

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/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

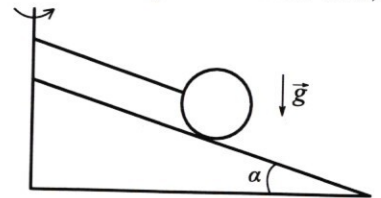
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в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

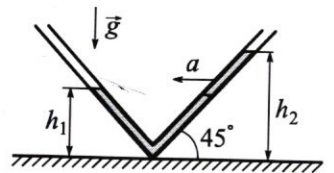
- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



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.

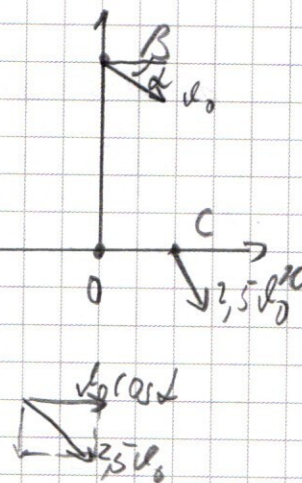
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

- 1) Горизонтальная компонента на
0х по модулю и равна
 $v_0 \cos \alpha$. Найдем ^{вертикальную} горизонтальную
компоненту по второму уравнению

$$v_y = \sqrt{(2,5v_0)^2 - (v_0 \cos \alpha)^2} = 8\sqrt{6} \text{ м/с} \approx 28 \text{ м/с}$$

Ответ: $8\sqrt{6} \text{ м/с}$, 28 м/с , $8\sqrt{6} \text{ м/с}$



- 2) ~~Время полета определяется по по времени~~
~~AB и время броска участка BC~~

$$t(AB) = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad (0 = v_0 \sin \alpha - gt)$$

$$v_0 \sin \alpha + gt = v_y \quad v_y$$

$$(BC) t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = 0,4(2\sqrt{6} - \sqrt{3}) \text{ с.}$$

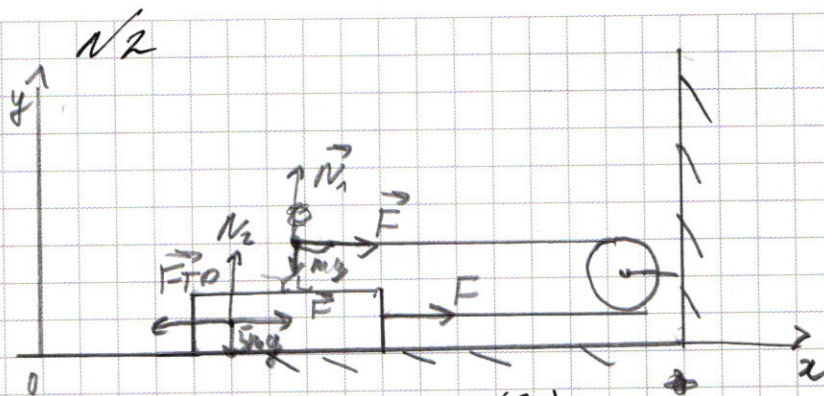
$$t = t(BC) + t(AB) = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{4\sqrt{3} + 8\sqrt{6}}{g} \text{ с.}$$

Ответ: $\frac{4\sqrt{3} + 8\sqrt{6}}{g} \text{ с.}$, $0,4(2\sqrt{6} - \sqrt{3}) \text{ с.}$

- 3) Чтобы найти горизонтальное смещение камня
нужно горизонтальную компоненту умножить на все время
полета

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t = 4\sqrt{3} + 32\sqrt{6} + 1,6(2\sqrt{6} - \sqrt{3}) \text{ м}$$

Ответ: $4\sqrt{3} + 32\sqrt{6} \text{ м.}$, $1,6(2\sqrt{6} - \sqrt{3}) \text{ м.}$



- 1) При движении ящика $N_2 = 5mg + mg = 6mg$, ^(0.4) нормально
 они давят на пол с силой $6mg$ по Oy , по Ox $F_{тр} = \mu 6mg$, нормально
 сила трения будет направлена под углом α к Ox - $6\mu g \sqrt{1+\mu^2}$
 Ответ: $6mg \sqrt{1+\mu^2}$
- 2) Запишем II-й и III-й законы для ящика и человека
 Ox $-F_{тр} + 2F_0 = 0$ (в идеальном случае $a=0$)
 $2F_0 = F_{тр} = \mu(mg + 5mg) = \mu 6mg$ ($2F_0$ т.е. сила киты + по III
 закону со стороны человека)
 $F_0 = 3\mu mg$ Ответ: $3\mu mg$
- 3)
 Ox $-\mu 6mg + 2F = 6ma$ (для системы человек + ящик)
 $a = \frac{F}{3m} - \mu g$
 $S = \frac{v^2}{2a}$ (система движется равноускоренно)
 $v = \sqrt{2S(\frac{F}{3m} - \mu g)}$
 Ответ: $\sqrt{2S(\frac{F}{3m} - \mu g)}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

 $\sqrt{3}$

- 1) Запишем $\bar{U}$ -й з-н. Котомки
на O_2C $T - mg \sin \alpha = 0$

$$T = mg \sin \alpha$$

Orbiten: m_1 & m_2 sind

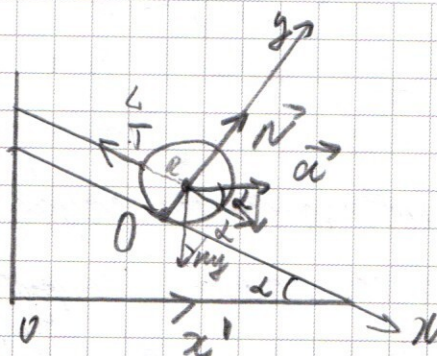
- 2) Записи в Д-и ж-н Нормана на Ох глгя з.м.

$$T - mg \sin \alpha = m \omega (R + L) \cos^2 \alpha \quad (\text{nach oben und um gekippt})$$

массы при го ферментации от $R+L$; масса при $Ox' - (R+L)(\alpha_{Ox'})$

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

Orbital: $m(gsr + \omega(R+L)\cos\theta)$

 $\sqrt{4}$

- 1) Если рассмотреть кусок

mo na novo Egem gijimtofoce

$F_{\text{пр}} = m a$ и сила инерции (Возмущающий эффект для рассматриваемой в Н.Н. (б) системы отсчета)

$$\int F_{\text{arm } x} = ma$$

$$\downarrow F_{\text{ap}} g_y = m g$$

$$F_{\text{uno}} = m \sqrt{a^2 + y^2}$$

$\Rightarrow$ получаем это число армилла

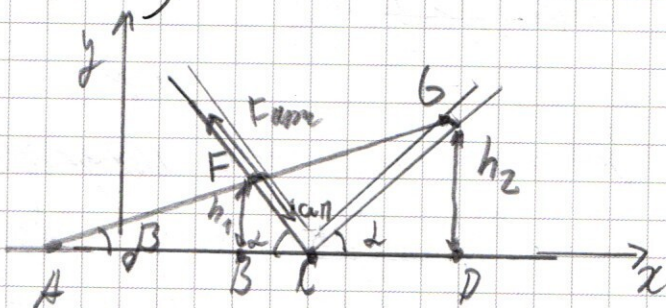
притягивающая поверхность шаров, но такая сила

артиллерия противонаблюдения полностью уничтожена $\Rightarrow$ полное господство

перелом криво поперечной линии. Наблюд. 6.3

$$BD = (h_1 + h_2) \cot \theta$$

$$\frac{AB}{AB + (h_1 + h_2) \mu_{gh}} = \frac{h_1}{h_2}$$



$$f_{g, \beta} = \frac{h_1}{AB} \approx \frac{h_1 (h_2 - h_1)}{(h_2 + h_1) h_1 c + g d} = \frac{1}{5}$$

~~малая часть имущества от общего номинального имущества.~~

$$\frac{mg(h_2 - h_1)}{2} = \frac{mg(h_2 - h_1)}{2} + \frac{m\dot{\varphi}^2}{2} \quad (\text{у нас будет колебания})$$

Обобщенная масса
(с учетом E и h_1)

The diagram shows a V-shaped structure. The left arm is a horizontal beam of length l with a point mass m at its right end. The right arm is an inclined beam of length l with a point mass m at its top end. The vertical height of the horizontal beam is h_1 . The vertical height of the inclined beam is $h_2 - h_1$.

$$PV = \frac{pV RT}{M_p}$$

$$\rho_n = \frac{M_n P}{RT} = (\rho_{\text{норм}}) = \text{const} \quad (P\text{-константа, т.е. } T = \text{const})$$

Ordnung: $\frac{51}{101936}$

$$\frac{m_{\Pi}}{V} = \text{const} \quad \frac{m_{\Pi}}{V} = \frac{m_{\Pi x}}{V}; \quad m_{\Pi x} = \frac{m_{\Pi}}{y}; \quad m_{\text{ложка}} = m_{\Pi} \left(1 - \frac{1}{y}\right)$$

Impfen: $\frac{1019360}{1887}$



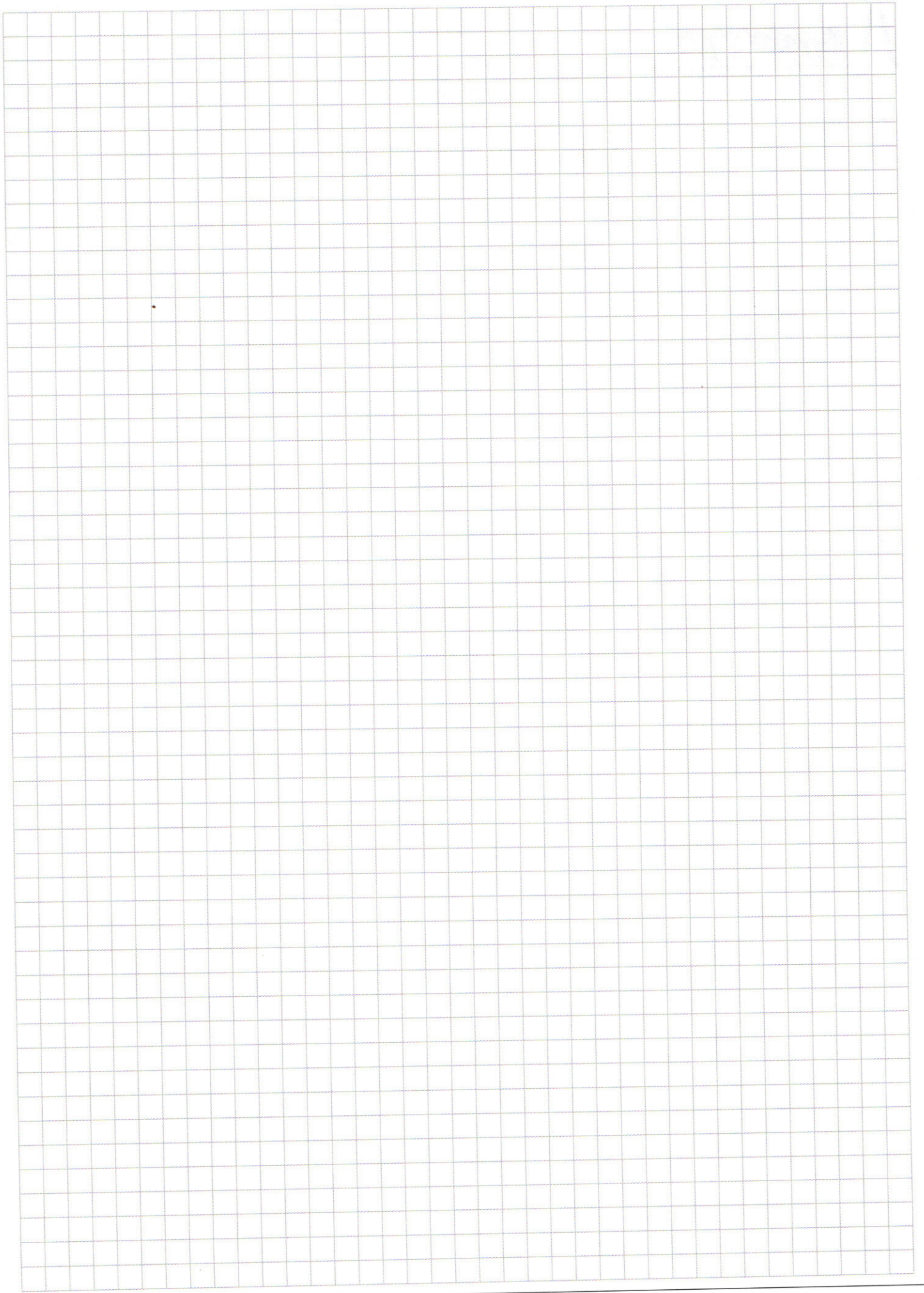
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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

$\rho = \frac{F}{S}$
 $\sqrt{\frac{4}{100}} \cdot 10$
 $\frac{2}{\sqrt{10}} = 0,2\sqrt{10}$
 $\frac{8}{200} = \frac{2,5}{100}$
 $\sqrt{(20)^2 - (20-4)^2} = \sqrt{16 \cdot 24} = \sqrt{16 \cdot 4 \cdot 6} = 8\sqrt{6}$
 $\sqrt{54} = 1 + \frac{1}{2} \cdot 5 = 3,5$
 $0 = v_0 \sin \alpha - g t$
 $g t = v_0 \sin \alpha$
 $\frac{1}{10} \left(\frac{8 \cdot 8 \cdot \sqrt{3}}{10} + 8\sqrt{6} - \frac{8 \cdot \sqrt{3}}{2} \right)$
 $8\sqrt{3} + 8\sqrt{6} - 4\sqrt{3} = 4\sqrt{3} + 8\sqrt{6}$
 $4\sqrt{3} + 8\sqrt{3} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{3} (4 + 8\sqrt{2})$
 $\frac{mg(h_2 - h_1) - \frac{1}{2} \rho^2}{2} = \frac{10 \cdot 4}{100} = \frac{2}{10} = \sqrt{10}$
 $0,2\sqrt{10}$

$2,5v_0$
 $2 - \frac{1}{10}$
 $4 \cdot 6$
 $28,0$
 $2\sqrt{4} +$
 $5m$
 $5m$
 $N - m_y = 0$
 $F_{TP} = 46mg$
 $\frac{mg(h_2 - h_1) - \frac{1}{2} \rho^2}{2}$
 $\frac{10 \cdot 4}{100}$
 $\frac{2}{10}$
 $\sqrt{10}$
 $0,2\sqrt{10}$

4.

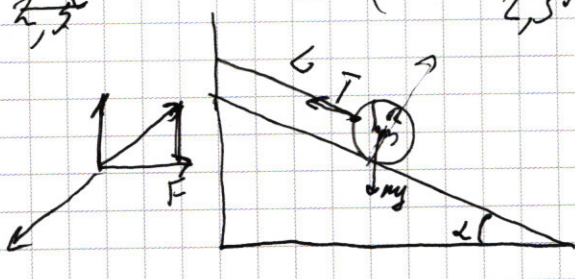
2,5

$$\frac{1}{10} (8\sqrt{6} - \frac{4}{2}\sqrt{3})$$

20 -

16.284

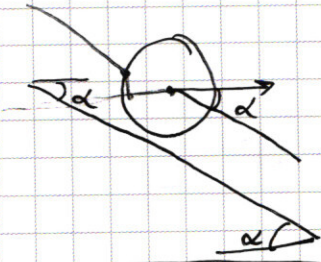
$$\sqrt{16 \cdot 4 \cdot 6} = 16\sqrt{6}$$



$$mgsin\alpha = TR$$

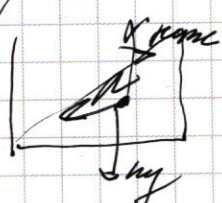
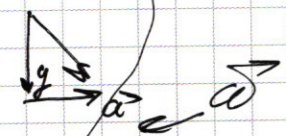
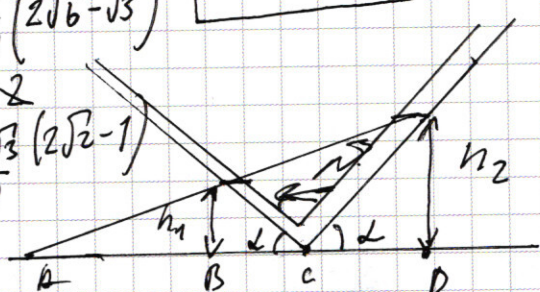
$$ABh_2 = ABh_1 + (h_1 + h_2)ctg\alpha h_1$$

$$AB = \frac{(h_1 + h_2)ctg\alpha h_1}{(h_2 - h_1)}$$

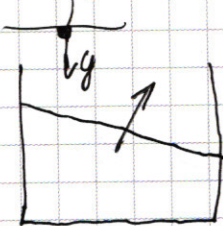


$$\frac{4}{10} (2\sqrt{6} - \sqrt{3})$$

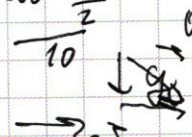
$$\frac{4\sqrt{3}}{10} (2\sqrt{2} - 1)$$



$$8\sqrt{6} =$$

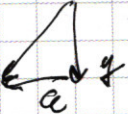


$$\frac{8\sqrt{6} - 8\sqrt{3}}{10}$$



$$0,4(2\sqrt{6} - \sqrt{3})$$

$$(2+1) = 1 + \frac{1}{2} \cdot 2 = 2$$



$$F_{up} = mg$$

$$F_{up} = \gamma ma$$

$$F_{up} = ma$$

$$F_{up} = mg$$

$$BD = (h_1 + h_2)ctg\alpha$$

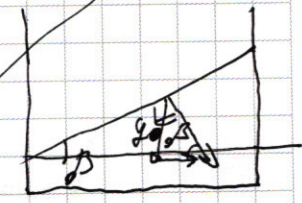
$$\frac{AB}{AB + BD} = \frac{h_1}{h_2}$$

$$ABh_2 = ABh_1 + h_1(h_1 + h_2)ctg\alpha$$

$$ABh_2 = ABh_1 + (h_1 + h_2)h_1ctg\alpha$$

$$AB = \frac{(h_1 + h_2)h_1ctg\alpha}{(h_2 - h_1)}$$

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



$$8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$PV = nRT$$

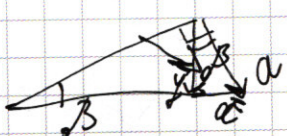
$$\frac{+283}{95}$$

$$\frac{8,3123}{21}$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 4}{100}}$$

$$\sqrt{\frac{5 \cdot 4 \cdot 4}{100}}$$

$$0,455$$



$$\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 4} = \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 5} = 4\sqrt{5}$$



$$P_1 = \frac{nRT}{V_1}$$

$$\frac{18 \cdot 8,5 \cdot 10}{8,31}$$

$$36$$

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$\frac{18 \cdot 8,5 \cdot 10}{100 \cdot 8,31 \cdot 368}$$

$$2,87$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{18 \cdot 8,5}{10^3} = 8,31 \cdot 368 \cdot 10^{3,2}$$

$$2,77 \cdot 184$$

$$\frac{95}{368}$$

$$\frac{8,31}{2} = 4,155$$

$$\frac{184}{2} = 92$$

$$3468$$

$$+ 184$$

$$+ 184$$

$$368$$

$$\frac{3 \cdot 8,5}{2,77 \cdot 184 \cdot 10^2}$$

$$\frac{3 \cdot 8,5}{2,77 \cdot 184}$$

$$\frac{8,31}{2} = 4,155$$

$$\frac{184}{2} = 92$$

$$2,77$$

$$23$$

$$21$$

$$\frac{8,5}{3} = 2,833$$

$$\frac{255}{2,77 \cdot 184 \cdot 10^2} = \frac{51}{368}$$

$$368$$

$$2,77$$

$$+ 2576$$

$$+ 2576$$

$$736$$

$$101936$$

$$PV = \nu RT$$

$$PV = \frac{mRT}{M}$$

$$\frac{mP}{RT} = \frac{m}{V_M}$$

$$\frac{m_{\Pi}}{V_{\Pi}} = \frac{m_{\Sigma}}{V_{\Sigma}}$$

$$m_{\Sigma} = \frac{m_{\Pi}}{4,7}$$

$$\left(m_{\Pi} - \frac{m_{\Pi}}{4,7} \right) = m_{\text{воз}}$$

$$\frac{m_{\Pi}}{4,7} \left(1 - \frac{1}{4,7} \right)$$

$$\frac{V_{\text{воз}}}{V_{\text{воз}}} = \frac{m_{\text{воз}}}{m_{\Pi} \left(1 - \frac{1}{4,7} \right)}$$

$$\frac{1019360}{51,37} = 20$$

$$\frac{m_{\Pi}}{4,7} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{воз}}} \left(1 - \frac{1}{4,7} \right) = \frac{\rho_{\text{воз}}}{\rho_{\text{жид}}} \cdot \frac{1}{(3,7)}$$

$$\frac{51}{3,7} = 13,78$$

$$+ 357$$

$$+ 153$$

$$1887$$

$$D = \frac{PRT}{M_r}$$

$$D_{\Pi} = \frac{P M_r}{RT} = \frac{85 \cdot 10^3 \cdot 18}{837 \cdot 368} = \frac{85 \cdot 10^3}{2770 \cdot 368} =$$

$$\frac{m_{\Pi}}{V} = \frac{m_{\Pi} \cdot y}{V}$$

$$m_2 = \frac{m_{\Pi}}{y}$$

$$m_6 = m_{\Pi} \left(1 - \frac{1}{y}\right)$$

$$\frac{m_{\Pi}}{D_{\Pi} y} = \frac{m_{\Pi} \left(1 - \frac{1}{y}\right)}{D_6}$$

$$\frac{m_{\Pi} D_6}{D_{\Pi} y m_{\Pi} \left(1 - \frac{1}{y}\right)} = \frac{D_6}{D_{\Pi} (y-1)}$$

$$\begin{array}{r} 57 \\ \times 37 \\ \hline 399 \\ + 1710 \\ \hline 2103 \\ \hline 1887 \end{array}$$

$$= \frac{85 \cdot 10^3}{2770 \cdot 368} = \frac{85 \cdot 10^3}{101936}$$

$$\begin{array}{r} 184 \overline{) 17} \\ - 17 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 554 \overline{) 51} \\ - 51 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2770 \overline{) 5} \\ - 25 \\ \hline 27 \\ - 25 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 554 \overline{) 184} \\ - 184 \\ \hline 0 \\ 554 \overline{) 554} \\ - 554 \\ \hline 0 \\ 554 \overline{) 101936} \\ - 101936 \\ \hline 0 \end{array}$$