

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

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

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?

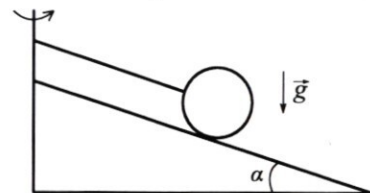
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

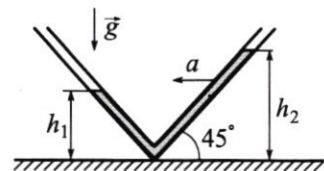


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

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

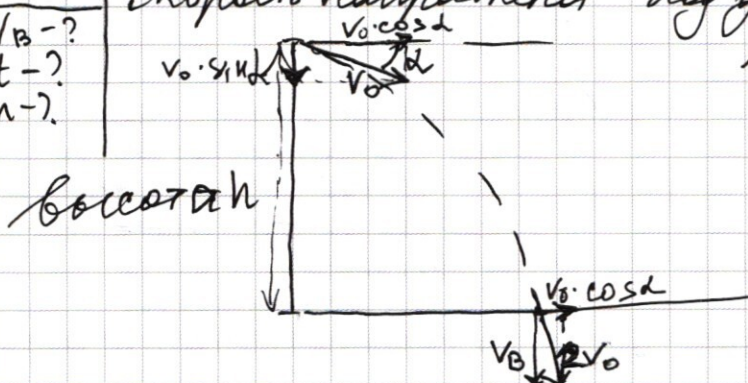
N1.

Дано:
 $V_0 = 10 \text{ м/с}$
 $\alpha = 30^\circ$

Решение:

Т.к. гайка в полёте всё время приближалась к горизонтальной поверхности Земли, то её начальная скорость направлена под углом вниз:

- 1) V_B - ?
- 2) t - ?
- 3) h - ?



- 1) Пусть вертикальная компонента скорости равна V_B (при падении на землю). Горизонтальная скорость, равная $V_0 \cdot \cos \alpha$ постоянна в течение всего времени полёта.

По теореме Пифагора для конечной скорости найдем V_B :

$$V_B^2 + (V_0 \cdot \cos \alpha)^2 = (2V_0)^2$$

$$V_B^2 = 4V_0^2 - V_0^2 \cdot \frac{3}{4} = \frac{13}{4} V_0^2$$

$$V_B = \frac{\sqrt{13}}{2} V_0 = 5\sqrt{13} \text{ (м/с)}$$

$$2) \text{ Пусть время полёта } t. \text{ Тогда } V_B = V_0 \cdot \sin \alpha + g t$$

$$\Rightarrow t = \frac{V_B - V_0 \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{5\sqrt{13} - 5}{10} = \frac{\sqrt{13} - 1}{2} \text{ (с)}.$$

- 3) По закону сохранения энергии:

$E_n + E_{кн} = E_{кк}$, где E_n - потенциальная энергия гайки на высоте

$E_n = mgh$, где h - высота вышки

$$E_{кн} = \frac{m V_0^2}{2}$$

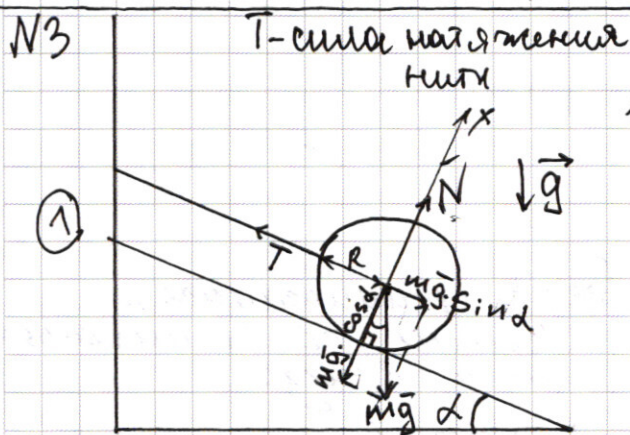
$E_{кн}$ - кинетическая энергия в начале полёта,

$E_{кк}$ - кинетическая энергия в конце полёта (при падении на землю)

$$E_{кк} = \frac{m (2V_0)^2}{2} = \frac{4m V_0^2}{2} \text{ (m - масса гайки)}$$

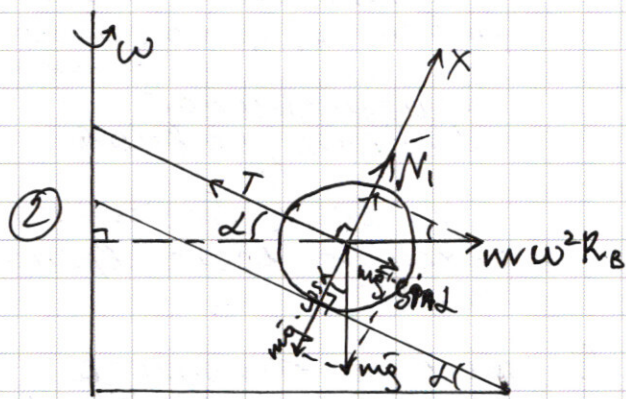
$$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4mv_0^2}{2} \Rightarrow h = \frac{3v_0^2}{2g} = 15 \text{ м.}$$

ответ: 1) $5\sqrt{13} \text{ (м)}$; 2) $\frac{\sqrt{13}-1}{2} \text{ (с)}$; 3) 15 (м) .



1) Сила давления шара на клин (если система покоится) равна $N = |\vec{N}| = mg \cdot \cos \alpha$ (рис. 1) (силы в проекции на ось x)

2) Сила давления шара на клин равна N_1 (рис. 2) (при вращении системы)



При вращении на шар дополнительно действует центробежно-инерционное ~~ускорение~~ ускорение. На рисунке показано

центростремительная сила $F_y = m\omega^2 R_B$

Проецируем все силы на ось x (перпендикулярную нити)

$$N_1 + m\omega^2 R_B \cdot \sin \alpha = mg \cdot \cos \alpha$$

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha - m\omega^2 R_B \cdot \sin \alpha,$$

R_B - радиус вращения шара - расстояние от оси вращения центра шара:

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

Тогда:

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha - m\omega^2 (R + L) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

Ответ: 1) $N = mg \cdot \cos \alpha$

$$2) N_1 = mg \cdot \cos \alpha - m\omega^2 (R + L) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

N5. 1) Пар во время всего опыта насыщенный (т.к. $T = \text{const}$), тогда ~~его~~ его плотность не меняется. Найдем её из уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT; m = \rho_n V \Rightarrow pV = \frac{\rho_n V}{\mu} RT$$

плотность пара равна:

$$\rho_n = \frac{p \cdot \mu}{R T}$$

$$p = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\text{и } T = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$$

(по условию).

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

продолжение №5:

найдем парциальное давление:

$$p_n = \frac{3,55 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} \approx 25,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 25,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

~~$$\frac{p}{p_n} = \frac{1}{25,6}$$~~

$$\frac{p_n}{p} = \frac{25,6}{1} = 25,6$$

2) Для начального состояния, когда пар занимает весь объем

$V_{\text{пар}}$ применим в уравнении запишем уравнение состояния (м - начальная масса пара):

$$pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT}$$

~~$$\frac{pV}{RT} = \frac{m}{\mu} \Rightarrow m = \frac{pV \mu}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} \approx 0,4 \text{ кг}$$~~

Когда часть пара конденсировалась, его давление осталось равным p , т.к. при постоянной температуре T давление насыщенного пара постоянно, а он остался насыщенным. Тогда

запишем уравнение состояния для момента, когда объем пара равен $V_1 = \frac{1}{8} V$ (по условию).
(m_1 - масса пара в объеме V_1). Или $V = 8V_1$
 ν_1 - кол-во пара после конденсации

~~$$pV_1 = \nu_1 RT \Rightarrow \nu_1 = \frac{pV_1}{RT}$$~~

$$pV_1 = \nu_1 RT$$

$$\nu_1 = \frac{pV_1}{RT}$$

Количество сконденсировавшегося пара, а значит и количество воды равно $\nu_2 = \nu - \nu_1 = \frac{pV}{RT} - \frac{pV_1}{RT}$

где $V = 5,6 V_1$, тогда $\nu_2 = \frac{p}{RT} (5,6 V_1 - V_1) = \frac{4,6 V_1 p}{RT}$

масса воды равна $m_2 = \nu_2 \mu$, объем воды равен $V_2 = \frac{m_2}{\rho}$

Тогда: $V_2 = \frac{V_1 \mu}{\rho} = \frac{4,6 V_1 P \mu}{RT \cdot \rho}$

Отношение объёма пара к объёму воды равно:

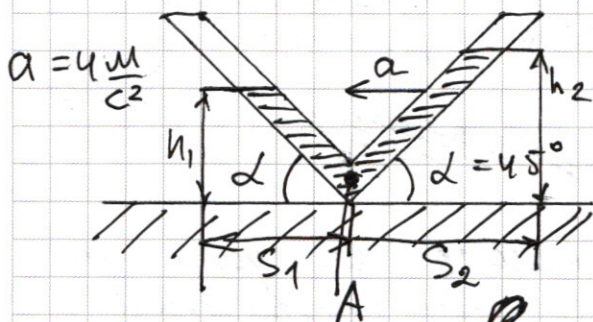
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{RT \rho}{(8-1) \cdot P \cdot \mu}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{8,31 \cdot 300 \cdot 1000 \cdot 10^3}{4,6 \cdot 3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^3} = 0,009$$

Ответ: 1) 25,6

2) ~~0,009~~ 0,009

№4. 1) На масло ~~на воду~~ действует ускорение свободного падения $g = 10 \frac{м}{с^2}$ и ускорения ~~создаваемые~~ ~~вправо~~ ~~и влево~~



Т.е. на ~~воду~~ масло действует ~~в~~ сила тяжести ~~то~~ и сила инерции ~~та~~ (направлена вправо)

Пусть атмосферное давление равно P_0 .

В точке А есть равенство давлений, которые создаёт масло в левой и в правой частях трубки под действием a и g . Пусть плотность масла ρ , тогда её масса $m = \rho SL$, где S - сечение трубки, L - длина участка трубки с маслом.

длина левого участка с маслом равна $L_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha}$, длина правого участка с маслом равна $L_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha}$

Тогда имеем: $P_0 + \rho g L_1 + \rho a L_1 = P_0 + \rho g L_2 + \rho a L_2$
~~(давление жидкости) $\rho g L_1 + \rho a L_1 = \rho g L_2 + \rho a L_2$~~
 ~~$\frac{\rho g h_1}{\sin \alpha} + \frac{\rho a h_1}{\sin \alpha} = \frac{\rho g h_2}{\sin \alpha} + \frac{\rho a h_2}{\sin \alpha}$~~



Продолжение №4:

~~Атм. давление психоскопи равно~~

то действует на $S_1 = h_1$ полосу воды и $S_2 = h_2$ (т.к. Δ равнобедр.) полосу воды.
Тогда имеем:

$$p_0 + \rho g h_1 + \rho a h_1 = p_0 + \rho g h_2 - \rho a h_2$$

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

$$h_2 = h_1 \frac{g+a}{g-a} = 10 \cdot \frac{14}{6} = \frac{70}{3} \text{ (cm)}$$

~~Также~~ Также равенство можно записать как $p_0 + \rho g L_1 + \rho a L_1 = p_0 + \rho g L_2 + \rho a L_2$

2) Пусть опустится вниз в правой части трубки
масса воды (к моменту равенства высот).

вместа будет равно $h = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{50}{3} \text{ (см.)}$

Вода в правом колене опустится на $\Delta h = \frac{h_2 - h_1}{2} = \frac{20}{3} \text{ (см)}$

Во время равноускоренного движения $\leftarrow$
масло относительно трубки покоится

и обладает энергией $E_{\pi \text{ гдр}}$ (относительно уровня n)

когда ~~вода~~^{масса} в правом колене опустится, относительно трубки, ~~она~~ оно будет иметь кинетическую

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

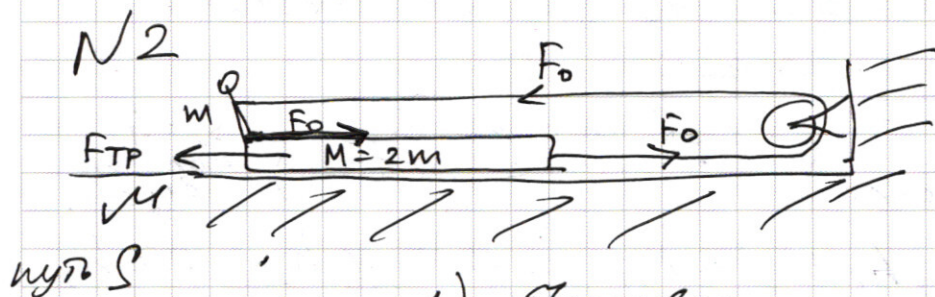
Torqa no 3CU: $E_k = E_p \Rightarrow \frac{\Delta m v^2}{2} = \Delta m g a h$

$$v^2 = 2g\Delta h = 2g \frac{h_2 - h_1}{2} \Rightarrow V = \sqrt{2g \frac{h_2 - h_1}{2}}$$

$$V = \frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c}$$

Ответ: 1) $\frac{20}{3} \text{ см}$

2) ~~$\frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c}$~~ $\frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c}$



1) Человек с ящиком при движении действуют на них свои весов и сила давления N равна:
 $N = mg + Mg = 3mg$.

2) Сила натяжения нити равна F_0 .

Т.к. человек тянет с силой F_0 , то и по (3-й) действует на ящик вправо с силой F_0 .
 (закон Ньютона)

Тогда для ящика с человеком запишем 2-й закон Ньютона (a - ускорение системы):

$$(m+M)a = 2F_0 - F_{тр}$$

$$F_{тр} = \mu(m+M)g = 3\mu mg$$

~~$$3ma = 2F_0 - 3\mu mg$$~~

$$3ma = 2F_0 - 3\mu mg$$

По ЗСИ: $A_{тр} + E_k = A_{F_0} - \text{работа}$

работы силы F_0 .
 Тратится на работу $R_{тр}$ и изменение кинетич. энергии системы

$$F_0 = \frac{(m+M)\Delta v}{2\Delta t} - \frac{1}{2}\mu(m+M)g = \frac{3m\Delta v}{2\Delta t} - \frac{3\mu mg}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Предметное задание №2.

3) Запишем 2 Закон Ньютона для
лучика с ~~м~~ телом:

$$m \Delta V = (2F - 3\mu mg) \Delta t$$

$$\Delta V = V_k - V_0 = V_k \quad (V_0 = 0)$$

V_k — конечная скорость лучика.

$$S = \frac{\Delta V \cdot t}{2} - \text{путь при равноускоренном движении.}$$

$$m \frac{\Delta V \Delta t}{2} = (2F - 3\mu mg) \frac{\Delta t \cdot \Delta t}{2}$$

$$m \Delta S = \frac{(2F - 3\mu mg)}{2} \cdot \Delta t^2$$

$$2mS = (2F - 3\mu mg)t^2 \quad \sum \Delta S_i = S \quad \sum \Delta t_i = t$$

исходное
время

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

Ответ: 1) $3\mu g$

2)

3) $\sqrt{\frac{2mS}{2F - 3\mu mg}}$

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

продолжение № 2

$$S = \frac{\Delta v \cdot t}{2} - \text{равноускор. движение.}$$

$$\Rightarrow \cancel{\Delta v} \sqrt{\frac{2S}{\cancel{t}}} \cdot t = \frac{2S}{\Delta v}$$

$$F_0 = \frac{3m \cdot 2S}{2t^2} - \frac{3\mu mg}{2}$$

$$\text{Или } F_0 = \frac{3m(\Delta v)^2}{2 \cdot 2S} - \frac{3\mu mg}{2}$$

$$\Delta v = v \text{ (см. у. 3)}$$

$$\frac{mv^2}{2} + 3\mu mgS = \frac{2F_0 S}{m} \quad (3 \text{ см})$$

$$v^2 = \frac{4F_0 S}{m} - 6\mu gS$$

$$\cancel{F_0 = \frac{3m}{2}} \quad F_0 = \frac{3m \cdot 4F_0 S}{m} + \frac{3m \cdot 4F_0 S}{m}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten calculations on grid paper:

Top row: $2,77 \cdot 10^3 \cdot 3,55 \cdot 10^3 = 2,77 \cdot 3,55 \cdot 10^6$

Below: $4,6 \cdot 3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^3 = 9,2 \cdot 3,55 \cdot 10^6$

Calculations for $9,2 \cdot 3,55$:

$$\begin{array}{r} 9,2 \\ \times 3,55 \\ \hline 460 \\ 1840 \\ 2760 \\ \hline 32660 \end{array}$$

Other calculations shown include:

$$\begin{array}{r} 4,6 \\ \times 2 \\ \hline 9,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3550 \\ \times 9,2 \\ \hline 710 \\ 32660 \\ \hline 32660 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 277,00 \\ - 2366 \\ \hline 4040 \\ - 2366 \\ \hline 16740 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 277,000 \\ - 261,280 \\ \hline 15720 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 134,3 \\ \times 4,6 \\ \hline 8058 \\ 5372 \\ \hline 617,78 \end{array}$$

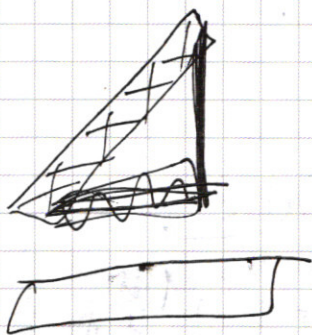
Other calculations include: 831 , $0,011 \cdot 6 = 0,066$, $0,066 \cdot 13,55 = 0,8933$, $0,8933 \cdot 1000 = 893,3$, $893,3 \cdot 1000 = 893300$.

$$\cancel{g} h_1 + a \frac{h_1}{\cancel{\sqrt{2}} \sin \alpha} = g h_2 - a \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

$$h_2 = \frac{h_1 \left(g + \frac{a}{\sin \alpha} \right)}{\cancel{h_2} g - \frac{a}{\sin \alpha}} = \frac{10 (10 + \cancel{4} \sqrt{2})}{10 - 4\sqrt{2}} =$$

~~1000~~

$$= \frac{10 (10 + 4\sqrt{2})^2}{100 - \cancel{32} 2}$$



$$\cancel{100} \frac{S_2}{h_2} = 1$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.

$$2) v_B = v_{0B} + gt$$

$$t = \frac{v_B - v_0 \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{\sqrt{13} \cdot 5 - 10 \cdot 5}{10} = \frac{\sqrt{13} - 10}{20} = \frac{\sqrt{13}}{20} - \frac{1}{2}$$

$$h = \frac{v_0 \cdot t}{2} + \frac{gt^2}{2} = \frac{5}{2} \left(\frac{\sqrt{13} - 1}{2} \right) + \frac{5(\sqrt{13} - 1)^2}{2} =$$

$$= \frac{5}{2} (\sqrt{13} - 1) \left(\frac{\sqrt{13} - 1}{2} + \sqrt{13} - \frac{1}{2} \right) = 5 \left(13 - \frac{3}{2} \sqrt{13} + \frac{1}{2} \right) =$$

$$= 86.5 + \frac{5}{2}$$

№ 5. $m = \frac{pV_M}{RT} = \mu V$ $m = \bar{V} \cdot \mu$

$$m_1 = \frac{pV_1 \mu}{RT}$$

$$\frac{1}{\text{см}^3} = \frac{1000 \text{ кг} \cdot 1000}{1000 \text{ м}^3} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

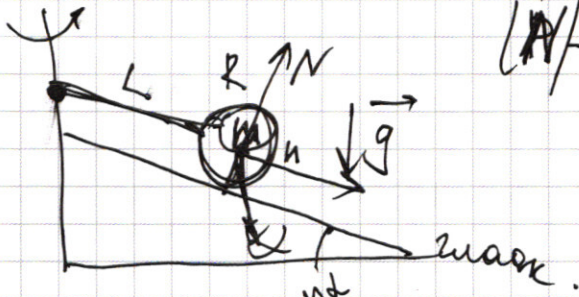
~~mm~~

сложно:

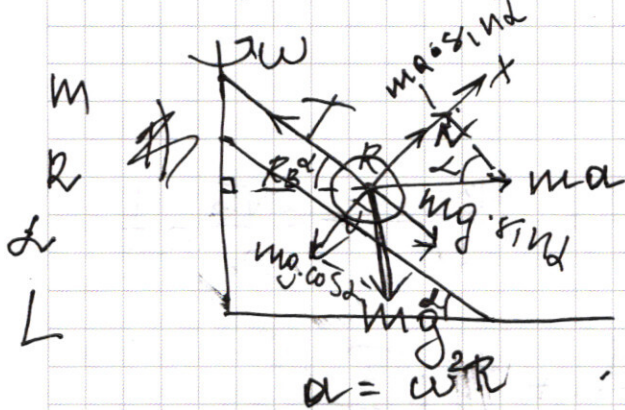
$$m_2 = m - m_1 = \frac{pV_M}{RT} - \frac{pV_1 \mu}{RT} =$$

$$= \frac{p \mu}{RT} (V - V_1) = \frac{p \mu}{RT} (V - V_1)$$

N3.



$\frac{L}{R}$?



$$1) N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$2) N = mg \cdot \cos \alpha - ma \cdot \sin \alpha =$$

$$= mg \cdot \cos \alpha - m \omega^2 R \cdot \sin \alpha$$

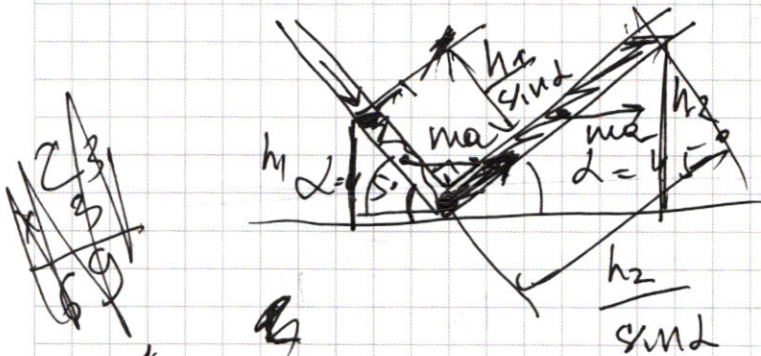
$$R_B = (L + R) \cdot \cos \alpha$$

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

$$\frac{h_2}{L_2} = \sin \alpha$$

N4.

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$



$$\frac{h}{L} = \sin \alpha$$

$$L = \frac{h}{\sin \alpha}$$

h_2 - ?



$$P + \rho g h_1 + \rho a h_1$$

$$P + \rho g h_1 + \rho a h_1 = \rho g h_2 + P$$

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

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

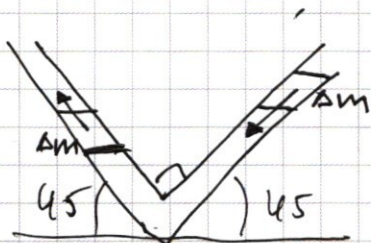
$$\frac{h_2}{\sin \alpha} a + \frac{h_1}{\sin \alpha} g = \frac{h_2}{\sin \alpha} g - \frac{h_2}{\sin \alpha} a$$

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

$$10 (4 + 10) = h_2 (10 - 4)$$

$$h_2 = \frac{5 \cdot 14}{4} = \left(\frac{70}{3} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$V = ?$

одинаковая высота равна

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{10 + \frac{20}{3}}{2} =$$

$$= \frac{100 + 20}{6} = \frac{120}{6} = 20 \text{ см}$$

$$\Delta m g \Delta h = \frac{\Delta m}{2} v^2$$

относительно трубки во время
равномерного движения масла на
глубину Δh и
объем газа ΔV энергии

$$\Delta h = h_2 - h = \frac{20}{3} \text{ см}$$

$$v^2 = 2g\Delta h$$

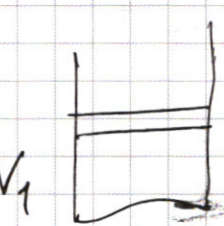
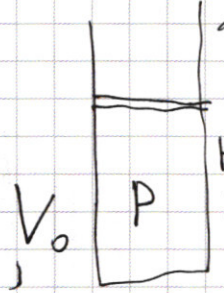
$$v = \sqrt{2g \frac{h_2 - h_1}{2}} = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot \frac{20}{3}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \approx 11.55 \text{ м/с}$$

№ 5. Объем воды равен m $V_B = \frac{m}{\rho} =$

$$= \frac{\rho_{\text{м}} \cdot 4,6 V_1}{\rho_{\text{Т.В}}} = 4,6$$

N5. $\frac{\kappa \Gamma}{\text{м}^3} = \frac{1600 \text{ ффг}}{1000 \text{ ффг см}^3} = \frac{1}{10^3} \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 10^{-3} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

$P V_0 = \nu R T$
 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\mu}{V} \Rightarrow P = \frac{\rho \mu}{M} R T$
 $\rho = \frac{P M}{R T}$
 $\rho = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$
 $T = 300 \text{ K}$



$V_1 = \frac{V_0}{8} = \frac{V_0}{5,6}$

Пар конденсируется и остается жидким при одинаковой температуре тогда
 его давление постоянно и равно P .

$\rho = \frac{355 \cdot 18}{1000 \cdot 8,31 \cdot 300}$
 $= \frac{710}{277 \cdot 100} = \frac{2,56}{100} = 2,56 \cdot 10^{-2} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

$355 \cdot 18 = 6390$
 $6390 / 831 = 7,69$
 $7,69 / 300 = 0,0256$

$\frac{355 \cdot 18}{831 \cdot 300} = \frac{710}{277 \cdot 100} \approx \frac{2,56}{100} = 2,56 \cdot 10^{-2}$

$\frac{355}{2} = 177,5$
 $\frac{177,5}{277} \approx 0,64$
 $\frac{0,64}{100} = 0,0064$



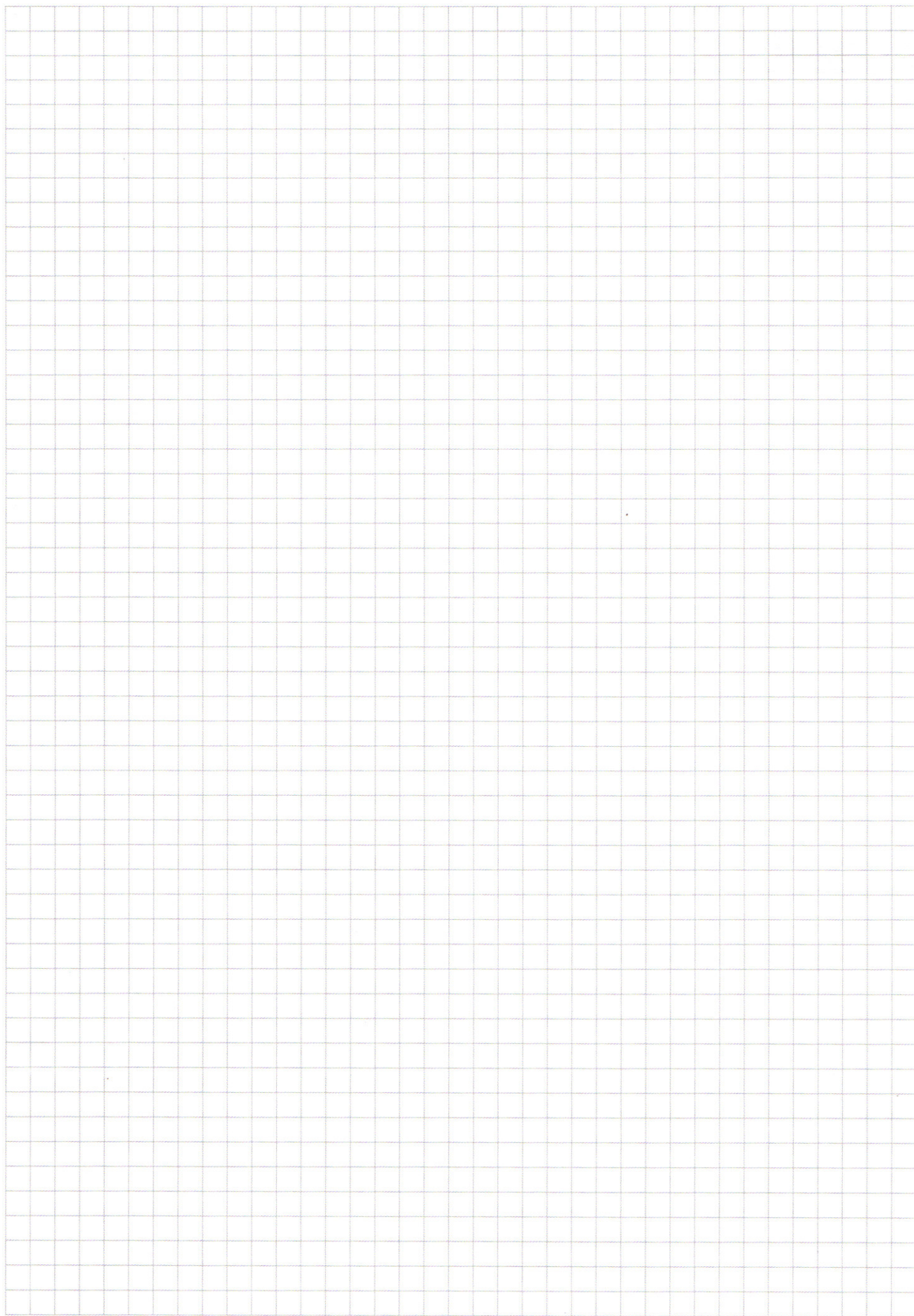
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

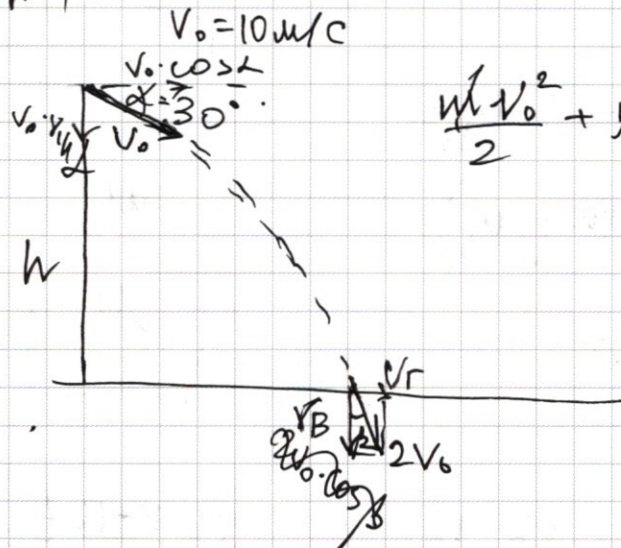


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.



$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{m(2v_0)^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2} + 2gh = 4v_0^2$$

$$2gh = 3v_0^2$$

$$h = \frac{3v_0^2}{2g} = \frac{3 \cdot 100}{20} = 15 \text{ м}$$

$$W = 2v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$mgh + \frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2} = \frac{v_B^2}{2}$$

$$2gh =$$

$$2mgh = \frac{mv_0^2}{2} + m$$

$$\begin{aligned} v_r &= v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_B^2 + v_r^2 &= (2v_0)^2 \\ \left(v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + v_B^2 &= 4v_0^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= \frac{v}{2} t - \frac{gt^2}{2} = \frac{t}{2} (10 - 10t) = \\ h &= v_0 \sqrt{1-t^2} \cdot \frac{t}{2} = \frac{10t(1-t)}{2} = 5 \end{aligned}$$

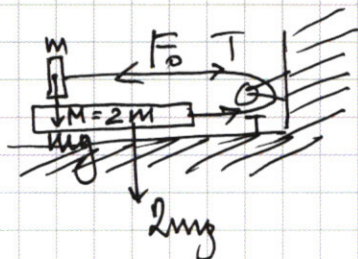
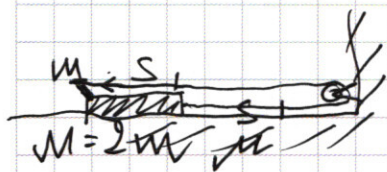
$$v_B^2 = 4v_0^2 - \frac{3}{4}v_0^2 = \left(\frac{16}{4} - \frac{3}{4}\right)v_0^2 = \frac{13}{4}v_0^2$$

$$v_B = \frac{\sqrt{13}}{2} v_0$$

$$h = 15 \text{ м}$$

$$2mgh = \frac{m(2v_0)^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$h = \frac{3v_0^2}{2g} = \frac{300}{20} = 15 \text{ м}$$



1) $N = ?$
2) $F_0 = ?$
 $t = ?$

1) $N = 3mg$

2) ~~$F_0 = ?$~~

$3ma = T - 3mg\mu$

$F_0 = T = 3m(a + \mu g)$

$m\Delta v = F\Delta t$

$\Delta t = ?$

~~$m\Delta v = F\Delta t$~~

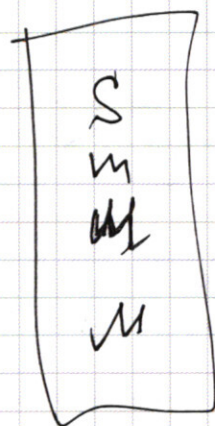
$ma = (F - \mu \cdot 3mg)$

$\frac{m\Delta v}{\Delta t}$

$m\Delta v = (F - \mu \cdot 3mg) \Delta t$

$mS = (F - 3\mu mg) \cdot t^2$

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



$S = \frac{v + v_0}{2} t = \frac{v}{2} t$

$\Delta v = v_k - \frac{v_0}{0}$

$\frac{\Delta v}{2} t$