

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-01

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

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.

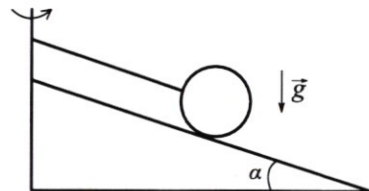
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

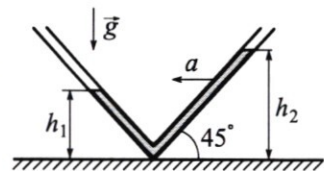


- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

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 коленах 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.

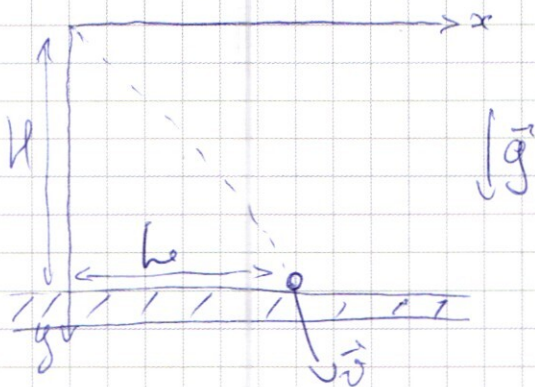
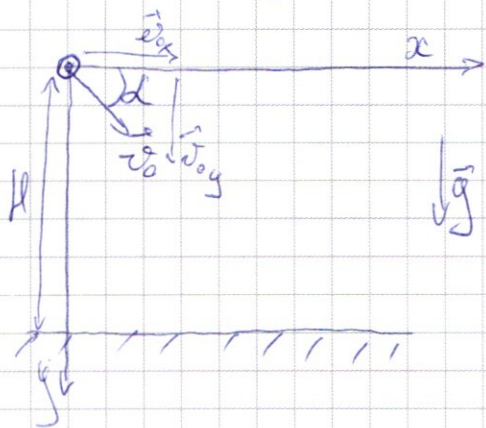
- 1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
- 2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 4,7$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

Дано: В условии было сказано, что камень всё время приближается к земле. Из этого можно сделать вывод, что $\vec{v}_0$ вектор направлен к земле и камень летит вниз. Всегда из этого проведем ось OY сверху-вниз а точку, откуда бросили камень, примем за начало координат. Имени рисунки:



1) Скорость $v = 2,5 v_0$ по условию. Примем камень за материальную точку и выразим v_{0x} и v_{0y} — компоненты начальной скорости и v_x и v_y — текущие:

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Поскольку $\vec{g}$ направлен оси OY , то:

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha. \text{ Зная это и то, что } v = 2,5 v_0 \text{ найдем:}$$

$$v = 2,5 v_0 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_y^2}.$$

Отсюда выразим искомого v_y :

$$v_y = \sqrt{v_0^2 (6,25 - \cos^2 \alpha)} = v_0 \sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha}.$$

$$[v_y] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1} = \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right]. - \text{Единица измерения скорости.}$$

$$\{v_y\} = 8 \sqrt{6,25 - \cos^2 60^\circ} = 8 \sqrt{6} \approx 19,04 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

1) Ответ: 19,04 м/с.

2) Нам нужно уравнение зависимости скорости от времени; для вертикальных компонент:

$$\vec{v}_y = \vec{v}_{0y} + \vec{g} t \Rightarrow v_y = v_{0y} + g t = v_0 \sin \alpha + g t.$$

Отсюда выразим время полёта:

$$t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g}; [t] = \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = [\text{с}].$$

$$\{t\} = \frac{19,04 - 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} \approx 1,024 (\text{с}).$$

2) Ответ: 1,024 с.

3) Определим горизонтальное смещение через L . Тогда, поскольку время в воздухе пренебрегаем и считываем, что $g_x = 0$, то $v_x = v_{0x}$ имеем:

$$L = v_{0x} \cdot t = v_0 t \cos \alpha; [L] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} \cdot 1 = [\text{м}].$$

$$\{L\} = 8 \cdot 1,024 \cdot \frac{1}{2} = 4,096 (\text{м}).$$

3) Ответ: 4,096 м.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 2

Дано:

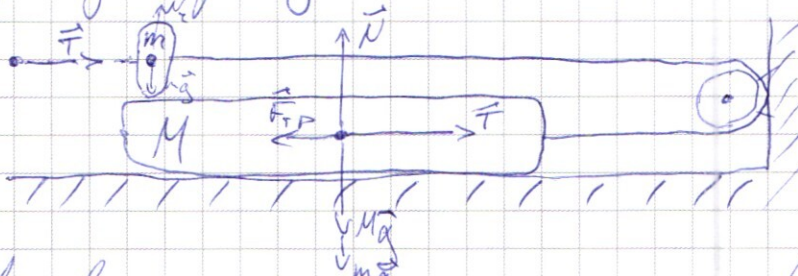
S

m

$M = 5m$

μ
 F

Нарисуем рисунок:



1) P - ?

2) F_a - ?

3) v - ?

~~1) Как видно, центр тяжести человека был вынесен влево.~~

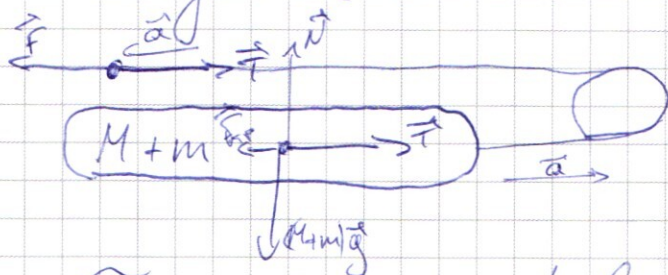
Итак, пренебрегая массой блока, каната и трением в оси блока. Найдем силу P , с которой человек и ящик давят на пол.

$P = N$. А как видно из рисунка: $N = (M+m)g$;

$$P = (M+m)g = (5+1)mg = 6mg.$$

1) Ответ: $6mg$.

2) Теперь будем рассматривать человека и ящик как одно целое:



Теперь будем рассматривать веревочную часть ко-
нота.

Для человека и ящика:

$$T - F_{\text{тр}} = (M+m)a; \quad F_{\text{тр}} = \mu N = \mu(M+m)g = 6 \mu mg.$$

$$T - 6 \mu mg = 6ma; \quad (I)$$

Для верхней части каната:

$F - T = m_k a$, поскольку на канат действует с силой F . По условию, масса m_k каната равна нулю, т.е.:

$$F - T = 0; \quad F = T. \quad \text{Подставим в выражение (I):}$$

$$F - 6 \mu mg = 6ma;$$

$$F = 6m(a + \mu g). \quad (II)$$

Максимальная требуемая сила будет, если $a = 0$, т.е. движение равноускоренное.

$$F_0 = 6 \mu mg.$$

2) Ответ: $6 \mu mg$.

3) Зная значение F найдём ускорение a из ф. (II):

$$a = \frac{F}{6m} - \mu g;$$

Подставим a в формулу перемещения при равноускоренном движении, зная, чему равно S :

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}; \quad v_0 = 0, \text{ поскольку система сначала покоилась.}$$

$$S = \frac{v^2}{2(\frac{F}{6m} - \mu g)}; \quad v = \sqrt{2S(\frac{F}{6m} - \mu g)}; \quad \text{Найдём единицы измерения:}$$

$$[v] = \sqrt{m \cdot (\frac{H}{kg} - 1 \cdot \frac{m}{s^2})} = \sqrt{m(\frac{kg \cdot m}{kg \cdot s^2} + \frac{m}{s^2})} = \sqrt{\frac{m^2}{s^2}} = [m/s].$$

$$3) \text{ Ответ: } \sqrt{2 \cdot S (\frac{F}{6m} - \mu g)}.$$

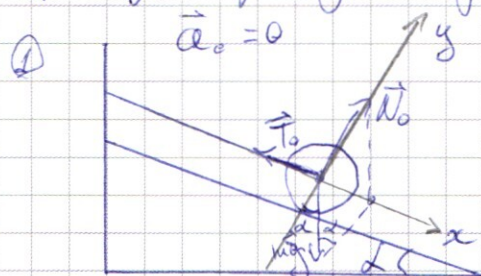
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

Дано:

m
 R
 α
 L
 ω

Нарисуем рисунок для 1 случая:



Силой трения и
массой нити пре-
небрегаем.

1) F_0 ?

T_0 - ?

2) T_0 - ?

1) Система покоится, так что:

$$\vec{a}_0 = 0; \quad \vec{T}_0 + \vec{N}_0 + m\vec{g};$$

Проведём ось Ox параллельно клину:

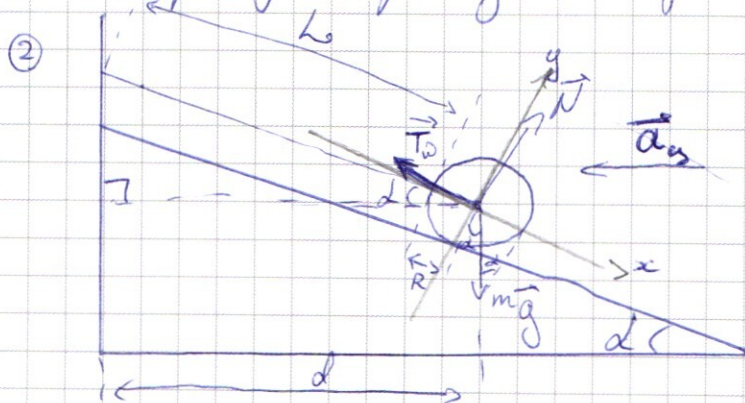
Напишем уравнение для оси Ox :

$$mg \sin \alpha - T_0 = ma_0 = 0. \quad \text{Откуда:}$$

$$T_0 = mg \cdot \sin \alpha;$$

$$\Delta \text{ Ответ: } mg \cdot \sin \alpha.$$

2) Нарисуем рисунок для 2 случая:



Проведём оси так
же, как и в
первой раз.

Поскольку шар вращается, то его угловое
ускорение равно a_{ω} - центростремительному:

$$\vec{T}_0 + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_{\omega}, \text{ где } T_0 - \text{искала сила.}$$

Напишем уравнение для оси OX:

$$(I) T_0 - mg \cdot \sin \alpha = m a_{\omega} \cdot \cos \alpha, \text{ поскольку } \vec{a}_{\omega} \text{ направлено под углом } \alpha \text{ к оси OX.}$$

Найдём a_{ω} . Рассмотрим d от оси вращения
до центра шара равно:

$$d = (L + R) \cdot \cos \alpha, \text{ как видно из рисунка (2).}$$

Центростремительное ускорение равно:

$$a_{\omega} = \frac{v^2}{d} = \omega^2 d = \omega^2 (L + R) \cdot \cos \alpha.$$

Подставим a_{ω} в уравнение (I):

$$T_0 - mg \cdot \sin \alpha = m \omega^2 (L + R) \cdot \cos^2 \alpha.$$

Тогда исконое T_0 равно:

$$T_0 = m (g \cdot \sin \alpha + \omega^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot (L + R)).$$

$$2) \text{ Ответ: } m (g \cdot \sin \alpha + \omega^2 (L + R) \cdot \cos^2 \alpha).$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5

Дано:

$$T = 95^\circ\text{C} = 368\text{K}$$

$$p = 8,5 \cdot 10^4 \text{Па}$$

$$\gamma = 4,2$$

$$\rho = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

1) $\frac{\rho_n}{\rho} - ?$

2) $\frac{V_n}{V_b} - ?$

Поскольку пар насыщенный, то при $T = \text{const}$, его плотность ρ_n и давление p остаются неизменными.

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона в общем виде:

$$pV = \nu RT$$

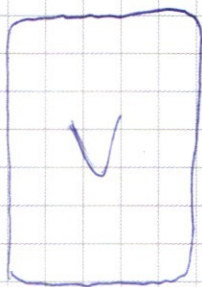
$$pV = \frac{m}{\mu} RT, \text{ то есть:}$$

$$p = \frac{m \cdot RT}{V \cdot \mu}, \text{ так как } \frac{m}{V} = \rho, \text{ имеем}$$

$$p = \frac{\rho_n RT}{\mu}; \rho_n = \frac{\mu p}{RT}, \text{ где}$$

V - объем всего цилиндра, ν - кол-во в-ва всех молекул воды, m - масса пара и воды вместе.

Визуально как составили, как мы видим, водяной пар занимает весь цилиндр, а вода в жидком состоянии отсутствует, поэтому масса, объем и кол-во в-ва пара равны соответственно m , V и ν , поэтому выше приведенное уравнение верно:



Найдём отношение $\frac{p_n}{p}$;

$$\frac{p_n}{p} = \frac{\mu p}{p R T} ; \left[\frac{p_n}{p} \right] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{Па} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}}{\text{моль} \cdot \text{кг} \cdot \Delta x \cdot \text{К}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{Н} \cdot \text{м}} = [1].$$

Единицы измерения совпадают.

$$\left\{ \frac{p_n}{p} \right\} = \frac{0,018 \cdot 8,314 \cdot 10^4}{10^3 \cdot 8,314 \cdot 368} \approx 0,0005 = 5 \cdot 10^{-4}.$$

1) Ответ: $5 \cdot 10^{-4}$.

2) Выводим среднее поперечное $V_n = \frac{V}{\gamma}$; $V = \gamma \cdot V_n$, где V_n — поперечное сечение пара.

Поскольку более высокая температура молекул воды не учитывается, то:

$V = V_v + V_n$, где V_n и V_v — соответствующие объёмы пара и воды.

$V_v = V - V_n$. (I) Найдём V_n и V_v ;

$$V = \frac{m}{\mu} = \frac{p_n V}{p} = \frac{p_n \gamma \cdot V_n}{p}; V_n = \frac{p V}{p \mu}.$$

$$V_v = \frac{m_v}{\mu} = \frac{p_v V_v}{p}; \text{Подставим это в формулу (I):}$$

$$\frac{p V_v}{p} = \frac{\gamma \cdot p_n V_n}{p} - \frac{p_n V_n}{p};$$

$$p V_v = p_n V_n (\gamma - 1); \text{Искомое } \frac{V_n}{V_v} \text{ равно:}$$

$$\frac{V_n}{V_v} = \frac{p}{p_n (\gamma - 1)} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-4} (4,7 - 1)} = \frac{2 \cdot 10^3}{3,7} \approx 0,54 \cdot 10^3 = 5,4 \cdot 10^2.$$

2) Ответ: $5,4 \cdot 10^2$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4

Дано:

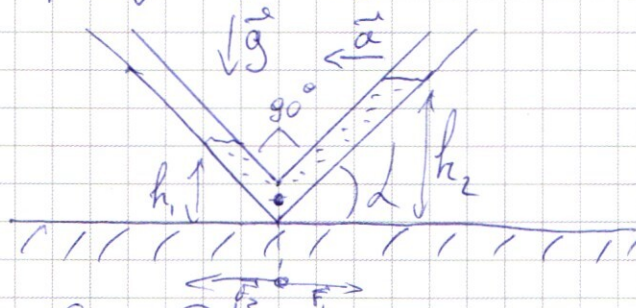
$$\alpha = 45^\circ$$

$$h_1 = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$$

$$h_2 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Нарисуем рисунок:



1) a - ?

2) v - ?

1) Сила тяжести справа действует на левый ствол силой F_2 равной:

$$F_2 = m_2 g.$$

Масса m_2 этого ствола равна:

$m_2 = \rho V_2 = \rho h_2 S$, где S - площадь поперечного сечения ствола. Тогда: $F_2 = \rho h_2 S g$.

Аналогично $F_1 = \rho h_1 S g$ для левого ствола.

Как видно из рисунка, где центр тяжести масса вынесен на пересечение сил F_1 и F_2 .

$$F_2 - F_1 = m a = (m_1 + m_2) a = \rho S (h_1 + h_2) g a.$$

Найдём a :

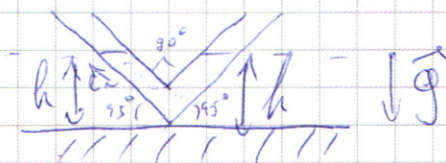
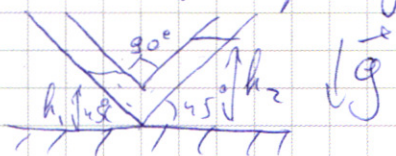
$$\rho h_2 S g - \rho h_1 S g = \rho S (h_1 + h_2) a;$$

$$a = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} g; [a] = \frac{\text{м}}{\text{м}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = [\frac{\text{м}}{\text{с}^2}].$$

$$\{a\} = \frac{0,12 - 0,08}{0,08 + 0,12} \cdot 10 = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

1) Ответ: 2 м/с^2 .

2) Нарисуем рисунок:



Поскольку оба конца трубы наклонены от горизонта под $\alpha = 45^\circ$, то проекция g на трубу будет равна:

$$g_n = g \cdot \sin \alpha$$

Максимальная скорость будет достигнута при $h = \frac{h_1 + h_2}{2}$, когда высоты штабов будут равны.

$l = \frac{h - h_1}{\sin \alpha}$ — путь, пройденный маслом.

В точке h ускорения штабов уравновешиваются, тогда $g_{cp} = \frac{g \cdot \sin \alpha}{2}$, т.к. зависимость линейная.

$$l = \frac{v^2}{2g_{cp}} = \frac{v^2}{g \cdot \sin \alpha}, \text{ для равноуск. движения.}$$

$$l = \frac{h - h_1}{\sin \alpha} = \frac{v^2}{g \cdot \sin \alpha}; \quad v^2 = g(h - h_1) = g \cdot \frac{h_2 - h_1}{2};$$

$$v = \sqrt{g \cdot \frac{h_2 - h_1}{2}}; \text{ Проверим единицы измерения:}$$

$$[v] = \sqrt{\frac{m}{c} \cdot m} = \sqrt{\frac{m^2}{c}} = [m/c] - \text{верно.}$$

$$\{v\} = \sqrt{10 \cdot \frac{0,2 - 0,08}{2}} = \sqrt{0,2} \approx 0,45 \text{ (м/с).}$$

2) Ответ: 0,45 м/с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$v = 2,5 v_0$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad \alpha = 2,5 \alpha_0$$

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha;$$

$$v_y = v_{0y} + gt = v_0 \sin \alpha + gt$$

$$h = v_{0y} t + \frac{gt^2}{2} = \frac{v_{0y} v_{0y} - v_{0y}^2}{g} + \frac{v_{0y}^2 - 2v_{0y} v_y + v_y^2}{2g} = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{g}$$

$$= \frac{2v_y v_{0y} - (v_{0y}^2 + v_y^2 - 2v_{0y} v_y + v_{0y}^2)}{2g} = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g}$$

$$v_y^2 = 6,25 v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha = v_0^2 (6,25 - \cos^2 \alpha)$$

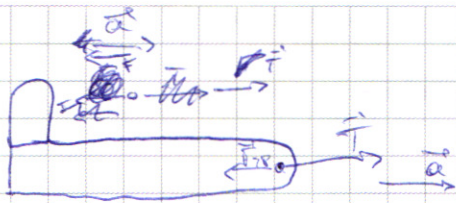
$$h = \frac{v_0^2 (6,25 - \cos^2 \alpha) - v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 (6,25 - \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)}{2g}$$

$$v_y = v_0 \sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} = 8 \sqrt{6,25 - 0,25} = 8 \sqrt{6} \approx 19,6$$

$$2) t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{8 \sqrt{6} - 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = \frac{19,6 - 6,92}{10} = 1,268$$

$$= 1,704 - 0,68 \approx 1,024 \text{ c.}$$

$$3) L = v_{0x} \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot t = 8 \cdot 1,024 \cdot \frac{1}{2} = 4,096$$



$$F_{fr} = \mu 5mg; T - 5\mu mg = 5ma$$

$$\cancel{T - F = ma} \quad T - F = ma$$

$$\underline{ma + F - 5\mu mg = 5ma}$$

$$F = 3ma + 5\mu mg$$

$$F_{fr} = 0$$

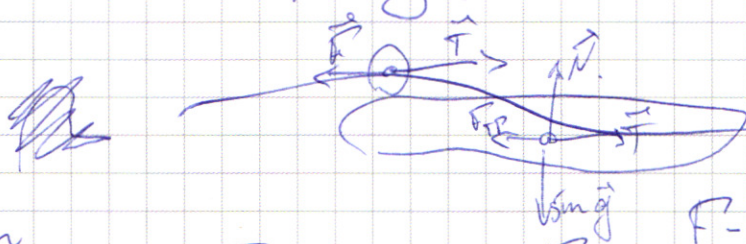
$$T = 5ma$$

$$F - T = ma$$

$$F = 6ma$$

$$\underline{ma + F - 6\mu mg = 5ma}$$

$$F = 5ma + 6\mu mg$$



$$T - F_{fr} = 5ma$$

$$F - T = ma$$

$$\cancel{5ma = 2T - 5\mu mg - F}$$

$$\cancel{F = 2T - 5m(a + \mu g)}$$

$$F - 6\mu mg = 6ma$$

$$F = 6m(a + \mu g)$$

$$T - 6\mu mg = 6ma$$

$$F - T = ma = 0$$

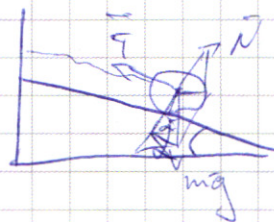
$$F + T = ma; \quad ma - F - 6\mu mg = 5ma$$

$$T - F = ma$$

$$F - 6\mu mg = 6ma$$

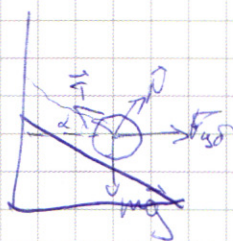
$$F = 6m(a + \mu g)$$

3.



$$N = mg \cos \alpha$$

$$T = mg \sin \alpha$$



$$T = \sin \alpha \cdot mg + \cos \alpha \cdot F_{c.s.} = mg \sin \alpha + ma \cos \alpha$$

$$a_{cs} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \omega^2 L \cdot \cos \alpha$$

$$T = mg \sin \alpha + m \omega^2 L \cos^2 \alpha = m(\omega^2 L \cos^2 \alpha + \sin \alpha)$$

$$mg \cos \alpha - m a_{cs} \sin \alpha = \cancel{mg \cos \alpha}; \quad N = m(\omega^2 L \sin \alpha + g \cos \alpha)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

h.
 $\alpha = 45^\circ$
 $h_1 = 8 \text{ cm}$
 $h_2 = 12 \text{ cm}$

$a = ?$
 $v = ?$

$g g h_1 = g g h_2$

$\rho_1 = \rho_2$

$F_2 - F_1 = m a$

$F_2 = m_2 g$; $F_1 = m_1 g$; $F_2 - F_1 = (m_2 - m_1) g$

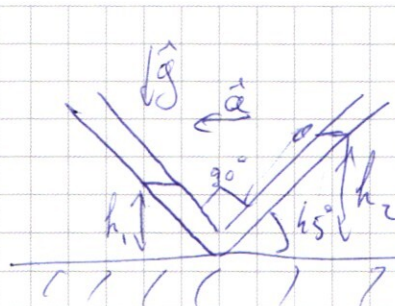
$m_2 = h_2 \cdot S \cdot \rho$; $m_1 = h_1 \cdot S \cdot \rho$; $m = (h_1 + h_2) S \cdot \rho$

$(h_2 - h_1) S \rho g = (h_1 + h_2) S \rho a$

$a = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} g = \frac{4}{20} \cdot 10 = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}$

$F = \rho S$; $(h_1 + h_2) S \cdot \rho = S \rho (h_2 - h_1)$

$l_2 = h_2 \sqrt{2}$; $g_1 = \frac{g}{\sqrt{2}}$; $F_2 = S \rho h_2 \sqrt{2} \cdot \frac{g}{\sqrt{2}}$



$g = \frac{g}{\sqrt{2}}$

$g = \frac{F}{m}$

$g_0 = \frac{0}{m}$

$a_{cp} = \frac{a}{\sqrt{2}}$

$h - h_1 = \frac{a v^2}{2 g}$

$h = \frac{h_1 + h_2}{2} = 10 \text{ cm}$

$(h - h_1) \rho g = A = \frac{m v^2}{2}$

$v = \sqrt{2 a (h - h_1)}$

$$\begin{array}{r} 3,2 \\ \times 3,2 \\ \hline 64 \\ 96 \\ \hline 1024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,1 \\ \times 3,1 \\ \hline 31 \\ 93 \\ \hline 961 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14031 \\ -1240451 \\ \hline 160 \\ -155 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,45 \\ \times 0,45 \\ \hline 225 \\ 180 \\ \hline 0,2025 \end{array}$$

5. Дано:

$$P_n = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

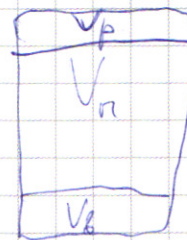
$$T = 95^\circ\text{C} = 368 \text{ K}$$

$$\gamma = 1,7; \mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \text{ паров}$$

$$\rho_b = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

1) $\frac{P_n}{P_b} = ?$

2) $\frac{V_n}{V_b} = ?$



$$P_n = \frac{J_0 R T}{V}; J = \frac{m}{\mu};$$

$$P = \frac{m R T}{\mu \cdot V} = \rho \frac{R T}{\mu}; \rho = \frac{P \mu}{R T};$$

$$\frac{P_n}{P_b} = \frac{P_n \mu}{P_b R T};$$

$$\left[\frac{P_n}{P_b} \right] = \frac{\text{Па} \cdot \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot \frac{1}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}}} = \frac{\text{Па} \cdot \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{К}} = [1]$$

$$\frac{P_n}{P_b} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18}{1000 \cdot 8,314 \cdot 368} = \frac{8,5 \cdot 18}{8,314 \cdot 368} \approx \frac{153}{3060} \approx \frac{1}{20} \approx 0,05$$

$$P_n = \text{const.}; \frac{J_0 R T}{V_0} = \frac{(J_0 - J_b) R T}{V_0 - V_b - V_p} = \frac{J_n R T}{V_n}$$

$$V_0 - V_b - V_p = \frac{V_0}{\gamma}; V_n \cdot \gamma - V_n - V_b - V_p = 0.$$

$$\begin{array}{r} 20 \overline{) 37} \\ 20 \overline{) 0} \\ \underline{185} \\ 150 \\ \underline{143} \\ 7 \end{array}$$

$$J_n = \frac{m_n}{\mu} \approx \frac{P_n V_n}{\mu}; J_0 = \frac{P_n V_0}{\mu};$$

$$\frac{P_n R T}{\mu} = \frac{P_n R T}{\mu} = \frac{P_n V_n R T}{\mu (V_0 - V_b - V_p)}; V_n = V_0 \gamma - V_b - V_p$$

$$V_b = J_0 - J_n = \frac{P_n}{\mu} (V_0 - V_n); V_p = \frac{J_0 \mu}{P_b} = \frac{P_n \cdot \mu (V_0 - V_n)}{\mu \cdot P_b};$$

$$= \frac{P_n}{P_b} (V_0 - V_n) = \frac{P_n}{P_b} (V_0 \gamma - V_n) = \frac{P_n}{P_b} V_n (\gamma - 1);$$

$$\frac{V_n}{V_b} = \frac{P_b}{P_n (\gamma - 1)}$$