

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.

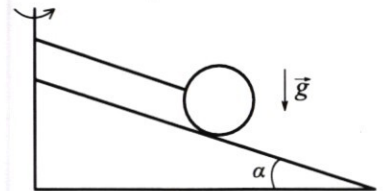
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 .



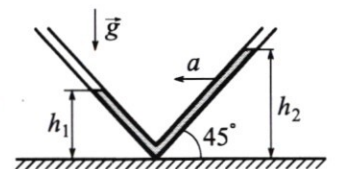
- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

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 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.

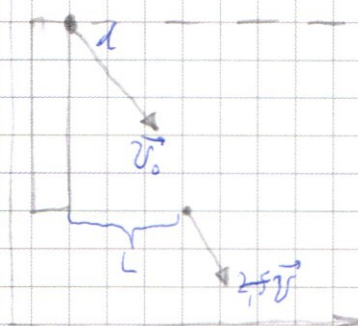
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Дано: $v_0 = 8 \text{ м/с}$

$\alpha = 60^\circ$ $v = 2,5v_0$

$|v_y| = ?$ $T = ?$ $L = ?$



Решение.

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

на x: $s_x = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha t$

($v_{0x} = v_0 \cos \alpha$; $g_x = 0$)

$s_x(T) = L$, поэтому $L = v_0 \cos \alpha T$.

на y: $s_y = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2} = -v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$

и ур-е для проекции скорости на y: $v_y = v_{0y} + g_y t = -v_0 \sin \alpha - g t$

$v_y(T) = -2,5v_0$ по условию $\Rightarrow -2,5v_0 = -v_0 \sin \alpha - g T$,

$2,5v_0 = v_0 \sin \alpha + g T$, откуда $T = \frac{v_0(2,5 - \sin \alpha)}{g}$

тогда $L = v_0 \cos \alpha T = \frac{v_0^2(2,5 - \sin \alpha) \cos \alpha}{g} \approx \frac{64 \cdot 1,639 \cdot 0,5}{10} \approx 5,23 \text{ (м)}$

Отметим, что $v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha = 0,5v_0$;

$v_y = -2,5v_0$ $v = 2,5v_0 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, $v_x^2 + v_y^2 = v^2 = 6,25v_0^2$,

откуда $v_y^2 = 6,25v_0^2 - 0,25v_0^2 = 6v_0^2$ и $v_y = -v_0\sqrt{6}$

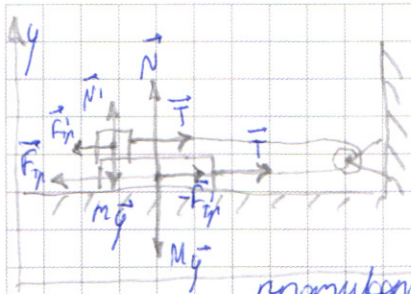
$v_y = -v_0 \sin \alpha - g t$, $v_y(T) = -v_0\sqrt{6} \Rightarrow -v_0\sqrt{6} = -v_0 \sin \alpha - g T$;

$v_0\sqrt{6} = v_0 \sin \alpha + g T$, откуда $T = \frac{v_0(\sqrt{6} - \sin \alpha)}{g} \approx \frac{v_0(2,45 - 0,865)}{g} \approx 1,268 \text{ (с)}$

тогда $L = v_0 \cos \alpha T = \frac{v_0^2(\sqrt{6} - \sin \alpha) \cos \alpha}{g} \approx \frac{1,268 \cdot 8 \cdot 0,5}{10} \approx 5,072 \text{ (м)}$

$|v_y| = v_0\sqrt{6} = 2,45v_0 = 19,6 \text{ м/с}$

Ответ: 1) $19,6 \text{ м/с}$; 2) $1,268 \text{ с}$; 3) $5,072 \text{ м}$.



На человека действует сила тяжести $M\vec{g}$, вес человека $m\vec{g}$, сила натяжения нити $\vec{T}$, а сила трения со стороны пола $\vec{F}_{rp}$, а сила, противодействующая силе трения покоя, действующей на человека со стороны шпика, $-\vec{F}_{rp}'$, и сила реакции опоры $\vec{N}$. По 2-ому закону Ньютона $\vec{N} + M\vec{g} + m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_{rp} - \vec{F}_{rp}' = M\vec{a}$. На ось y : $-Mg - mg + N = 0$, т.к. $\vec{T}$, $\vec{F}_{rp}$, $\vec{F}_{rp}'$, $\vec{a}$ направлены горизонтально. Сила, с которой шпик (человек) давит на пол, по 3-ему закону Ньютона численно равна силе реакции опоры $\vec{N}$: $\vec{P} = -\vec{N}$, откуда $P = N = Mg + mg = 6mg$.

Силу трения скольжения F_{rp} найдём по формуле $F_{rp} = N\mu = 6mg\mu$. При минимальной необходимой силе, с которой можно канат (и которая по 3-ему закону Ньютона равна по модулю силе натяжения каната T) ускорение шпика $a = 0$, и

$$\text{Итак, } M\vec{g} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_{rp} - \vec{F}_{rp}' = 0$$

$$\text{на ось } x: T - F_{rp} + F_{rp}' = 0$$

Очевидно, ускорение человека также 0, поэтому:

$$m\vec{g} + \vec{N}' + \vec{F}_{rp}' + \vec{T} = 0 \quad \text{на } y: -mg + N' = 0; \quad N' = mg$$

$$\text{на } x: T - F_{rp} = 0 \Rightarrow F_{rp} = T$$

$$\text{Напишем, для шпика } T - F_{rp} + F_{rp}' = 0, \quad F_{rp} = 6mg\mu, \quad F_{rp}' = T \Rightarrow 2T = F_{rp} = 6mg\mu, \quad \text{откуда искомая минимальная}$$

$$\text{сила } F_0, \text{ приложенная к канату, } F_0 = T = 3mg\mu.$$

Если человек приложит к канату силу $F > F_0$, то шпик будет двигаться с ускорением $\vec{a}$, и это же ускорение $\vec{a}$ будет иметь и сам человек.

$$M\vec{g} + m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_{rp} - \vec{F}_{rp}' + \vec{N} = M\vec{a}; \quad m\vec{g} + \vec{P}' + \vec{F}_{rp}' + \vec{T} = m\vec{a};$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на x : $T - F_{\text{тр}} + F_{\text{тр}}' = Ma$; $T - F_{\text{тр}}' = ma \Rightarrow F_{\text{тр}}' = T - ma$,

тогда $T - F_{\text{тр}} + T - ma = Ma$, $2T = (M+m)a + F_{\text{тр}}$

Проецируем ур-е z по $L^{\text{мг}}$ z - мысленно для шарика на y ,

получаем $-Mg - mg + N = 0$, откуда $N = Mg + mg = 6mg$ и $F_{\text{тр}} = N\mu = 6mg\mu$.

тогда $2T = (M+m)a + 6mg\mu = 6ma + 6mg\mu = 6m(a + g\mu)$

Отметим, что по 3^{ему} закону Ньютона $\vec{F} = -\vec{T}$ и $T = F$,

поэтому $2F = 6m(a + g\mu)$, $F = 3m(a + g\mu)$, откуда $a = \frac{F}{3m} - g\mu$

$s = \left| \frac{v_0^2 - v^2}{2a} \right|$; $v_0 = 0 \Rightarrow s = \frac{v^2}{2a}$, откуда $v = \sqrt{2as} = \sqrt{2s \left(\frac{F}{3m} - g\mu \right)}$

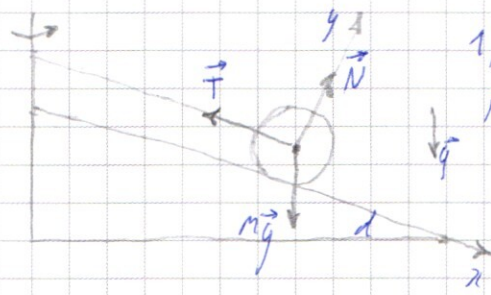
Ответ: 1) $P = 6mg$; 2) $F_0 = 3mg\mu$; 3) $v = \sqrt{2s \left(\frac{F}{3m} - g\mu \right)}$.

N3.

1) система покоится.

тогда по 2^{ому} закону Ньютона $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T} = 0$

(см. рис.). Выберем оси x и y так, как показано на рис.



на ось x : $mg \cdot \sin \alpha - T = 0$; $T = mg \cdot \sin \alpha$

2) наблюдается вращение с угловой скоростью ω .

Добавим ось z , перпендикулярную плоскости

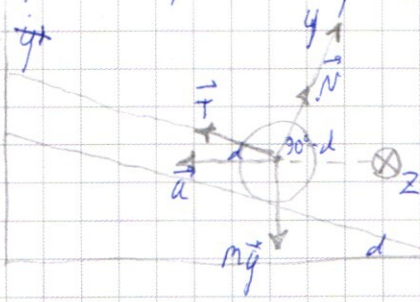
тертема. Очевидно, сила ~~натяжения нити~~

$\vec{T}$ ~~лежит в плоскости xOz , т.е. $T_y = 0$.~~

x т.к. $\omega = \text{const}$, то $T_z = 0$, т.е. все

силы по-прежнему лежат в плоскости xOy .

Но y шар получает центростремительное ускорение $\vec{a}$, направленное по радиусу (к центру) окр-ти, по которой он вращается (см. рис.)



2^{ой} закон Ньютона для этого случая примет вид:
 $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T} = m\vec{a}$ Рассмотрим теперь проекции сил на оси x' и y' (см. рис.) — так удобнее.

на x' : $N \cdot \sin d - T \cdot \cos d = ma$, $a = \frac{N \cdot \sin d - T \cdot \cos d}{m}$

на y' : $N \cdot \cos d + T \cdot \sin d - mg = 0$; $N \cdot \cos d + T \cdot \sin d = mg$

на x : $mg \cdot \sin d - T = -ma \cdot \cos d$, $\Rightarrow a = \frac{T - mg \cdot \sin d}{m \cdot \cos d}$

на y : Дв. Шарик движется по окр-ти радиусом

$r = (L+R) \cdot \cos d$ с линейной скоростью $v = \omega r$

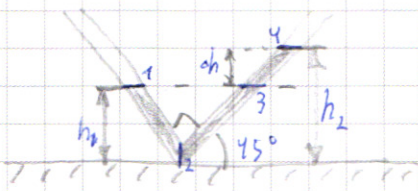
Его центростремительное ускорение $a = a_{ц.с.} = \frac{v^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r =$

$= \omega^2 (L+R) \cdot \cos d$ $a = \omega^2 (L+R) \cdot \cos d$

$mg \cdot \sin d - T = -ma \cdot \cos d \Rightarrow T = mg \cdot \sin d + ma \cdot \cos d = m(g \cdot \sin d + \omega^2 (L+R) \cdot \cos^2 d)$

Итак: 1) $T = mg \cdot \sin d$;

2) $T = m(g \cdot \sin d + \omega^2 (L+R) \cdot \cos^2 d)$



Н.Ч. $d = 45^\circ$; $h_1 = 8 \text{ см}$; $h_2 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$; $\omega = 10 \text{ рад/с}$

Найти: a , v .

Решение. Рассмотрим объем воды в левой части трубки (между сечениями 1 и 2).

Поск. высота этой жидкости в "правой" части трубки больше на $\Delta h = h_2 - h_1$, то на этот объем воды перпендикулярно плоскости сечения 2 действует сила избыточного давления $F = \rho g (h_2 - h_1) S$ ~~$F = mg \cdot \Delta h$~~

$= \rho g (h_2 - h_1) S$ (давление воды в левой части трубки $p_1 = \rho g h_1$,

в правой — $\rho g h_2$, разность давлений равна $\rho g (h_2 - h_1)$, поэтому сила избыточного давления $F = \Delta p S = \rho g (h_2 - h_1) \cdot S$) (ρ — плотность жидкости)

Отметим, что масса воды, — эта жидкость, затопленной между сечениями 3 и 4 (см. рис.), равна $\rho \frac{(h_2 - h_1) S}{\sin d}$ (длина трубки между сечениями равна $\frac{h_2 - h_1}{\sin d}$, ρ — плотность жидкости)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Обозначим эту массу как m .

тогда $m = \frac{\rho(h_2 - h_1) \cdot S}{\sin \alpha}$, $F = \rho(h_2 - h_1) g S = m g \cdot \sin \alpha$

Отметим, что сила F и есть равнодействующая всех сил, действующих на жидкость, заключенную между сечениями 1 и 2, тогда по 2^{ому} закону Ньютона (трение пренебрежимо мало, а сила тяжести уравновешивается силой реакции опоры), тогда по 2^{ому} закону Ньютона $F = ma$, где m - масса заключенной между сечениями 1 и 2 жидкости, a - ускорение трубки.

Очевидно, $m = \frac{\rho h_1 S}{\sin \alpha}$ (плотность жидкости ρ , площадь поперечного сечения - S , длина между сечениями - $\frac{h_1}{\sin \alpha}$)

тогда $F = ma \Rightarrow \rho g(h_2 - h_1) S = \frac{\rho h_1 S}{\sin \alpha} \cdot a$, ρ делим на ρS :

$g(h_2 - h_1) = \frac{h_1}{\sin \alpha} \cdot a$, откуда $a = \frac{(h_2 - h_1) g \cdot \sin \alpha}{h_1} = \frac{0,04 \text{ м}}{0,08 \text{ м}} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \sin 45^\circ =$
 $= \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{5\sqrt{2}}{2} \approx \frac{5 \cdot 1,41}{2} = 3,525 \text{ (м/с}^2\text{)}$

После того, как ускорение "внедрен", на обеих жидкостях между сечениями 1 и 2 будет продолжаться действовать сила

$F = \rho g(h_2 - h_1) \cdot S$, и в начальный момент ж. жидкости

приобретит ускорение $a = \frac{\rho g(h_2 - h_1) S}{\rho S h_1} \cdot \sin \alpha = 3,525 \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ м/с}^2$, при

тем начальная же скорость трубки ~~и~~ жидкости ~~отнюд~~.

трубки равна 0. ($v_0 = 0$). Но в жидкость в левом колене быстро начнет подниматься. Но по мере поднятия избыточного давления будет падать, а вместе с ним ~~уменьшаться~~

будет уменьшаться и ускорение. Ускорение в этом процессе линейно зависит от величины разницы уровней в коленах Δh :

$$a = \frac{\Delta h}{\Delta h_1} a = \frac{\Delta h}{h_1} \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (\text{надо понимать, что теперь } h_1 - \text{ не}$$

начальный, а уменьшающийся во времени параметр, как $\Delta h = h_1$).

Важно, что трения нет, то, пока уровни ^{жидкости} в обоих коленах не выровняются, ускорение жидкости в левом колене (сдвиг и всей жидкости, учитывая д-ва неравномерности жидкостей) всё время будет больше 0, (вода будет „радо разгоняться“, её скорость будет возрастать). Так трения нет, то система станет совершать математические колебания: вода в левом колене продолжит подниматься до тех пор, пока её скорость не упадёт до нуля (как только система пройдёт точку равновесия - момент равенства уровней в коленах - ускорение жидкости в левом колене станет меньше 0).

Затем жидкость в левом колене снова начнёт опускаться и т.д. Очевидно, наибольшую скорость в течение всего этого н-го процесса жидкость будет иметь в момент равновесия системы, т.е. когда уровни жидкости в коленах равны. По закону сохранения энергии (трения нет!), кинетическая энергия жидкости в этот момент максимальна и равна $\frac{mv^2}{2}$ (m - масса жидкости) и равна начальной потенциальной энергии системы (потенциальная энергия системы в момент равновесия нулевая, начальная кинетическая энергия тоже равна 0 (т.к. $v_0 = 0$), а $E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p$).

Начальная потенциальная энергия системы E_{p0} - „избыточная“ потенциальная энергия воды, т.е. разница между потенциальной энергией воды в начальный момент и в положении равновесия.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} \times 1,73 \\ 1,73 \\ \hline 349 \\ 7297 \\ 173 \\ \hline 29241 \\ 29929 \end{array}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,865$$

$$\begin{array}{r} - 2,500 \\ 0,865 \\ \hline 1,635 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,635 \\ 64 \\ \hline 6540 \\ 9810 \\ \hline 104640 \\ 52,3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 85 \\ \hline 90 \\ 144 \\ \hline 1530 \end{array}$$

$$153013058$$

$$\frac{1}{1}$$

$$\frac{(1-\frac{1}{y})pH}{RTp_0} = \frac{RTp_0}{y(1-\frac{1}{y})pH}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,4 \\ 2,4 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24,5 \\ 24,5 \\ \hline 1210 \\ 980 \\ \hline 60010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24,6 \\ 24,6 \\ \hline 1476 \\ 984 \\ \hline 492 \\ 516 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20000137 \\ - 185 \\ \hline 150 \\ - 148 \\ \hline 200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 2,450 \\ 0,865 \\ \hline 1,585 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,585 \\ 8 \\ \hline 12680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,268 \\ 4 \\ \hline 5072 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,45 \\ 8 \\ \hline 19,60 \end{array}$$

$$7,05 : 2 = 3,525$$

$$\begin{array}{r} \times 368 \\ 831 \\ \hline 368 \\ 1104 \\ 2944 \\ \hline 305808 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,41 \\ 2,5 \\ \hline 705 \\ 282 \\ \hline 3525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 540,5 \\ 3,7 \\ \hline 37835 \\ 16215 \\ \hline 199985 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,41 \\ 2 \\ \hline 2,82 \end{array}$$

$$0,282$$

$E_{p0} = \cancel{E_{p0\text{вых}}} M_1 g h_1 + M_2 g h_2 - M g \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right)$ (здесь M_1, M_2 — ^{начальные} массы тугросты в начале и в конце катания (соответственно);

$$E_{p0} = \cancel{\rho S h_1^2} + \cancel{\rho S} \left(\frac{\rho S h_1}{\sin \alpha} \cdot h_1 + \frac{\rho S h_2}{\sin \alpha} \cdot h_2 - \frac{\rho S (h_1 + h_2)}{\sin \alpha} \cdot \frac{(h_1 + h_2)}{2} \right) g =$$

$$= \frac{\rho S g}{\sin \alpha} \left(h_1^2 + h_2^2 - \frac{(h_1 + h_2)^2}{2} \right) = \frac{\rho S g}{\sin \alpha} \left(\frac{h_1^2}{2} + \frac{h_2^2}{2} - h_1 h_2 \right) = \frac{\rho S g}{2 \sin \alpha} (h_1^2 - 2 h_1 h_2 + h_2^2) =$$

$$= \frac{\rho S g}{2 \sin \alpha} (h_2 - h_1)^2 \quad (\text{здесь использованы формулы } M_1 = \rho V_1 = \rho S \frac{h_1}{\sin \alpha},$$

$$M_2 = \rho V_2 = \rho S \frac{h_2}{\sin \alpha} \text{ и } M = \rho V = \rho S \frac{(h_1 + h_2)}{\sin \alpha})$$

$$E_k = E_{p0} = \frac{\rho S g}{2 \sin \alpha} (h_2 - h_1)^2, \quad \text{с группой скобок,}$$

$$E_k = \frac{M v^2}{2} = \frac{\rho S (h_1 + h_2)}{\sin \alpha} \cdot \frac{v^2}{2} \Rightarrow \frac{\rho S (h_1 + h_2)}{\sin \alpha} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{\rho S g}{2 \sin \alpha} (h_2 - h_1)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 \cdot \frac{(h_1 + h_2)}{2} = \frac{g (h_2 - h_1)^2}{2}, \quad \text{откуда } v^2 = \frac{g (h_2 - h_1)^2}{h_1 + h_2} \text{ и}$$

$$v = \sqrt{\frac{g (h_2 - h_1)^2}{h_1 + h_2}} = \sqrt{\frac{g}{h_1 + h_2}} \cdot (h_2 - h_1) = \sqrt{\frac{10}{0,2}} \cdot 0,04 = \sqrt{50} \cdot 0,04 = 5 \cdot 0,04 \cdot \sqrt{2} = 0,2 \sqrt{2} \approx$$

$$= 0,2 \cdot 1,41 = 0,282 \text{ (м/с).}$$

Ответ: 1) 3,525 м/с²;

2) 0,282 м/с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: $t = 95^\circ\text{C}$
 $p = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ $\varphi = 100\%$

$\gamma = 4,7$ $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$

$\mu = 18 \text{ г/моль} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

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

№ 5.

Решение.

$$pV = \gamma RT \quad (\text{уравнение состояния}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pV = \frac{m}{\mu} RT \quad (\gamma = \frac{m}{\mu}) \Rightarrow p = \frac{p_0}{\mu} RT \quad (p = \frac{m}{V})$$

Отсюда $p = \frac{p_0 \mu}{RT}$ - т.к. процесс изотермический

($T = \text{const}$) и пар все время насыщен

($\varphi = 100\%$), то плотность пара в течение всего процесса не изменяется ($p = \text{const}$) тогда в любой момент времени

$$p = \frac{p_0 \mu}{RT} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 368} \approx 0,5 \text{ (кг/м}^3\text{)} \quad (\text{или } 500 \text{ г/м}^3\text{)},$$

$$\text{а искомое } \frac{p}{p_0} = \frac{0,5 \text{ кг/м}^3}{1000 \text{ кг/м}^3} = 0,0005 \quad (T = t + 273 = 368 \text{ К})$$

$$\left(\frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{воздух}}} = 0,0005 \right)$$

$$p = \text{const} \Rightarrow p = \frac{p_0}{\mu} RT = \text{const} \quad (T = \text{const}, \mu, R - \text{постоянные величины}).$$

т.к. $pV = \gamma RT$, $T = \text{const}$, $p = \text{const}$, то $V \sim \gamma$

Поэтому, когда объем пара V уменьшится в $\gamma = 4,7$ раза, то кол-во в-ва пара γ также уменьшится в $\gamma = 4,7$ раз.

Начальное кол-во в-ва пара γ_0 выразим из ур-я состояния:

$$pV = \gamma RT \Rightarrow \gamma_0 = \frac{pV_0}{RT} = \frac{p}{RT} \cdot V_0. \quad \text{Пусть кол-во в-ва пара к тому же моменту, когда этот объем уменьшится в } \gamma \text{ раз, равно } \gamma'$$

тогда $\gamma' = \frac{\gamma_0}{\gamma}$, и кол-во сконденсировавшейся воды

$$|\Delta \gamma| = \gamma_0 - \gamma' = \gamma_0 - \frac{\gamma_0}{\gamma} = \gamma_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) = \frac{p}{RT} \cdot V_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right), \text{ а ее объем}$$

$$V_0 = \frac{m_0}{\rho_0} = \frac{|\Delta \gamma| \mu}{\rho_0} = \frac{pV_0}{RT} \cdot \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) \cdot \frac{\mu}{\rho_0} = \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) \cdot \frac{p\mu}{RT\rho_0} \cdot V_0, \text{ в то время}$$

$$V_0 = \frac{m_0}{\rho_0} = \frac{|\Delta \gamma| \mu}{\rho_0} = \frac{pV_0}{RT} \cdot \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) \cdot \frac{\mu}{\rho_0} = \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) \cdot \frac{p\mu}{RT\rho_0} \cdot V_0, \text{ в то время}$$

как объем пара $y' = y_0 V' = \frac{V_0}{Y}$

тогда искомое отношение $\frac{V'}{V_0} = \frac{\frac{V_0}{Y}}{(1 - \frac{1}{Y}) \frac{p_H}{RT p_0} \cdot V_0} = \frac{RT p_0}{Y(1 - \frac{1}{Y}) p_H} = \frac{RT p_0}{(Y-1) p_H} =$

$$= \frac{8,31 \cdot 368 \cdot 1000}{3,7 \cdot 3,7 \cdot 8,5 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} \approx 2 \cdot \frac{1000}{3,7} = \frac{2000}{3,7} \approx 540,5 \quad \left(\frac{V_{\text{пара}}}{V_{\text{возду}} = 540,5} \right)$$

Ответ: 1) 0,0005; ~~2) 540,5~~ 2) 540,5