

Олимпиада «Физтех» по физике,

Вариант 10-02

Класс 10

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без 1

✓ 1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. В полете гайка все время приближалась к горизонтальной поверхности Земли и упала на нее со скоростью $2V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.
- 2) Найти время полета гайки.
- 3) С какой высоты была брошена гайка?

Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

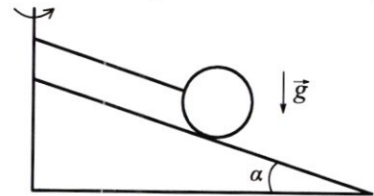
✓ 2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением 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) За какое время 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.

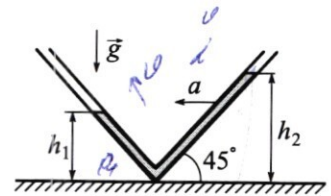
- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



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 с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

- 1) На какой высоте h_2 установится уровень масла в другом колене?
- 2) С какой скоростью V будет двигаться жидкость в трубке относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет») и когда уровни масла будут находиться на одинаковой высоте?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.



✓ 5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ 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 $\gamma = 5,6$ раза. Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 36^\circ$$

$$v_n = 2v_0$$

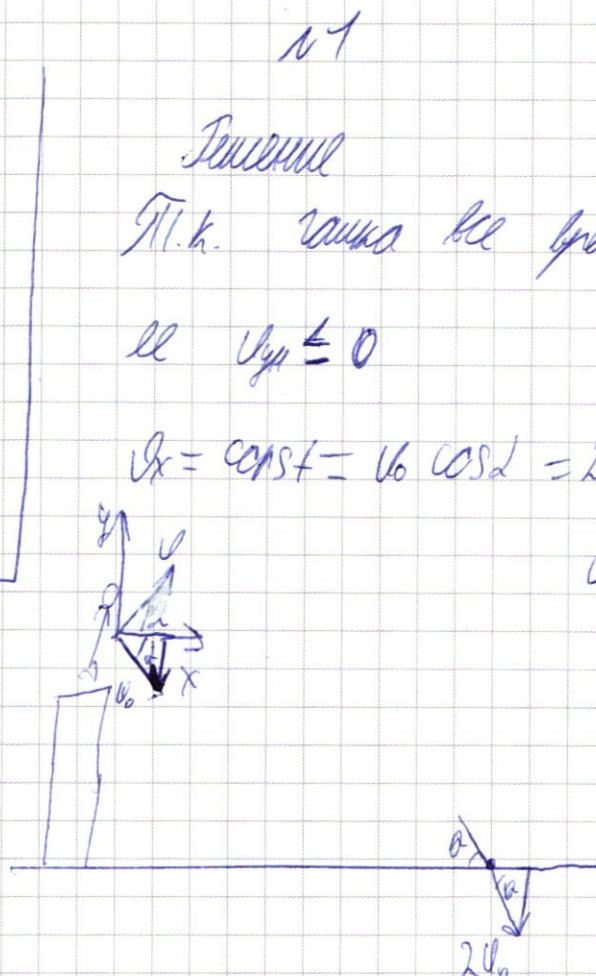
$$\frac{dh}{dt} \neq 0 \text{ при } h \neq 0$$

найти

$$1) v_{yn} = ?$$

$$2) t = ?$$

$$3) h = ?$$



Решение

П.к. точка все время падает, то

$$v_y \leq 0$$

$$v_x = \text{const} = v_0 \cos \alpha = 2 v_0 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\cos \alpha}{1} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$v_{yn} = 2 v_0 \sin \alpha = \frac{2 v_0}{2} = 10 \text{ м/с}$$

$$v_{yn} = v_0 \sin 36^\circ = \frac{v_0}{2} = 5 \text{ м/с}$$

$$\text{П.к. все время падает } gt = v_{yn} + \frac{v_{yn}}{g}$$

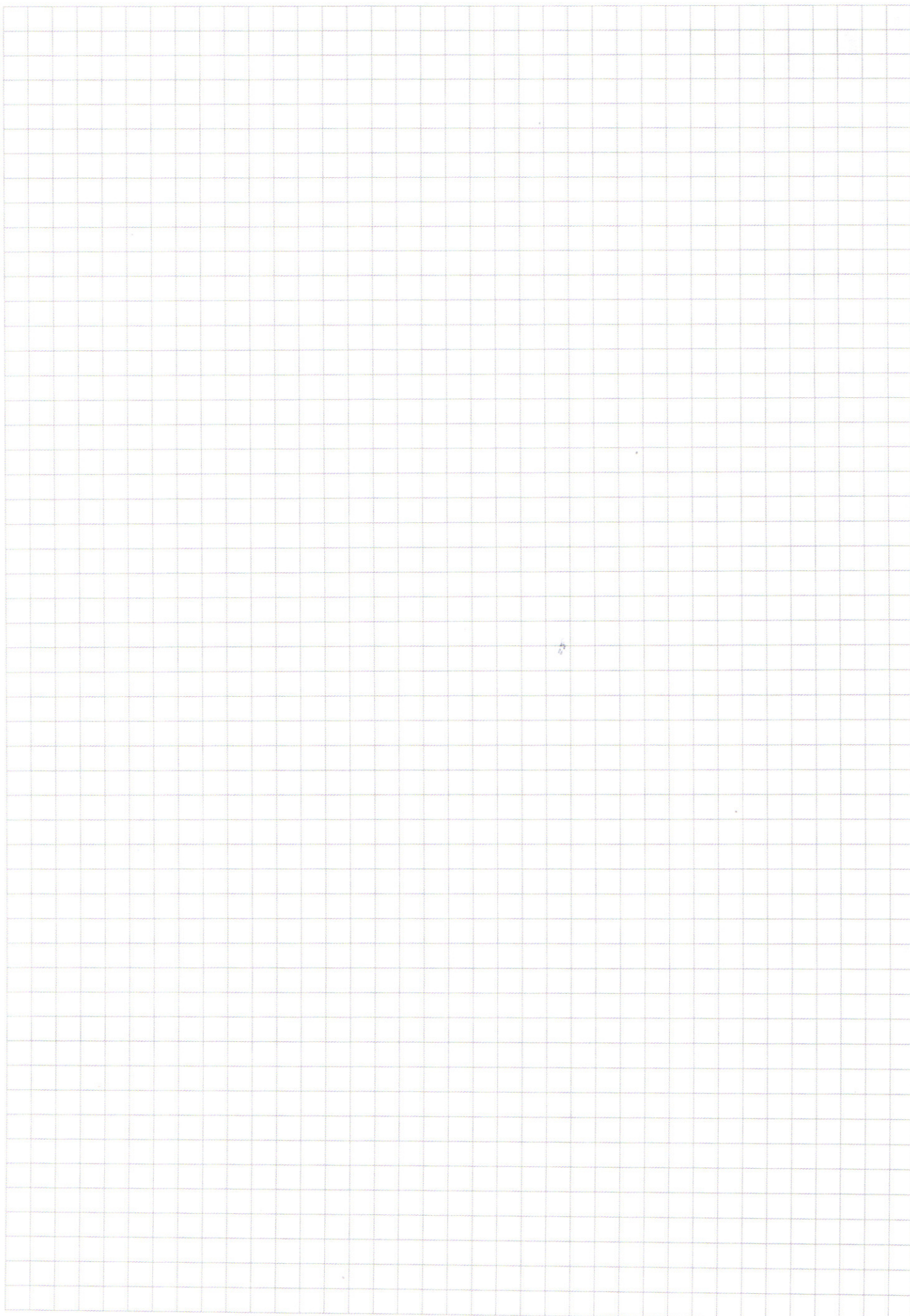
$$+ = \frac{1}{2} C. \quad h = \frac{gt^2}{2} = \frac{5}{4} \text{ м.}$$

$$gt = v_{yn} - v_{yn} = 10 \text{ м/с}$$

$$t = 1.3 \text{ с.}$$

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{4mv^2}{2} \Rightarrow h = \frac{3v_0^2}{2g} = 15 \text{ м.}$$

Ответ: $v_{yn} = 10 \text{ м/с}; t = 1.3 \text{ с}; h = 15 \text{ м.}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$S; m; \mu$$

$$M = 2m$$

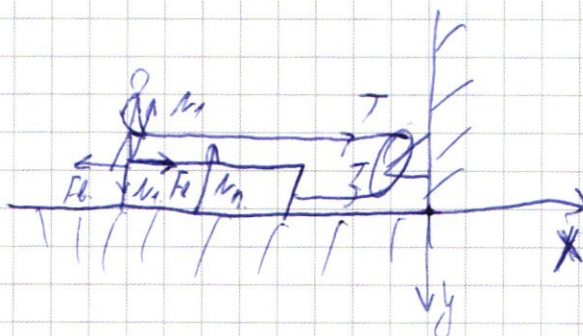
1) $N_1 = ?$

2) $F_0 = ?$

3) $t = ?$

$F > F_0$

Решение:



1) $ma_{y1} = mg - N_1 = 0$

2) $Ma_{y2} = Mg + N_1 - N_2 = 0$

3) $ma_{x1} = T - F_0$

4) $Ma_{x2} = T - F_{тр} + F_0$

F_0 - человек
опирается
на шкив.

$a_{x1} = a_{x2}$ $F_0 = F$ и $mg = N_1$ и My ②

$N_2 = Mg + N_1 = (m+M)g = 3mg$

при F_0 $a_{x1} = 0$; $F_0 = F_0$ $2F_0 = F_{тр}$

$F_0 = \frac{3mg\mu}{2}$ и $(m+M)a = 2T - F_{тр}$

$a = \frac{2F - 3mg\mu}{3m} = \frac{2F}{3m} - g\mu$

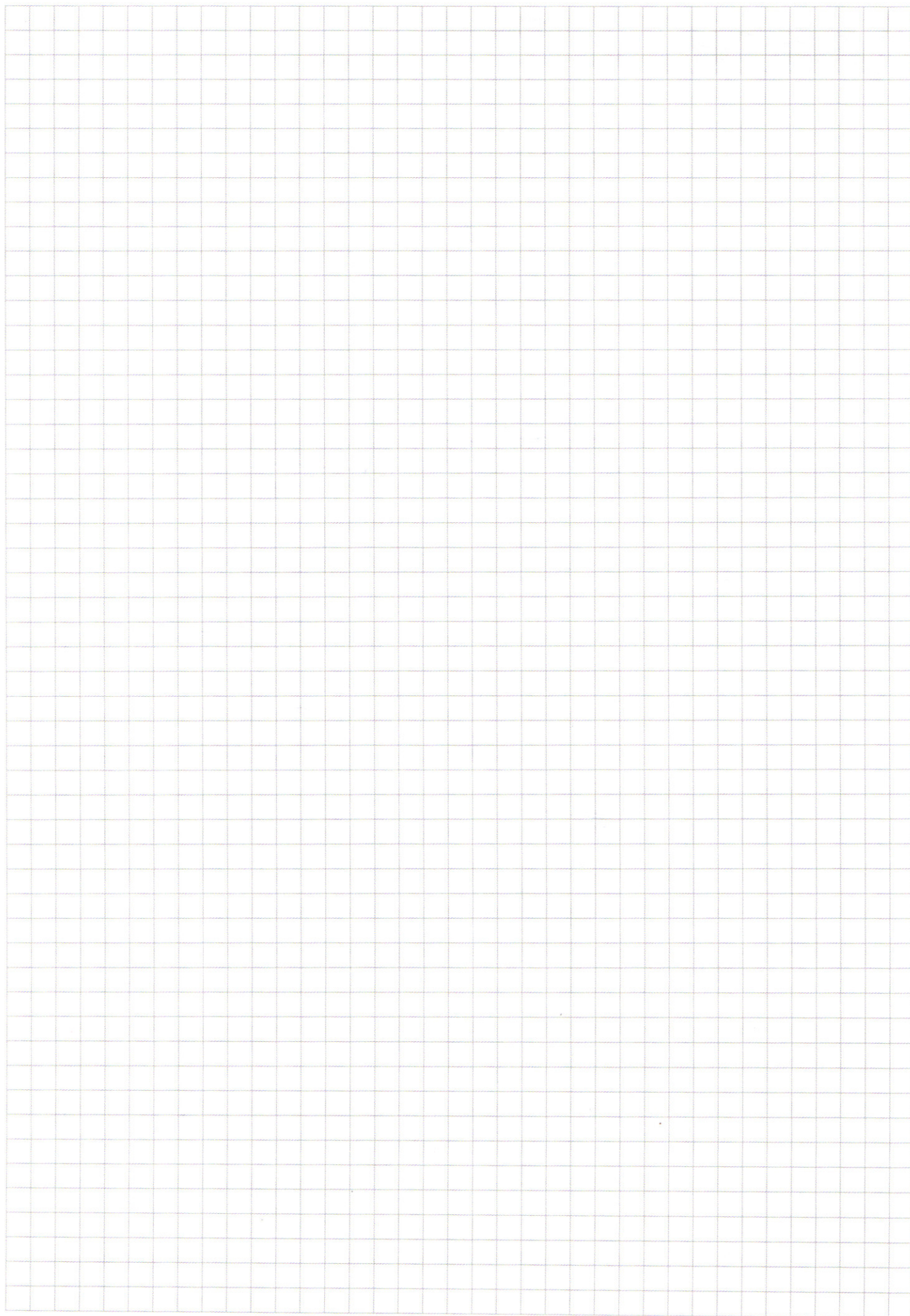
$S = \frac{at^2}{2}$

$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3mg\mu}}$

Омлет $N_1 = 3mg$

$F_0 = \frac{3}{2} mg\mu$

$t = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3mg\mu}}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$L; R; m; \alpha$

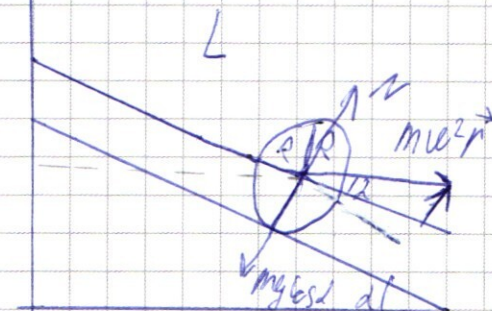
1) $N_1 = ?$

2) $N_2 = ?$

ω

ω

2)



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

по млеп 0 з.м:

$$N_2 = mg \cos \alpha - m \omega^2 r \sin \alpha$$

$$N_2 = m \cos \alpha (g - \omega^2 (L+R) \sin \alpha)$$

Ответ: $N_1 = mg \cos \alpha$; $N_2 = m \cos \alpha (g - \omega^2 (L+R) \sin \alpha)$

№5

Дано:

$$t = 24^{\circ}\text{C}$$

$$\rho = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$$

$$\mu = 1821 \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$\gamma = 5,6 \text{ н.к.}$$

$$\frac{V_0}{V_k} = \gamma$$

$$1) \frac{p_1}{p_2} = ?$$

$$2) \frac{V_1'}{V_2'} = ?$$

Решение:

$$T = \text{const}; \quad \rho = \text{const} \quad \text{м.к.} \quad \text{или} \quad \text{кас.}$$

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

$$\frac{m}{V} = \frac{\rho \mu}{RT} = \rho = \text{const}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\rho \mu}{RT \rho_2} = 2,56 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{m_0}{V_0} = \frac{m_k}{V_k}$$

$$m_0 = \gamma m_k$$

$$m_0 = (m_0 - m_k) = (\gamma - 1) m_k$$

$$\frac{m_k}{m_0} = \frac{p_1 V_1'}{p_2 V_2'} \Rightarrow \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{p_2}{p_1 (\gamma - 1)} \approx$$

$$\approx 8491,8$$

$$\text{Ответ: } \frac{p_1}{p_2} = 2,56 \cdot 10^{-5}; \quad \frac{V_1'}{V_2'} = 8491,8$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$h_1 = 10 \text{ см}$$

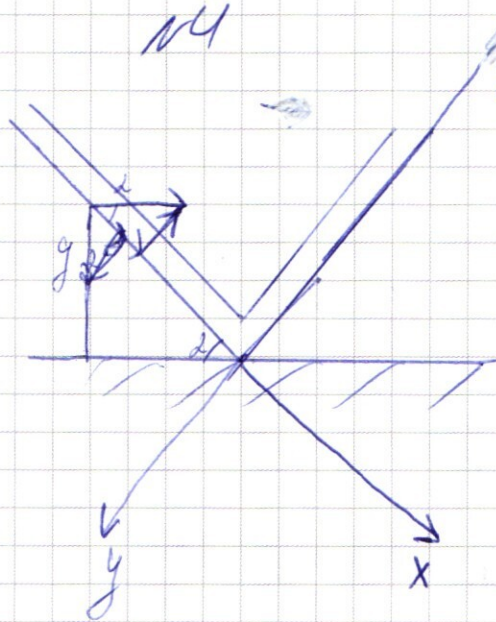
$$a = 4 \text{ м/с}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$h_2 = ?$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$



а) Треугольник
в прямоугольную
систему:

$$a_x = g \sin \alpha + a \cos \alpha$$

$$a_y = g \cos \alpha - a \sin \alpha$$

из аналогии с $\rho = g h$ найдем

$$\rho_1 = \rho a_x h_1 = \rho a_y h_2$$

$$h_2 = \frac{a_x}{a_y} h_1 = \frac{g \sin \alpha + a}{g \cos \alpha - a} h_1 =$$

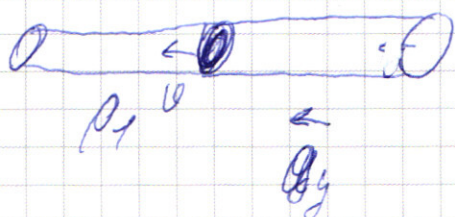
$$= \frac{70}{3} \text{ см} \approx 23.3 \text{ см}$$

Рассмотрим случай $a = 0$

$$\frac{g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = g \sin \alpha = g \cos \alpha \text{ так как } \alpha = 45^\circ$$

$$a_x = a_y$$

Задача 1



$$\frac{\rho v^2}{2} + p_1 = \rho g h_2 = \frac{\rho v^2}{2} + \rho g h_1$$

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

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

$$v \approx 1.88 \text{ м/с}$$

Решение

$$\frac{m g h_1}{\sqrt{2}} + \frac{m g h_2}{\sqrt{2}} = \frac{2 m g h}{\sqrt{2}} + \frac{2 m v^2}{2}$$

$$h = \frac{h_2 - h_1}{2}$$

$$v^2 = \frac{g}{\sqrt{2}} (h_2 + h_1 - h) = \frac{g}{\sqrt{2}} (h_2 + h_1 - \frac{h_2 - h_1}{2}) = \frac{g h_1}{\sqrt{2}}$$



$$v_2 = \sqrt{\frac{g h_1}{\sqrt{2}}} \approx 0.84 \text{ м/с}$$

Ответ: $h_2 = 23.3 \text{ см}$; $v_1 = 1.88 \text{ м/с}$; $v_2 \approx 0.84 \text{ м/с}$.



$$T = \text{const}$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$\frac{pV}{RT} = \nu = \text{const} = \frac{m_0}{V_0} = \frac{m_k}{V_k} \quad m_0 = 5.6 \text{ MK}$$

$$\frac{V_0}{V_k} = \frac{m_0}{m_k} \quad \Delta m = m_0 - m_k = 4.6 \text{ MK}$$

$$\frac{m_k}{\Delta m} = \frac{p_0 V_0}{p_k V_k} = \frac{5.6}{4.6}$$



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

$$h_1 + h = h_2 - h$$

$$h = \frac{h_2 - h_1}{2}$$

$$mg(h_2 + h) = 2mgh$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) v = (M+m)g$$

$$2) F_{\text{fr}} = T$$

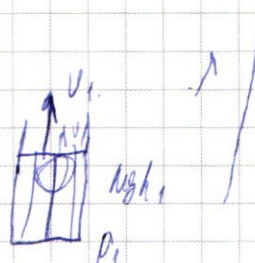
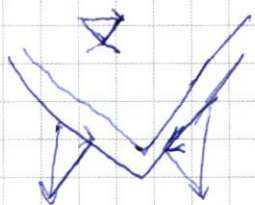
$$2T = \mu \mu$$

$$T = \frac{(M+m)g\mu}{2}$$

$$3) (M+m)a = 2T - F_{\text{fr}}$$

a

$$(p_2 - p_1) \Delta t =$$



$$16-3=13$$

1

2

$$v_0 \cos \theta = 2v_0 \cos \theta$$

$$\frac{v_y}{v_x} = \tan \alpha$$

$$v_{y1} = 2v_0 \sin \theta$$

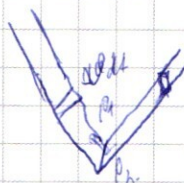
$$-v_0 \sin \theta + v_y + g t = v_{y1}$$

$$mgh = \frac{3Mv_0^2}{2}$$

a_1

a_2

$$dm = \rho S \Delta t$$



$$h = \frac{3v_0^2}{2g}$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)