Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

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

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^0$ 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?

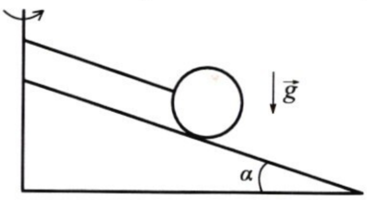
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с^2. Сопротивление воздуха не учитывать.

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?

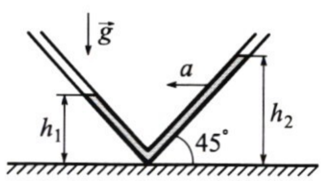
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L, привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

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 $\alpha = 45^0$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с^2 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/с^2. Действие сил трения пренебрежимо мало.

5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27 ^{0}С 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/см^3, $\mu = 18$ г/моль.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① $v_0 = 10$ м/с

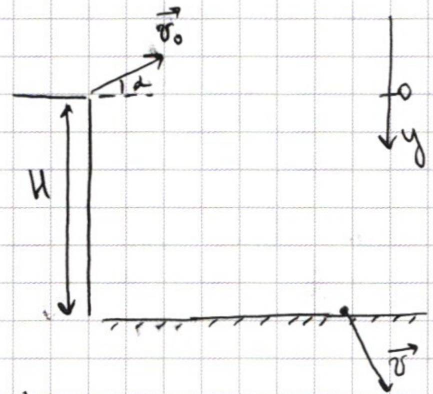
$\alpha = 30°$

$2v_0$ - падение

1) v_y - ?

2) τ - ?

3) H - ?

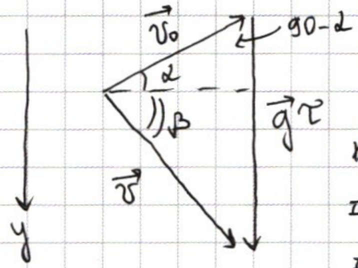


2) Пусть $v = 2v_0$ - скорость перед падением на Землю

$|\vec{v}| = 2v_0$

Тогда $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}\tau$ (1), τ — время полета

Изобразим (1) в виде векторного треугольника



Запишем для него т. косинусов:

$\Rightarrow v^2 = v_0^2 + (gt)^2 - 2v_0 g\tau\cdot\cos(90-\alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow 4v_0^2 = v_0^2 + g^2\tau^2 - 2v_0 g\tau\cdot\sin\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow g^2\tau^2 - v_0 g\tau - 3v_0^2 = 0$ - квадратное ур-ие отн τ

$\tau^2 - \frac{v_0}{g}\tau - 3\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = 0 \Rightarrow \tau = \frac{\frac{v_0}{g} \pm \frac{v_0}{g}\sqrt{13}}{2} = \frac{v_0}{g}\left(\frac{1\pm\sqrt{13}}{2}\right)$

Т.к. $\tau > 0$, то $\boxed{\tau = \frac{v_0}{g}\,\frac{1+\sqrt{13}}{2} \approx \frac{1+\sqrt{13}}{2}\,(c)} \approx \frac{1+3,6}{2} \approx 2,3$ с

1) Тогда спроецируем (1) на оу: $v_y = -v_0\sin\alpha + g\tau$

Или проще: пусть β - угол между $\vec{v}$ и горизонталью. Тогда

т.к. $v_x = \text{const} \Rightarrow v_0\cos\alpha = v\cos\beta \Rightarrow \cos\beta = \frac{v_0\cos\alpha}{2v_0} = \frac{\cos\alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$

тогда $v_y = v\sin\beta = 2v_0\cdot\sqrt{1-\frac{3}{16}} = \boxed{v_0\cdot\frac{\sqrt{13}}{2}} \approx \boxed{5\sqrt{13}\text{ м/с}} \approx 5\cdot 3,6 \approx 18$ м/с

3) Из кинематики: $\vec{H} = \vec{v}_0\tau + \frac{\vec{g}\tau^2}{2}$

oy: $H = -v_0\sin\alpha\,\tau + \frac{g\tau^2}{2} = \tau\left(\frac{g\tau}{2} - v_0\sin\alpha\right) = \frac{v_0}{g}\,\frac{1+\sqrt{13}}{2}\left(\frac{v_0}{4}(1+\sqrt{13}) - \frac{v_0}{2}\right) =$

$= \frac{v_0^2}{g}\,\frac{1+\sqrt{13}}{4}\left(\frac{1+\sqrt{13}}{2} - 1\right) = \frac{v_0^2}{g}\,\frac{(1+\sqrt{13})(-1+\sqrt{13})}{8} = \frac{12}{8}\frac{v_0^2}{g} = \boxed{\frac{3}{2}\frac{v_0^2}{g} = 15\text{ м}}$

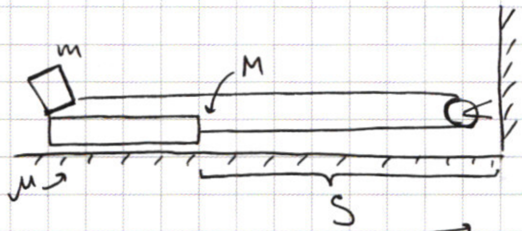
Ответ: 1) $v_y = \frac{\sqrt{13}}{2}v_0 = 5\sqrt{13}$ (м/с) $\approx \cancel{2,3}\cdot$ 18 м/с

2) $\tau = \frac{v_0}{g}\,\frac{1+\sqrt{13}}{2} \approx \frac{1+\sqrt{13}}{2}$ (с) $\approx 2,3$ с

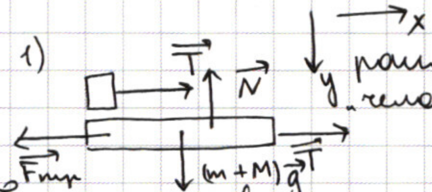
3) $H = \frac{3}{2}\frac{v_0^2}{g} = 15$ (м)

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

②



1)



рассмотрим систему „человек + ящик“

Т.к. нить невесома и нерастяжима — вдоль неё сила натяжения $\vec{T}$

$\vec{P} = -\vec{N}$ — искомая сила давления

$|P| = |N|$

II з-н Ньютона для системы: $(m+M)\vec{g} + \vec{N} + 2\vec{T} + \vec{F}_{тр} = (m+M)\vec{a}$ (1)

ускорение системы (при наличии)

Oy: $(M+m)g = N$, т.к. скольжение есть, то $F_{тр}$ вышла на максимум (по з-ну Кулона–Амонтона $F_{тр} \le \mu N$)

$\Rightarrow F_{тр} = \mu(M+m)g = 3\mu mg$ (2)

а сила давления ящика с человеком на пол: $\boxed{P = (M+m)g = 3mg}$ (↓ вниз)

2) Если $F = F_0$ — min $\Rightarrow$ система движется без ускорения, но проскальзывание есть $\Rightarrow$ $F_{тр} = 3\mu mg$

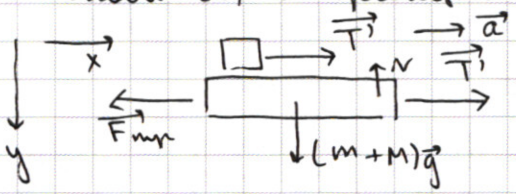
Т.к. нить невесома и нерастяжима, то $|\vec{T}| = |\vec{F}_0|$

Тогда (1) в проекции на Ox:

$2T - F_{тр} = 0 \Rightarrow 2F_0 = F_{тр} = 3\mu mg \Rightarrow \boxed{F_0 = \frac{3}{2}\mu mg}$ — минимальная сила

3) Если $F > F_0$, то система движется с некоторым ускорением $\vec{a}$ в направлении к стене

Снова (1) в проекции на Ox: ~~(1)~~ или с нового рис:



$(m+M)\vec{a} = 2\vec{T'} + \vec{F}_{тр} + (M+m)\vec{g} + \vec{N}$

Ox: $(M+m)a = 2T' - 3\mu mg$, где $T' = F$

$\Rightarrow 3ma = 2F - 3\mu mg \Rightarrow \underline{a = \frac{2F}{3m} - \mu g}$ ($a > 0$, т.к. $F > F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$)

Из формулы кинематики: $\vec{S} = \vec{v}_0\tau + \frac{\vec{a}\tau^2}{2}$, где τ — время движения к стене

по условию $\vec{v}_0 = \vec{0}$ (из состояния покоя)

тогда $\vec{S} = \frac{\vec{a}\tau^2}{2} \Rightarrow S = \frac{a\tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2S}{a}} \Rightarrow \boxed{\tau = \sqrt{\frac{2S}{\frac{2F}{3m} - \mu g}} = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu mg}}}$

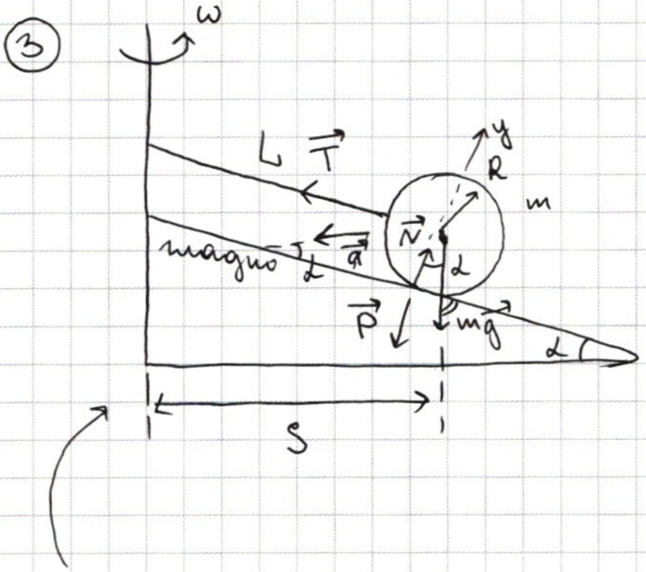
Ответ: 1) $P = 3mg$

2) $F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$

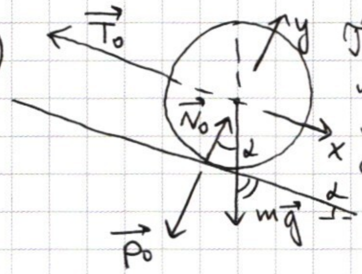
3) $\tau = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu mg}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3



1)



По т. о трёх непараллельных силах, линии действия сил $\vec{T_0}$, $\vec{N_0}$, $m\vec{g}$ пересекаются в одной точке

Ox – вдоль клина, Oy ⊥ поверхности

II з-н Ньютона для шара:

$\vec{T_0} + \vec{N_0} + m\vec{g} = \vec{0}$ (в состоянии покоя)

Oy: $-mg\cos\alpha + N_0 = 0 \Rightarrow \boxed{N_0 = mg\cos\alpha}$

шар давит на клин с $|\vec{P_0}| = |\vec{N_0}| = mg\cos\alpha$

2) При вращении: $\vec{a}$ – ускорение шарика, направленное к оси вращения

$a = \omega^2 S$, где S – расстояние от центра масс шарика до оси вращения

из геометрии $S = (L+R)\cos\alpha$

II з-н Ньютона для шарика: $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T} = m\vec{a}$

Oy: $-mg\cos\alpha + N = -ma\sin\alpha \Rightarrow N = m(g\cos\alpha - a\sin\alpha) = m(g\cos\alpha - \omega^2(L+R)\cdot\cos\alpha\cdot\sin\alpha)$

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

Сила давления на клин $\vec{P} = -\vec{N}$ и $|\vec{P}| = |\vec{N}|$

$\boxed{P = m\cos\alpha(g - \omega^2(L+R)\sin\alpha)}$ – если $g < \omega^2(L+R)\sin\alpha$ или

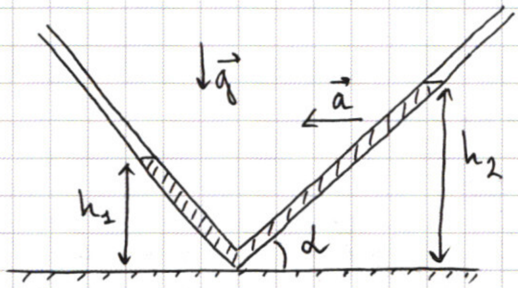
$\omega > \sqrt{\frac{g}{(L+R)\sin\alpha}}$ – произойдёт отрыв шара от поверхности клина

Ответ: 1) $P_0 = mg\cos\alpha$

2) $P = m\cos\alpha(g - \omega^2(L+R)\sin\alpha)$

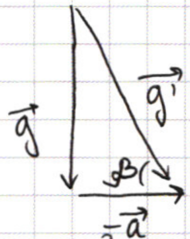
④

1) Перейдем в НеИСО трубки



Тогда необходимо ввести эффективную гравитацию $\vec{g'}$:

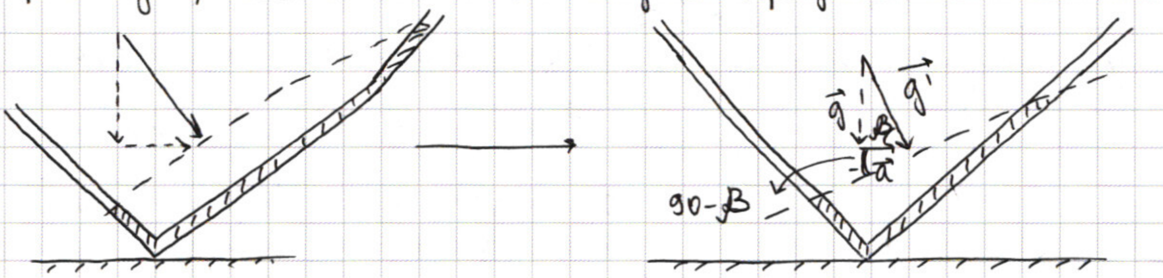
$\vec{g'} = \vec{g} - \vec{a}$, в виде векторного треугольника:



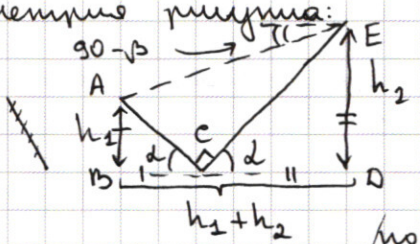
$g' = \sqrt{g^2+a^2}$ – модуль

$tg\beta = \frac{g}{a}$

Поверхность жидкости в трубке расположится перпендикулярно $\vec{g'}$, что можно наглядно представить:



Геометрия рисунка:



AB=BC, CD=DE (равнобедренные и прямоуг. Δ CDE и ΔABC)

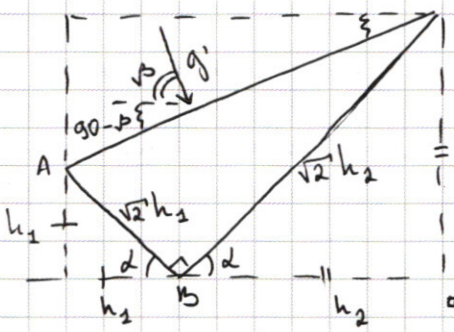
$AE = \frac{h_1+h_2}{\cos(90-\beta)} = \frac{h_1+h_2}{\sin\beta} = \frac{h_1+h_2}{g}\sqrt{g^2+a^2}$

по $AE^2 = \left(\frac{h_1}{\cos\alpha}\right)^2 + \left(\frac{h_2}{\cos\alpha}\right)^2$

$\cos\alpha = \cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\Rightarrow$ $\left(\frac{h_1+h_2}{g}\sqrt{g^2+a^2}\right)^2 = \frac{1}{2}h_1^2 + \frac{1}{2}h_2^2$

$\Rightarrow$ $h_2^2 + h_2\cdot 4h_1\frac{a^2+g^2}{2a^2+g^2} + h_1^2 = 0$

$\Rightarrow$ $h_2 = \frac{1}{2}\left(-4h_1\frac{a^2+g^2}{2a^2+g^2} + 2h_1\frac{g}{2a^2+g^2}\sqrt{4a^2+3g^2}\right)$



$AB = \frac{h_1}{\cos 45} = \sqrt{2}h_1$

$\Rightarrow h_2$ $h_1+h_2 = AC\sin\beta = \sqrt{(2h_1^2+2h_2^2)}\cdot\frac{g}{\sqrt{g^2+a^2}}$

$\Rightarrow (h_1^2+2h_1h_2+h_2^2)(g^2+a^2) = 2(h_1^2+h_2^2)g^2$

$\Rightarrow h_2^2 + h_2\cdot 2h_1\frac{a^2+g^2}{a^2-g^2} + h_1^2 = 0$

$(D) = 4h_1^2\frac{4a^2g^2}{(a^2-g^2)^2}$

тогда $h_2 = \left(-2h_1\frac{a^2+g^2}{a^2-g^2} + 2h_1\frac{2ag}{a^2-g^2}\right)\frac{1}{2} = h_1\frac{(a-g)^2}{g^2-a^2} = h_1\frac{g-a}{a+g}$ (*)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

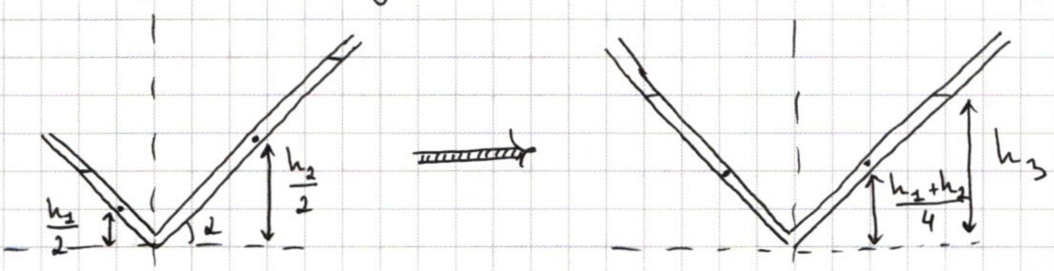
итак, мы получили $\boxed{h_2 = h_1 \frac{g-a}{a+g}} = 0{,}1\text{м} \cdot \frac{3}{7} = \frac{3}{70}$ м ≈ 7см < 10см = h_1!

Значит, перед дискриминантом в (*) должен стоять "–":

$$h_2 = \left(-2h_1\frac{a^2+g^2}{a^2-g^2} - 2h_1\frac{2ag}{a^2-g^2}\right)\frac{1}{2} = h_1\left(\frac{a^2+2ag+g^2}{g^2-a^2}\right) = h_1\frac{a+g}{g-a}$$

тогда верный ответ: $\boxed{h_2 = h_1\frac{g+a}{g-a}} = 23{,}3$см

2) Когда трубка с жидкостью двигалась с ускорением, жидкость была неподвижна отн. трубки. Можно воспользоваться з-ном сохранения энергии:



$\frac{h_1}{2}$ и $\frac{h_2}{2}$ – расстояния до ц.м. жидкости в каждом колене

Сразу после остановки масло не успело сместиться отн трубки ⇒ $\boxed{v=0}$ (как было при движении с $\vec{a}$)

т.к. $\alpha=45°$ – оба колена симметричны отн прямой, яв-ся биссектрисой прямого угла (она же – вертикаль).

Значит, одинаковая высота в каком моменте времени

$$h_3 = \frac{h_1+h_2}{2}$$

Пусть S – площадь сечения трубки. Тогда до остановки:

- в левом колене: $m_1 = \rho \cdot S \cdot \sqrt{2}\, h_1$
- в правом: $m_2 = \rho S \sqrt{2}\, h_2$
- когда установились на одном уровне: $m = \frac{m_1+m_2}{2} = \rho S\frac{\sqrt{2}}{2}(h_1+h_2)$ — в каждом колене

Тогда з-н сохр. энергии:

$$m_1\frac{h_1}{2}g + m_2\frac{h_2}{2}g = 2m\frac{h_1+h_2}{4}g + 2m\frac{v^2}{2}$$

v — скорость жидкости отн. трубки, когда уровни масла находятся на одной высоте

$$\Rightarrow \rho S\sqrt{2}\, h_1^2 g + \rho S\sqrt{2}\, h_2^2 g = \cancel{2}\rho S\frac{\sqrt{2}}{2}(h_1+h_2)^2 g + \cancel{2}\rho S\frac{\sqrt{2}}{2}(h_1+h_2)v^2$$

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

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

$$v = (h_2 - h_1)\sqrt{\frac{g}{2(h_2+h_1)}} = h_1\left(\frac{g+a}{g-a} - 1\right)\sqrt{\frac{g}{2\left(h_1\frac{g+a}{g-a}+h_1\right)}} = \boxed{h_1\frac{a}{\sqrt{(g-a)h_1}}} \approx$$

$$v = h_1\frac{a}{\sqrt{h_1(g-a)}} = a\cdot\sqrt{\frac{h_1}{g-a}} \approx \frac{4}{\sqrt{60}} м/с \approx 0{,}52 м/с$$

Ответ: 1) $h_2 = h_1\frac{g+a}{g-a} \approx 23{,}3 см$

2) $v = a\sqrt{\frac{h_1}{g-a}} \approx 0{,}52 м/с$

насыщенный пар

5) $t = 27°C \to T = 300K$ н.п.

$p = 3{,}55\cdot10^3 Па$

$T = const!$

$V\downarrow$

---

1) $\eta = \frac{\rho_{пара}}{\rho_{воды}} = \frac{\rho_н}{\rho_в}$ - ?

2) $\gamma = 5{,}6$

$\frac{V_н}{V_в}$ - ?

Пусть V_0 - начальный объём пара

Т.к. в ходе всего опыта в сосуде в равновесном состоянии находятся насыщенный пар и жидкость, то p - это и есть давление насыщенного пара при данной температуре T, и оно остается постоянным (т.к. $T = const$) на протяжении всего эксперимента

т.е. $T = const$ и $p = const$

1) $\rho_н = \frac{m_н}{V_н}$, или выразим, используя ур-ие Менделеева-Клапейрона:

$$pV_н = \nu RT = \frac{m_н}{M}RT \Rightarrow \frac{m_н}{V_н} = \rho_н = \frac{p\cdot M}{RT} \approx 8{,}5 г/м^3$$

тогда искомое $\boxed{\eta = \frac{p\cdot M}{RT\cdot\rho_в}} = \cancel{\frac{3{,}55\cdot10^3\cdot18}{8{,}314\cdot300\cdot1\cdot10^6}}$

$$\eta = \frac{3550\cdot18}{8{,}314\cdot300\cdot1} = \frac{8{,}5 г/м^3}{1\cdot10^3 г/м^3} = \frac{8{,}5}{1000} = \boxed{8{,}5\cdot10^{-3}}$$

2) Пусть было ν моль пара, а при уменьшении объема сконденсировалось $\Delta\nu$ моль. Тогда

было: $pV_0 = \nu RT$, стало: $p\frac{V_0}{\gamma} = (\nu-\Delta\nu)RT \Rightarrow$

$$\gamma\frac{pV_0}{pV_0} = \frac{\nu RT}{(\nu-\Delta\nu)RT} \Rightarrow \gamma(\nu-\Delta\nu) = \nu \Rightarrow \gamma\nu - \nu = \gamma\Delta\nu \Rightarrow \Delta\nu = \nu\frac{\gamma-1}{\gamma}$$

Т.к. пар конденсируется в воду, масса воды: $m_в = M\Delta\nu$, а

$$V_в = \frac{m_в}{\rho_в} = \frac{M\Delta\nu}{\rho_в} = \frac{M\nu(\gamma-1)}{\gamma\rho_в}$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Объём пара найдем из ур-ия Менделеева – Клапейрона:

$$pV_n = (\nu - \Delta\nu)RT = \nu\left(1 - \frac{\gamma-1}{\gamma}\right)RT = \frac{\nu}{\gamma}RT \Rightarrow V_n = \frac{\nu RT}{\gamma p}$$

тогда искомое отношение $\frac{V_n}{V_b} = \frac{\nu RT \cdot \gamma \cdot \rho_b}{\gamma p \cdot \mu\nu(\gamma-1)} = \boxed{\frac{RT\rho_b}{\mu \cdot p \cdot (\gamma-1)}}$

$$\frac{V_n}{V_b} = \frac{8{,}314 \cdot 300 \cdot 10^3}{18 \cdot 3550 \cdot 4{,}6} \approx \boxed{8{,}5}$$

Ответ: 1) $\frac{\rho_n}{\rho_b} = \frac{p \cdot \mu}{RT \cdot \rho_b} \approx 8{,}5 \cdot 10^{-3}$

2) $\frac{V_n}{V_b} = \frac{RT\rho_b}{\mu p \cdot (\gamma-1)} \approx 8{,}5$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$2,1 \times 2,1$: 21, 42, 4,41

$7,5 \times 7,5$: 375, 525, 56,25

$7,7 \times 7,7$: 539, 539, 5929

$\frac{4}{7,7}$

4 | 7,7

400 | 77
−385 | 0,519
150
−77
730

кПа·м

1000кг/м³ =

10000

$\frac{8,314 \cdot 10^3}{3 \cdot 71 \cdot 4,6}$

$\frac{\cancel{36850} \cdot 63}{8,314 \cdot \cancel{10} \cdot 96}$

355 | 5
71

× 355

$\frac{71}{8,314}$

71000 | 8314
−66512 | 8,5
44880
−41570
33100

$\frac{8,31 \cdot 10^3}{3 \cdot 71 \cdot 4,6}$

$\frac{2770}{71 \cdot 4,6}$

8,310 | 3
−6
23
−21
21

2770 | 71
−213 | 39
640
−639
10

1м = 100см

1м³ = 10^6 см³

1кг/м³

1000г/м³

390 | 4,6
−368 | 8,47
220
−184
360

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

2.

$\sqrt{}$

$$\begin{array}{r} \times\; 3{,}5 \\ 3{,}5 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 12{,}25 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \times\; 3{,}6 \\ 3{,}6 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 12{,}96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times\; 3{,}6 \\ 5 \\ \hline 18{,}0 \end{array}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 + 4\cdot 3\cdot\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = 13\left(\frac{v_0}{g}\right)^2$

$\frac{3}{2}\cdot\frac{\cancel{100}\,5}{\cancel{10}}$ μg

v

$\frac{10}{10}$ $\frac{1+\sqrt{13}}{2}$ $3{,}5 \cdot 3{,}5 = 19{,}25$

$a -$

$v = \omega R$

$a =$

$3{,}5 \cdot 3{,}5 = 19{,}25$ 2 $\frac{\sqrt{13}}{4}$

$2v_0$

$\frac{-v_0}{2} + g\,\frac{v_0(1+\sqrt{13})}{2}$

$H = \frac{\frac{13}{4}v_0^2 - \frac{v_0^2}{4}}{2\cdot g} = \frac{12}{8}\,\frac{v_0^2}{g} = \frac{3}{2}\frac{v_0^2}{g}$

$\frac{v_0^2}{g}\;\frac{1+\sqrt{13}}{2}\;\frac{1}{2}\;\left(\frac{1+\sqrt{13}}{2} - 1 = \sqrt{13}\right.$

$\frac{2S\cdot 3m}{2F-3\mu mg}$

$\frac{h_1+h_2}{2}$ $\frac{\sqrt{2}\,h_1}{2}$ $\frac{2}{4}$

$2(h_1+h_2)^2\,\frac{g^2+a^2}{g^2} = h_1^2 + h_2^2$

$2(h_1+h_2)^2(a^2+g^2) = h_1^2g^2 + h_2^2g^2$

$\boxed{2(h_1^2+2h_1h_2+h_2^2)(a^2+g^2) = h_1^2g^2+h_2^2g^2}$

$2h_1^2a^2 + 2h_2^2g^2 + 2h_2^2g^2 + 2h_1^2$

$2h_1^2a^2 + \cancel{4h_1h_2a^2} + 2h_2^2a^2 + h_1^2g^2 + \cancel{4h_1h_2g^2} + h_2^2g^2 = 0$

$h_2^2(2a^2+g^2) + h_2(4h_1a^2+4h_1g^2) + h_1^2(2a^2+g^2)$

$D = 16h_1^2\left(\frac{a^2+g^2}{2a^2+g^2}\right)^2 - 4h_1^2$

$D = 4h_1^2\left(\frac{4a^2+4g^2}{2a^2+g^2}\right.$

$\frac{a-b}{a+b}\;h_1 = h_2$

$h_1\,\frac{b-a}{2a} \vee \frac{h_2\,2a}{b-a}$

$h_1\,\frac{b-a}{2a} \vee \frac{2h_1\cdot 2a}{(b-a)2b}$

$h_1\left(\frac{b-a}{b+a-b+a}\right)\cdot\vee\left(\frac{a-b}{a+b+a-b}\right)h_1 2$

$\frac{b-a}{b+a}$

$0{,}1\text{м}$ $4\text{м}/c^2$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$16h_1^2\left(\frac{a^2+g^2}{2a^2+g^2}\right)^2-4h_1^2=4h_1^2\left(4\left(\frac{a^2+g^2}{2a^2+g^2}\right)^2-1\right)=$$

$$=4h_1^2\left(\frac{2a^2+2g^2}{2a^2+g^2}-1\right)\left(\frac{2a^2+2g^2}{2a^2+g^2}+1\right)=$$

$$=4h_1^2\,\frac{g^2}{2a^2+g^2}\cdot\frac{4a^2+3g^2}{2a^2+g^2}=\left(2h_1\frac{g}{2a^2+g^2}\right)^2\cdot(4a^2+3g^2)$$

$$10\cdot\frac{14}{6}=\frac{70}{3}$$

$70 \mid 3$, -6, 23, 10

$4\cdot 16+3\cdot 100$

$64+300$ $\quad 364 \mid 4$, 91

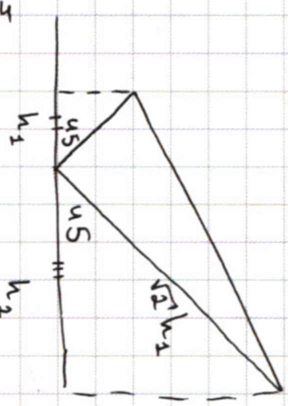
м/с $\quad$ с $\quad 30\cdot 70$, $0{,}07$

10 см.

$$0{,}1м\cdot\frac{10-4}{10+4}=\frac{6}{14}$$

$2\cdot 16+200+\cancel{20}\;20\cdot\sqrt{91}$

$-232+20\sqrt{}$



$$g(\sqrt{2}h_1^2-2\sqrt{2}h_1h_2+\sqrt{2}h_2^2)=2\sqrt{2}(h_1+h_2)v^2$$

$$\cancel{\sqrt{2}}\,g(h_1^2-2h_2h_1+h_2^2)=2\cancel{\sqrt{2}}(h_1+h_2)v^2$$

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

$$10\cdot\frac{10+4}{6}=\frac{140}{6}=\frac{70}{3}$$

$$h_1\cdot\sqrt{\frac{0{,}1м}{6м/с^2}}\qquad 4м/с^2\cdot\sqrt{\frac{1}{60}}$$

$m(h_1+h_2)$

$2mv^2$

$$\cancel{2\sqrt{2}h_1^2}+\cancel{2\sqrt{2}h_2^2}=\cancel{\sqrt{2}h_1^2}+2\sqrt{2}h_1h_2+\cancel{\sqrt{2}h_2^2}+2\sqrt{2}(h_1+h_2)v^2$$

$$\sqrt{2}h_1^2+\sqrt{2}h_2^2-2\sqrt{2}h_1h_2=2\sqrt{2}(h_1+h_2)v^2$$

$$\left(-a^2-g^2+2ag\right)=\frac{h_1}{g^2-a^2}(a^2-2ag+g^2)=h_1$$

$$D=h_2^2(a^2-g^2)+h_2\cdot 2h_1(a^2+g^2)+h_1^2(a^2-g^2)$$

$$4h_1^2\left(\frac{a^2+g^2}{a^2-g^2}\right)^2-4h_1^2$$

$$4h_1^2\left(\left(\frac{a^2+g^2}{a^2-g^2}\right)^2-1\right)=4h_1^2\left(\frac{a^2+g^2+a^2-g^2}{a^2-g^2}\cdot\frac{a^2+g^2-a^2+g^2}{a^2-g^2}\right)$$

$$\frac{2a^2\cdot 2g^2}{(a^2-g^2)^2}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)