

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-01

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.

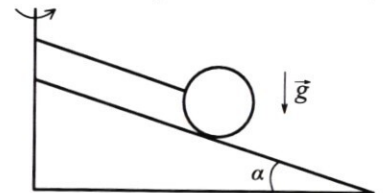
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 .



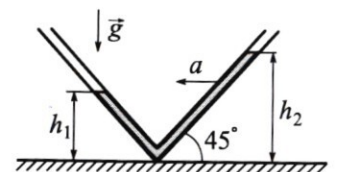
- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

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

Задача 1

$$V_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V = 2,5 V_0$$

Найти

$$V_y' - ?$$

$$t - ?$$

$$x - ?$$

Ответ:

$$V_y' = 8\sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = 9\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1) \text{ с}$$

$$x = 1,6\sqrt{3}(2\sqrt{2}-1) \text{ м}$$

Решение

V_x, V_y — компоненты V_0 по горизон-
тали и вертикали

V_x', V_y' — компоненты V по горизон-
тали и вертикали

$$V_x = V_0 \cos \alpha \quad \text{н. к. } V_x \perp g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_x' = V_x = V_0 \cos \alpha = V \cos \beta$$

β — угол в момент падения

$$\cos \beta = \frac{V_0 \cos \alpha}{V} = \frac{\cos \alpha}{2,5}$$

$$\cancel{V_y'} \quad V_y' = V \sin \beta = V \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$$

$$= 2,5 V_0 \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{(2,5)^2}} = V_0 \sqrt{(2,5)^2 - \cos^2 \alpha} =$$

$$= V_0 \sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 - \frac{1}{4}} = V_0 \sqrt{\frac{25}{4} - \frac{1}{4}} = V_0 \sqrt{6}$$

$$V_y' = V_0 \sqrt{6} = 8\sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Так как по условию камень
все время находится
горизонтальной поверхностью
Земли то с самого начала V_y
будет направлена вертикально
(иначе некоторое время ~~был~~
камень ~~поднимался бы~~)

$$\Delta V_y' = V_y + g t \Rightarrow \frac{V_y' - V_y}{g} = t$$

$$t = \frac{\sqrt{3} V_0 - V_0 \sin 60}{g} =$$

$$= V_0 \frac{1}{g} \left(\sqrt{3} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \frac{V_0}{g} \sqrt{3} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{2} \right)$$

$$t = 0,8 \sqrt{3} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{2} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{с}$$

$$t = 0,4 \sqrt{3} (2\sqrt{2} - 1) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{с}$$

$$\text{max when } V_x = \cos 60 t \Rightarrow x = V_0 \cos 60 \cdot t =$$

$$= V_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{g} \sqrt{3} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{2} \right) = \frac{V_0^2}{g} \frac{\sqrt{3}}{2} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{2} \right) =$$

$$= \frac{V_0^2}{g} \frac{\sqrt{3}}{4} (2\sqrt{2} - 1) = 6,4 \frac{\sqrt{3}}{4} (2\sqrt{2} - 1) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= 1,6 \sqrt{3} (2\sqrt{2} - 1) \text{ м}$$

2) Дано

$\rho, m, M = 5 \text{ м}, \mu$

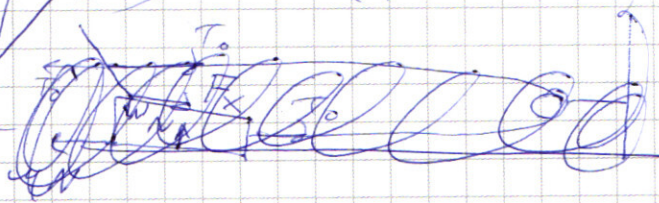
$F > F_0, F$

$N - ?$

$F_0 - ?$

$\mu - ?$

Решение.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание
 $m; k; L; \alpha; \mu$

Найти

T_1 —

T_2 —

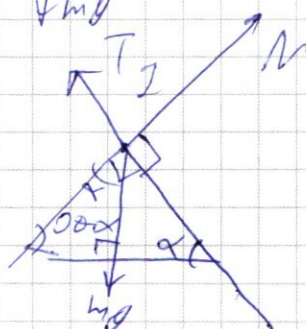
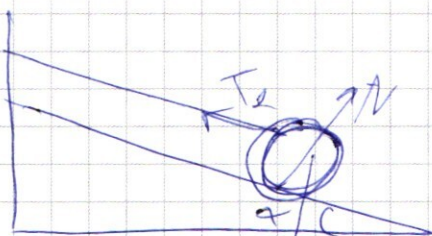
Омбем.

$$T_1 = mg \sin \alpha$$

$$T_2 = m(g \sin \alpha + \omega(k+L) \cos \alpha)$$

Решение.

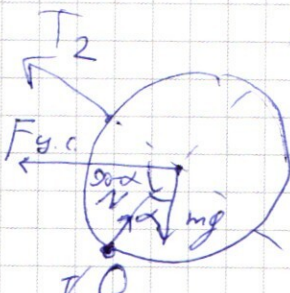
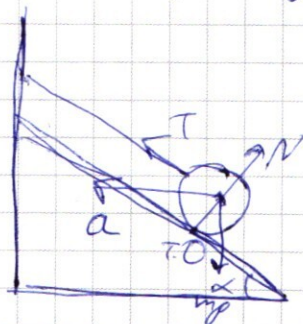
1.)



$$mg \cos \alpha = N$$

$$T_1 = mg \sin \alpha$$

2.)



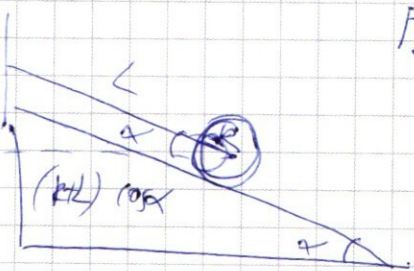
Задание а) найти

момента. (оми т. О)

$$\sum M = M_{g.T.}$$

$$T_2 R - (mg \sin \alpha) k + N \cdot 0 = (F_{y.c.} \cos \alpha) k$$

$$T_2 = mg \sin \alpha + F_{y.c.} \cos \alpha = mg \sin \alpha + \omega(k+L) \cos \alpha$$

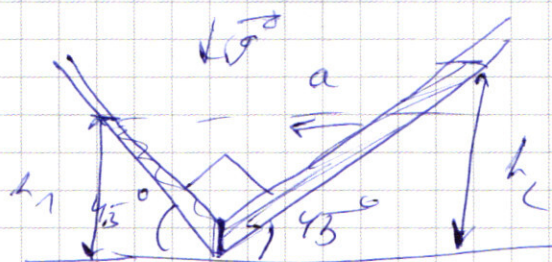


h — радиус окружности, в которой движется шар
 $r = \frac{(k+L)}{2} \cos \alpha$

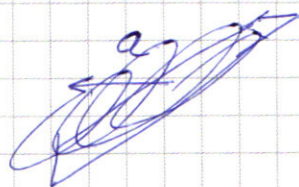
$$T_c = m g \sin \alpha + m \omega (k+L) \cos^2 \alpha$$

$$T_c = m (g \sin \alpha + \omega (k+L) \cos^2 \alpha)$$

Решение.



~~наибольшие скорости будут достигнуты в момент, когда шары достигнут вершины~~



~~а поскольку шары движутся с одинаковой скоростью, то их скорости будут равны~~

поэтому можно движение с шариками считать движением одного шарика

m — масса шарика $S(p_2 - p_1) = m a$ где S — площадь сечения шарика

$$S (p_2 h_2 - p_1 h_1) = S p \frac{(h_1 + h_2)}{\sin 45} a \rightarrow$$

$$a = g \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} \sin 45$$

а)

Дано

$$h_1 = 8 \text{ см.}$$

$$h_2 = 16 \text{ см.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти

а —

в —

Ответ:

$$a = g \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} \sin 45$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача:

Дано

$$S, \mu, F, T, T_0$$

$$M = 5m; m$$

Найти

1) N

2) F !

3) V !

Ответ:

$$N = 6mg$$

$$T_0 = 5.4 mg$$

$$S = \sqrt{\frac{2F - 2.4g}{5m}}$$

Решение.



1) $N = N' + mg$ сила натяжения и
нормальная сила.

а сила тяжести верт. $\Rightarrow$

$$N = (m + M)g = 6mg$$

2) человек и ящик пред-
ставим как одно тело
масса $(m + M)$

$$2T_0 = (m + M) \cdot a$$

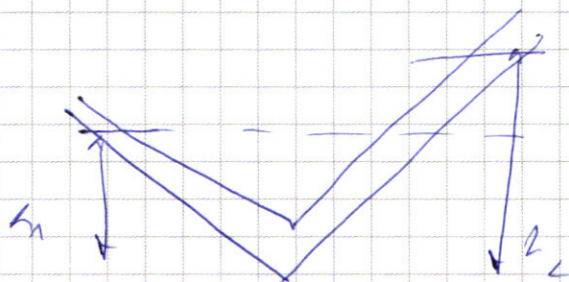
$$F = (m + M) \cdot a$$

2) F — сила трения между
человеком и ящиком

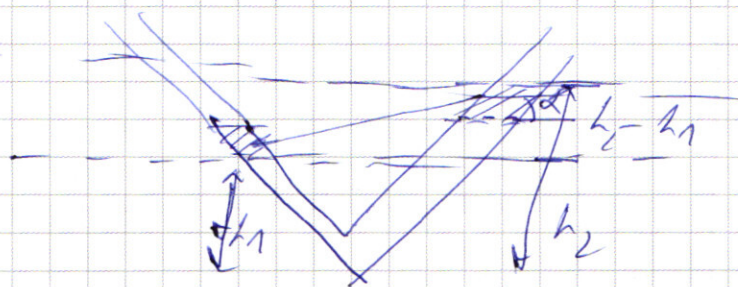
по условию просят $F_0 = m \cdot a$ но
ускорение системы равно
нулю $\Rightarrow$ $F = F_0$ для человека
и ящика $F = F_0$ для ящика

$F' = F_0 =$ Представим человек
и ящик как одну систему

Когда астанан 0, V станет max
 мая, когда max будет значением
 внутренним термом



Когда в канал колене выдвинута
 вода, она ~~не~~ поднимается влево, то есть
 в левом колене ~~и~~ выдвигая
 влево воду, и поэтому значение
 ее внутренним термом



$$m = S \rho \frac{(h_2 - h_1)}{2} \frac{1}{\sin 45^\circ}$$

$$\Delta E = m g \frac{(h_2 - h_1)}{2} = S \rho g \frac{(h_2 - h_1)^2}{4} \frac{1}{\sin 45^\circ}$$

формула будет для гидравлики

$$\Delta E = S \rho (h_2 + h_1) \frac{1}{\sin 45^\circ} \frac{V^2}{2} = \frac{m V^2}{2}$$

~~$$S \rho (h_2 + h_1) \frac{1}{\sin 45^\circ} \frac{V^2}{2} = S \rho g \frac{(h_2 - h_1)^2}{4} \frac{1}{\sin 45^\circ}$$~~

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

На канатную действующую систему сила $2F$,
тогда

$$2F_0 = \mu(m+M)g \Rightarrow T_0 = 54 \text{ мН}$$

(мы можем так себе представить
систему, т.е. сила тяжести может
быть направлена вверх или
вниз, поэтому систему рассматриваем
относительно другого, иначе
 F_0 не было бы мин)
для второго случая

$$2F - \mu(m+M)g = (m+M)a \Rightarrow a = \frac{1}{3} \frac{F}{m} - g$$

$$s = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2as} = \sqrt{\frac{2}{3} \frac{F}{m} - 2g}$$

Задача 5

$$p = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$p = 1 \text{ атм}, \gamma = 1,4$$

$$M = 10^{-2} \text{ моль}$$

$$t = 25^\circ \text{C}$$

Найти

$$1) \frac{p_0}{p} = ?$$

$$2) \frac{V_0}{V} = ?$$

Решение.

$$p = \frac{p_0}{\mu} kT \Rightarrow p_0 = \frac{\mu p}{kT}$$

$$1) \frac{p_0}{p} = \frac{\mu p}{p kT}$$

$$p_0 V_0 = \mu kT$$

$$p V = \mu kT$$

$$p \frac{V_0}{V} = \mu kT$$

$$pV = \nu kT$$

$$p \frac{L}{\gamma} = \nu_0 kT$$

$$\gamma = \frac{\nu}{\nu_0} \Rightarrow \nu = \gamma \nu_0$$

или $\nu \approx \nu_0$ ν — число пар в начале
по закону сохранения массы ν_0 — число пар после старта

$$\nu_0 \gamma (\nu - \nu_0) = \nu_0 \nu_0 \ln \gamma$$

$$V \frac{\gamma p}{kT} (\gamma - 1) = \frac{\gamma \nu}{p} \frac{p}{\gamma} (\gamma - 1) = \frac{\gamma \nu (\gamma - 1)}{p} = \frac{\nu_0}{p} = V_0$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{\nu_0}{\nu \gamma}$$

$$2) \frac{V_0}{V} = \frac{V/\gamma}{V \frac{\gamma p}{kT} (\gamma - 1)} = \frac{kT}{\gamma p \gamma (\gamma - 1)}$$

Ответ:

$$\frac{p_0}{p} = \frac{\gamma p}{p_0 kT}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{kT}{\gamma p (\gamma (\gamma - 1))}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p_0 = \frac{p_1}{\mu_1} kT \quad p_0 V_0 = \nu_0 kT \quad \Delta V = p_0 \left(\frac{V - V_0}{kT} \right)$$

$$\mu_1 p_1 = p_2 \mu_2 \quad p_0 V = \nu kT \quad p_1 \quad \text{из}$$

$$p_0 V_0 = \nu kT$$

$$\mu_0 \mu_1 = \nu \mu_2 +$$

$$\nu_0 = \nu + \Delta \nu$$

$$p = \frac{p_1}{\mu_1} kT \quad V_0 = \frac{m_0}{p_0} = \frac{\mu_0 p_0}{p_0} \left(\frac{V - V_0}{kT} \right)$$

$$V_0 = V_0 \frac{\mu_2}{\mu_0} + V \quad \frac{\mu_0 p_0}{kT} = p_1 \quad V_0 = \mu_2 \frac{p_0}{p_1} \left(\frac{V - V_0}{kT} \right)$$

$$\frac{\nu_0 kT}{p_0} = \frac{\mu_2}{\mu_0}$$

$$V_0 = V_1 + V_2$$

$$V_1 + p_1 = V_0 p_0$$

$$V_0 \frac{p_0}{p_1} = V_0 \frac{p_0}{p_2}$$

$$V_0 - V_2 = V_0 \frac{p_0}{p_2}$$

$$\frac{V_0 - V_2}{V_0} = \frac{p_0}{p_2}$$

$$p \left(\frac{V_0}{V} - 1 \right) = \frac{p_0}{\mu_1} kT \quad \frac{p_0}{p_2} = 1 - \frac{V_2}{V_0}$$

$$V_0 = \Delta V + V_1$$

$$\Delta V = V_0 \frac{p_0}{p_1}$$

$$V_0 - V_1 = V_0 \frac{p_0}{p_1}$$

$$\frac{p_0}{p_2} = 1 - \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\nu_2 - \nu_1}{\nu_2}$$

$$\frac{V_0}{p_2} V_2 =$$

$$m_0 = m_0 + m_L$$

$$p_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu_n} kT$$

$$p_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu_n} kT$$

$$p_0 V = \mu_n kT$$

$$\mu_n \sigma V = p_0 \frac{\sigma L}{kT}$$

$$\mu_n \sigma V = \mu_n V_0$$

$$V_0 = \frac{\mu_n}{\mu_n} p_0 \frac{\sigma L}{kT}$$

$$p_0 \sigma = \mu_n kT$$

$$p_0 V = \mu_n kT$$

$$\frac{p_0 \sigma V}{kT} = \sigma V$$

$$\frac{p_0 \sigma L}{kT} \mu_n = \sigma \mu_n = \mu_n$$

$$\frac{\mu_n}{p_0} \frac{p_0 \sigma L}{kT} = \sigma \mu_n = V_0 = \sigma L$$

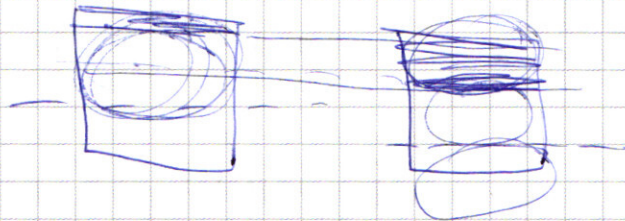
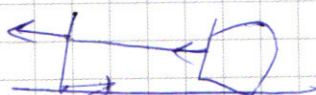
$$\mu_n = \frac{p_0 kT}{p_0}$$

$$\mu_n V_0 + \mu_n V_n = \mu_n V_0$$

$$p_0 V_0 = \frac{\mu_n}{\mu_n} kT$$

$$p_0 = \frac{\mu_n}{\mu_n} kT$$

$$V_n = \sigma V + V$$



$$\mu_n V_0 = \mu_n \mu_n + \mu_n \mu_n$$

$$\mu_n (V_0 - \mu_n) = \mu_n \mu_n$$

$$\mu_n p_0 \frac{\sigma V}{kT} = \sigma V p_0$$

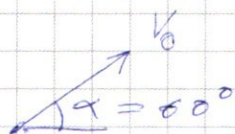
$$\mu_n V_0 = \mu_n \mu_n + \mu_n \mu_n$$

$$\mu_n \sigma V = \mu_n \mu_n$$

$$p_0 = \frac{\mu_n p_0}{kT}$$

$$\mu_n p_0 \frac{\sigma V}{kT} = p_0 V_0 = \mu_n \sigma V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

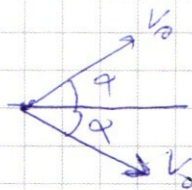


$$\frac{V_0 \cos \alpha}{2,5 V_0} = \cos \beta$$

$$\frac{\cos \alpha}{2,5} = \cos \beta$$

$$\cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1$$

$$\sin^2 \beta = 1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2,5}$$



$$\cos \alpha$$

$$\sin \alpha$$

$$\cos 60 = \sin 60 = \frac{1}{2}$$

$$\frac{V_0 \cos \alpha}{V_0 \sin \alpha}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} + m g h = \frac{m (2,5 V_0)^2}{2}$$

$$\frac{25 V_0^2}{4} - V_0^2 = 2 g h$$

$$\frac{21}{8} \frac{V_0^2}{g} = h$$

$$2,5 V_0$$

$$V_0 \cos \alpha = h_x$$

$$\frac{V_0 \cos \alpha}{2,5 V_0} = \cos \beta$$

$$V_x = 2,5 V_0 \cos \beta \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{4 \cos^2 \alpha}{25}}$$

$$\cos \beta = \frac{\cos \alpha}{2,5}$$

$$2,5 V_0 \sin \beta =$$

$$\sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{(2,5)^2}}$$

$$= V_0 \sqrt{\frac{25}{4} - \cos^2 \alpha} = V_0$$

$$= V_0 \sqrt{\frac{25}{4} - \frac{1}{4}} = V_0 \sqrt{6}$$

$$V_y = 2,5 V_0 \sin \beta =$$

$$V_0 \sqrt{(2,5)^2 - \cos^2 \alpha} = V_0 \sqrt{\frac{25}{4} - \frac{1}{4}} = V_0 \sqrt{6}$$

$$1) v_y = v_0 \sqrt{3}$$

$$2) v_0 \sin \alpha + g t = v_0 \sqrt{3}$$

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

$$v_0 \sqrt{3} \frac{1}{2} = g t$$

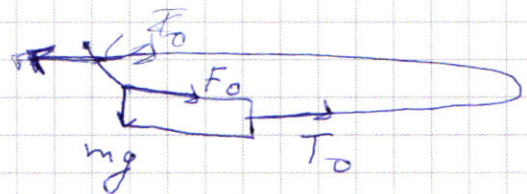
$$\frac{v_0}{g} \left(\frac{2\sqrt{3} L \sqrt{3}}{2} \right) = t$$

$$\frac{v_0 \sqrt{3}}{g} \left(\frac{2\sqrt{3} - 1}{2} \right) = t$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot t = v_0 \frac{1}{2} \frac{v_0}{g} \sqrt{3} \left(\frac{2\sqrt{3} - 1}{2} \right) =$$

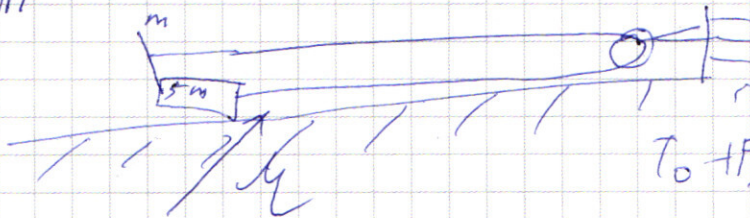
$$= \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{2\sqrt{3} - 1}{4} \right)$$

$$p = \frac{p}{4\pi} kT$$



2)

ok



$$T_0 + F_x = \mu (m + M) g$$

$$2F_x = \mu (m + M) g$$

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



$$F = F_{TD} = \mu (m + M) g$$

$$F_0 = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{\mu (m + M) g}{2} \right)^2} = mg \sqrt{1 + \mu^2 \left(\frac{1 + \frac{M}{m}}{2} \right)^2}$$

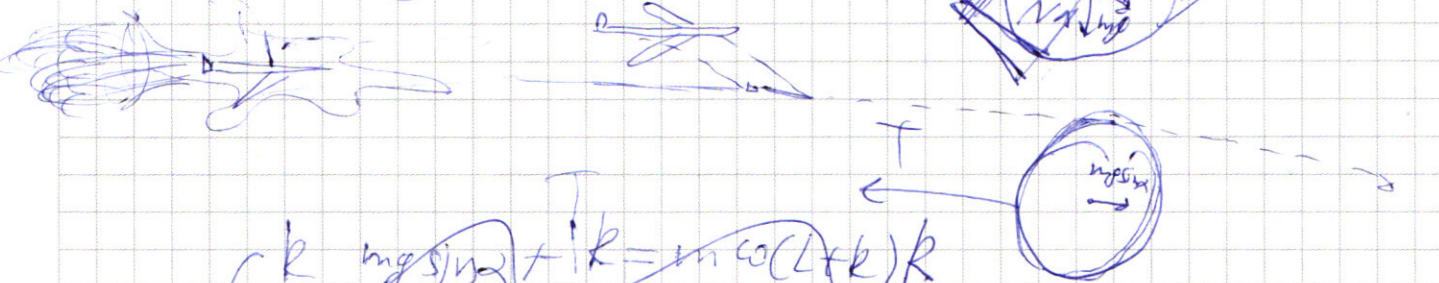
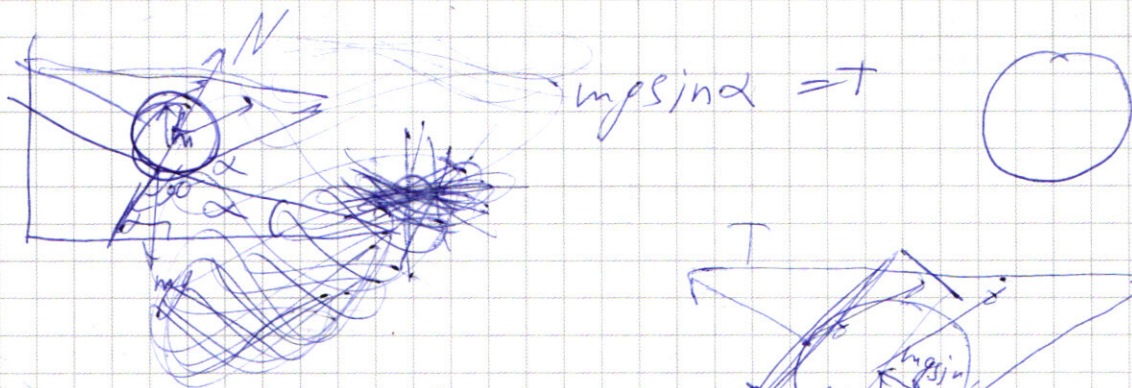
$$= mg \sqrt{1 + \mu^2} = mg \sqrt{1 + (3\mu)^2}$$

$$p_0 \text{ ok} = \text{ok} kT$$

$$\mu_0 u_0 = u_0 \mu \pi$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

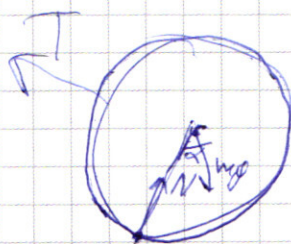
$m = \rho S \frac{(h_2 - h_1)}{2} \frac{1}{\sin 45}$
 $M = \rho S \frac{(h_2 + h_1)}{2} \frac{1}{\sin 45}$
 $T_0 + F_x = \mu (m + M) g$
 $N = mg$
 $F_x = \frac{\mu (m + M) g}{2} = 3 \mu g m$
 $F_0 = \sqrt{N^2 + F_x^2} = mg \sqrt{1 + (3\mu)^2}$
 $F \Rightarrow F_0$
 $T_0 + F_x = \sqrt{F^2 - (mg)^2}$
 $2 \sqrt{F^2 - (mg)^2} S = \mu (m + M) g S + \frac{1}{2} \mu v^2$
 $\left(\mu \sqrt{F^2 - (mg)^2} - \mu \left(\frac{1}{2} g \right) \right) S = v$
 $S (\rho g h_2 - \rho g h_1) = \rho g h_1 S a$
 $\frac{(h_2 - h_1)}{h_2} g \sin 45 = a$
 $mg \frac{h_2 - h_1}{2} = M \frac{v^2}{2}$
 $\sqrt{\frac{m}{2M}} g (h_2 - h_1) = 2 mg \frac{h_2 - h_1}{2} = M \frac{v^2}{2}$



$$k mgsin\alpha + T = m\omega(L+k)R$$

$$2) T = m(\omega(L+k) + g\sin\alpha)$$

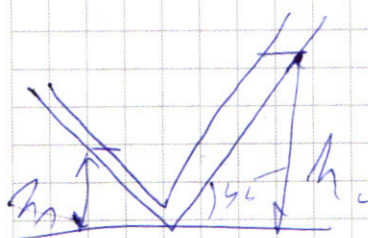
$$1.) T = mgsin\alpha$$



$TR = L$

$$TR - mgsin\alpha = m\omega(k+L)R$$

$$T = m(g\sin\alpha + \omega(k+L))$$



$$p/v_0 = v k T = \frac{m}{n} k T \Rightarrow \frac{p}{n} k T = p$$

$$v = \frac{v_0}{v_0} v_0$$

$$m_0 = \frac{L}{v_0}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten work on graph paper showing various physics problems and solutions.

Top Left: A circle and a cylinder are drawn. Below the circle, the ratio $\rho \frac{V}{V_0}$ is written. Below the cylinder, $V_0 < V$ is written, followed by $\frac{V}{V_0} > 1$.

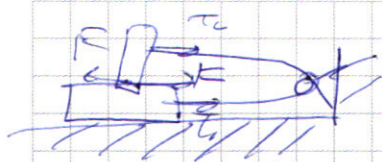
Top Right: A diagram of a cylinder with a piston. Text: $t = 95^\circ$, $p = 0.5 \text{ Па} \cdot 10^8$, $T = 1000 \text{ К}$. Below this, $\nu = 47$, $\rho = 12 \text{ см}^3$, and $\mu = 15 \text{ см}^3$ are written. A diagram shows a cylinder with a piston and a curved arrow indicating rotation.

Middle Left: A diagram of a cylinder with a piston. Text: $\rho \frac{V}{V_0}$, $\mu = 54 \text{ мг}$.

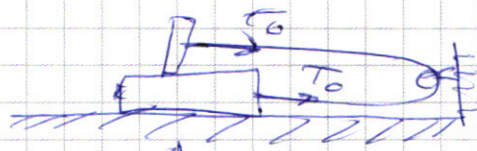
Middle Right: A diagram of a cylinder with a piston. Text: $pV = \nu kT$, $pV_0 = \nu_0 kT$, $\frac{V}{V_0} = \frac{\nu}{\nu_0}$, $V_0 = \frac{V_0}{\nu} \nu$.

Bottom Left: A diagram of a cylinder with a piston. Text: $T_0 + F_x = \mu N$, $N = mg + Mg$, $2F - 8\mu mg = 0.6m$, $a = \frac{F}{3m} - 4g$, $s = \frac{V^2}{2a}$.

Bottom Right: A diagram of a cylinder with a piston. Text: $mv_0 = m \frac{V_0}{\nu} \nu$, $V_0 = \frac{\mu \frac{V_0}{\nu} \nu}{\rho}$, $2T = \mu(m + m_0)$, $\sqrt{2ka s}$, $\sqrt{2 \left(\frac{F}{3m} - 4g \right) s}$.



$$p \Delta V = \Delta Q$$



$$\frac{1}{2}(p+p')\Delta V - p\Delta V =$$

$$p_0 V_0 = \nu_0 k T$$

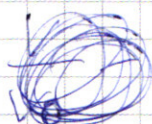
$$p_0 V = \nu k T$$

$$p_0 V = \nu k T$$

$$\nu \mu_n = \nu_0 \mu_0$$

$$\frac{V}{V_0} p_0 = p$$

$$\left(\frac{V}{V_0} - 1\right) p_0 = \nu k T$$



$$T_0 = \mu_0 (\mu_n + \mu_g) + F \left(\frac{V}{V_0} - 1\right) p_0 V_0 = (\nu k T)$$

$$p_0 V_0 = \nu_0 k T$$

$$p_0 V = \nu k T$$

$$p_0 V_0 = \nu_0 k T$$

$$p_0 V = \nu k T$$

$$p_0 V_0 = \nu_0 k T$$

$$p_0 V = \nu k T$$

$$\nu - \nu_0 = \nu_g$$

$$p_0 \left(\frac{V}{V_0} - 1\right) = \nu_g k T$$

$$p_0$$

$$= \nu_g k T$$

$$p_0 V_0 = \nu_0 k T$$

$$p_0 V = \nu k T$$

$$p = \frac{V_0}{V} p_0$$

$$p_0 V_0' = \nu_0 k T$$

$$p_0 V = \nu k T$$

$$p_0 V_0 = \nu_0 k T$$

$$p_0 V = \nu k T$$

$$\left(\frac{V}{V_0} - 1\right) p_0 V_0 = \nu_g k T$$

$$\left(\frac{V}{V_0} - 1\right) \nu_0 = \nu - \nu_0 = \nu_g$$

$$\nu_0 = \nu_g + \nu$$

$$\nu = \nu_0 \left(2 - \frac{V}{V_0}\right)$$

$$\Delta V = \nu_0 \left(\frac{V}{V_0} - 1\right)$$