tr} = \mu \cdot (N + n) = \mu 6mg$$

$$P = \mu (N + n)$$

$$P = \mu 6mg$$

$$P - F_{tr} = 5ma$$

$$P - 5ma + F_{tr}$$

$$a = \frac{P - F_{tr}}{5m}$$

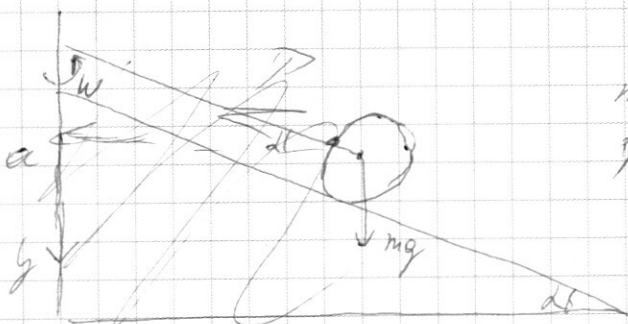
$$a = \frac{P - \mu 6mg}{5m}$$

$$S = \frac{v_k^2}{2a}$$

$$v_k = \sqrt{2Sa}$$

№3

m
R
L



$$mg = T \cdot \sin \alpha$$

$$T = \frac{mg}{\sin \alpha}$$

$$a = \omega^2 L$$

$$\begin{cases} ma = T \cos \alpha \\ T \sin \alpha = mg \end{cases}$$

$$\frac{ma}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\sin \alpha}$$

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

$$P = \frac{m \omega^2 L \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = m \omega^2 L$$

$$\frac{m \omega^2 L \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{T \cos \alpha}{\cos \alpha}$$

$$T = \frac{m \omega^2 L \sin \alpha}{\cos \alpha}$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)