

Олимпиада «Физтех» по физике, 10 класс

Класс 10

Вариант 10-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка не принимаются.

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.

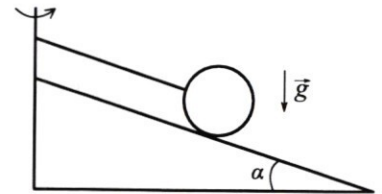
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в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

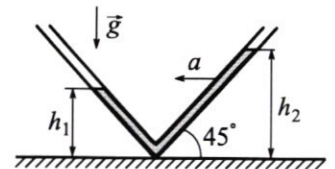
- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



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

$$\sin \rho = \frac{h_1 / \cos \alpha}{\sqrt{(h_1 / \cos \alpha)^2 + (h_2 / \sin \alpha)^2}} = \frac{h_1}{\cos \alpha \sqrt{h_1^2 + h_2^2}} = \frac{a}{\sqrt{g^2 + a^2}}$$

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

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

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

$$1) T_{\text{ном}} = 3,55 \cdot 10^3 \text{ нс}$$

$$3,31 \frac{\text{нс}}{\text{к.ном}} \cdot 300 \text{ К} =$$

$$h_2^2 = \frac{g^2 h_1^2}{a^2}$$

$$h_2 = \frac{a h_1}{g} = \frac{4 \cdot 10}{4} = 10$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 355 \\ 12 \\ \hline 4260 \\ 355 \\ \hline 4260 \\ 10 \\ \hline 4260 \\ 23 \\ \hline 9798 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ \times 1,4 \\ \hline 1,4 \\ + 119 \\ \hline 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,73 \\ \times 1,73 \\ \hline 1,73 \\ + 119 \\ \hline 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$(2,5)$$

$$\begin{array}{r} 1278 \\ 152 \\ \hline 9798 \end{array}$$

$$V_n = \frac{V_0}{\gamma}$$

$$D_n + D_B = D_0$$

$$\frac{D_0}{\sigma_B} + D_B = D_0$$

$$V_B = \frac{D_B \omega_B}{\rho}$$

$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{V_0}{\gamma} : \frac{D_B \omega_B}{\rho} = \frac{V_0}{\gamma} : \left(\frac{D_0 - \frac{D_0}{\sigma_B}}{\rho} \right) \omega$$

$$P_X = \frac{RT}{m} = \frac{RT}{m} = \frac{RT}{m}$$

$$P = \frac{RT}{m}$$

$$\rho = \frac{PM}{RT} = \frac{0.001 \cdot 3.05 \cdot 10^6}{0.31 \cdot 300} = \frac{3.05 \cdot 6}{0.31}$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① v_0 ; α ; $2v_0$



$$1) \text{ЗСЭ: } mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(2v_0)^2}{2}$$

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

$$gh = \frac{3v_0^2}{2}$$

~~$h = \frac{3v_0^2}{2g}$~~ ③ $h = \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{g}$

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

$$h = v_{0y} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{v_{0y}^2 + v_{0x}^2}$$

$$2v_0 = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = 2\sqrt{v_{0y}^2 + v_{0x}^2}$$

$$v_y^2 + v_x^2 = 4v_{0y}^2 + 4v_{0x}^2$$

$$(v_{0y} - gt)^2 - 4v_{0y}^2 = 3v_{0x}^2$$

$$v_0 \sqrt{\frac{3}{4}} = v_{0y} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_y = 10 \cdot \frac{1}{2} - 10 \cdot 1 = -5 \text{ м/с}$$

$$\frac{1}{4} + 3 = \frac{1+12}{4} \quad ③$$

$$\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{13}{4}} = \frac{1+\sqrt{13}}{2}$$

$$\frac{3v_0^2}{2g} = v_{0y} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 36 \\ \hline 36 \\ + 216 \\ \hline 108 \\ + 1396 \\ \hline 1396 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13,96 \\ \times 3,5 \\ \hline 13,5 \\ + 175 \\ \hline 105 \\ + 1325 \\ \hline 12,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 3,5 \\ \hline 175 \\ + 1325 \\ \hline 1325 \\ + 1325 \\ \hline 525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 38 \\ \hline 38 \\ + 304 \\ \hline 114 \\ + 114 \\ \hline 1444 \end{array}$$

$$v_{0y}^2 - 2v_{0y}gt + (gt)^2 - 4v_{0y}^2 = 3v_{0x}^2$$

$$2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha \cdot gt + (gt)^2 = 3v_{0x}^2 + 3v_{0y}^2$$

$$2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t + (10t)^2 = 3 \left(\left(10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \left(10 \cdot \frac{1}{2}\right)^2 \right)$$

$$100t + 100t^2 = 3 \left((5\sqrt{3})^2 + 25 \right)$$

$$100t + 100t^2 = 45 \cdot 3 + 75 \quad | : 25$$

$$4t^2 + 4t = 12 \quad | : 4$$

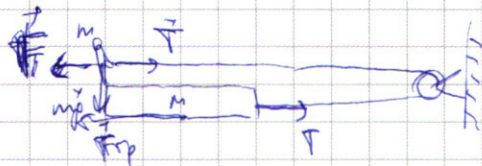
$$t^2 + t - 3 = 0$$

$$(t+3)(t-1) = 0$$

$t = 1 \text{ с.}$ ②

$$\frac{1}{4} + 3 = \frac{1+12}{4} = \frac{13}{4}$$

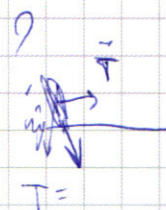
2



$$F_0 = T$$

$$F_{fp} = T$$

$$T \sin \alpha = 0$$



$$1) N = (m+M)g \quad (1)$$

$$3) F_0 = T = F_{fp} = \mu N = \mu(m+M)g \quad (2)$$

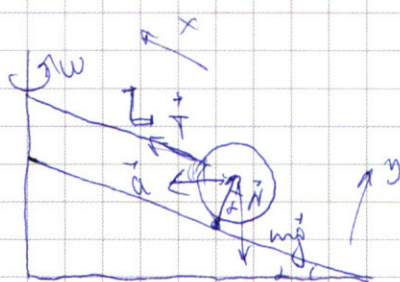
$$4) F > F_0 : \quad F_{max} =$$

$$F > F_{fp}$$

$$F - F_{fp} = (M+m)a$$

$$x = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s(M+m)}{F - \mu(M+m)g}} \quad (3)$$

3

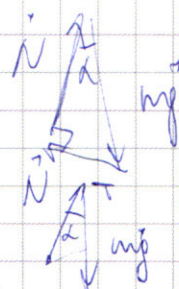


$$1) \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$$

$$x: T - mg \sin \alpha = 0$$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha \quad (1)$$



$$2) \vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

$$u = (L+k) \cos \alpha$$

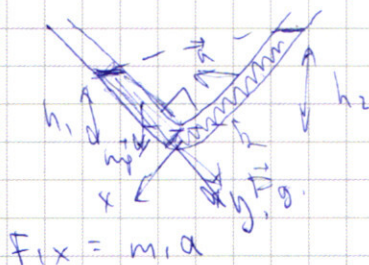
$$x: T - mg \sin \alpha = ma \cos \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha = ma \sin \alpha, \quad \cos \alpha = \frac{a}{g}$$

$$N = m(g \cos \alpha - a \sin \alpha) \quad (2)$$

$$a = \omega^2 u = \omega^2 (L+k) \cos \alpha$$

4

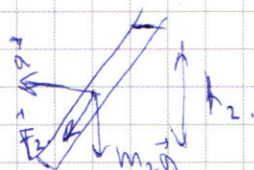


$$F_{ix} = m \cdot a$$

$$\frac{h_2}{2} + h_1 = h_0$$

$$V = \left(\frac{h_2}{\sin \alpha} + \frac{h_1}{\sin \alpha} \right) \rho$$

F_g — масса груза



$$x: \rho g h_2 (\sin \alpha) = m_2 a / \cos \alpha$$

$$y: \rho g h_1 (\sin \alpha) = m_1 a / \cos \alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⑤ $P \overset{p_{\text{atm}}}{V} = \overset{p_{\text{atm}}}{RT} \quad V \downarrow \rightarrow 0 \text{ K} \quad \frac{P}{V} = \frac{P}{RT}$

$T = \text{const.}; \quad PV = \text{const.}; \quad V \downarrow \Rightarrow P \uparrow$ go to P_1 , also $P_0 - 1 \Rightarrow P$ is constant.

$$V_0 = \frac{P}{P_0} \quad P_0 = 100\%$$

$$p = p_0$$

$$\frac{v_n}{v_n} = \frac{v_n'}{v_n'} + \frac{v_n - v_n'}{v_n - v_n'}$$

$$p_{\pi} = \frac{m_{\pi}}{V} = \frac{\mu \cdot \varnothing}{V} = \left(\frac{PM}{RT} \right)$$

John A. Smith

$$\frac{P_n}{P} = \frac{P_{\text{M}}}{RTg} \quad (1)$$

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

$$PV = nRT$$

$$P \frac{V}{5,6} = nRT \Rightarrow P_c = \frac{V}{5,6}$$

$$+ \left\{ \frac{V_A}{V_B} \right\} h_1 / \cos \alpha$$

$$V_n + V_b = \frac{m_n}{\rho_n} + \frac{m_b}{\rho} = \frac{24}{5,6 \rho_n} + \frac{2 - 5,6}{\rho}$$

$$g_{MB} =$$

$m \cdot a^3 = \text{work} \cdot K \cdot \frac{\text{Dreh}}{K \cdot \text{mole}}$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{V_n}{V - V_n} =$$

$$= \frac{V_0}{r} - \frac{\ln RT/p}{p}$$

уравне: $T - F_{fp} + F_{fpm} = 0$ $u p = \partial K T$

$$\frac{\bar{v}_i}{P} = \frac{v_i}{RT}$$

$$\begin{array}{r} 355 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} \\ \hline 355 \cdot 10^6 \end{array}$$

$$N \cdot \frac{1}{2} - m_g \cdot \frac{1}{2} - m_g g = 0 \Rightarrow \frac{35 \cdot 6}{831}$$

$$N = Mg + 2mp$$

$$V = V_n + V_b = \frac{V_{nPT}}{\rho} + \frac{(V - V_n) \cancel{\rho}}{\rho} \quad \frac{831}{}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{31.60 \cdot 20}{16291} - \frac{22 \cdot 520}{2791} = \frac{16291}{16291} + \left(\frac{h_1}{500} \right)^2 + \left(\frac{h_2}{500} \right)^2 \\
 & = \frac{20}{2791} \left(\frac{4980}{611} - 28 \right) + \frac{611 \cdot 7}{5} \\
 & \frac{831 \cdot 3 - 611}{611} \left(\frac{50}{50} - 800 \right) = \frac{831 \cdot 320 - 611 \cdot 7}{611 (4980 - 28)} \\
 & \frac{611}{20} (50 - 800) = \frac{831 \cdot 320 - 611 \cdot 7}{611 (4980 - 28)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{h_1 \cdot \sqrt{h_1 + h_2}}{\sqrt{h_1^2 + h_2^2}} = \frac{5 \cdot \frac{21}{5} \cdot \frac{35}{100}}{\frac{1222}{14108}} \\
 & \frac{3,55 \cdot 10^3}{1080} \cdot \frac{831 \cdot 300}{611} \left(\frac{10RT}{P} \cdot \rho - 108 \right) \\
 & \frac{5 \cdot 582}{1000} = 5 \cdot \frac{291}{520} = \frac{291}{520}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{RT}{P} \left(\frac{10RT}{P} \rho - 108 \right) - \frac{RT}{P} \left(\frac{10RT}{P} \rho - 108 \right) = \frac{RT}{P} \rho - \frac{RT}{P} \\
 & = \frac{RT}{P} \rho - \frac{RT}{P} + \frac{RT}{P} \\
 & \frac{1000 \cdot 831 \cdot 300 - 355 \cdot 10^3 \cdot 5,6}{1000 \cdot 831 \cdot 300 - 355 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = \frac{500 \cdot 32252}{2791 \cdot 611} = \frac{500 \cdot 32252}{2791 \cdot 611}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{831 \cdot 3 - 355 \cdot 5,6}{5,6 \cdot 355 - 18 \cdot 355 \cdot 10^{-3}} = \frac{32752}{34216} = \frac{32752}{34216} \\
 & \frac{831 \cdot 3 - 355 \cdot 5,6}{5,6 \cdot 355 - 18 \cdot 355 \cdot 10^{-3}} = \frac{32752}{34216} = \frac{32752}{34216}
 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① Дано: $V_0 = 10 \text{ м/с}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $2V_0$

Найти: 1) V_y - вертикальная составляющая скорости при падении
2) t - время полета
3) h - высота

1) Пусть m - масса гайки; $V_{0x} = V_0 \cos \alpha$ и $V_{0y} = V_0 \sin \alpha$ - компоненты начальной скорости V_0 ($V_0^2 = V_{0x}^2 + V_{0y}^2$).

2)



Запишем закон сохранения энергии:

$$mgh + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{m(2V_0)^2}{2} \quad (E_{n1} + E_{k1} = E_{n2} + E_{k2})$$

$$2gh + V_0^2 = 4V_0^2$$

$$2gh = 3V_0^2$$

$$h = \frac{3V_0^2}{2g} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_0^2}{g}$$

$$h = \frac{3}{2} \cdot \frac{(10 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} = 15 \text{ м.} \quad (3)$$

3)

$$\begin{cases} V_0^2 = V_{0x}^2 + V_{0y}^2 & ; V_{0x} = V_0 \cos \alpha, V_{0y} = V_0 \sin \alpha \\ (2V_0)^2 = V_x^2 + V_y^2 & ; V_x = V_{0x}, V_y = V_{0y} - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4V_0^2 = 4(V_{0x}^2 + V_{0y}^2) \\ 4V_0^2 = V_x^2 + V_y^2 \end{cases} \quad (\Rightarrow) \quad 4V_{0x}^2 + 4V_{0y}^2 = V_{0x}^2 + (V_{0y} - gt)^2$$

4)

$$3V_{0x}^2 + 4V_{0y}^2 = V_{0y}^2 - 2 \cdot V_{0y} \cdot gt + (gt)^2$$

$$(gt)^2 - 2V_{0y}gt - 3(V_{0y}^2 + V_{0x}^2) = 0$$

$$\frac{g^2 t^2}{4} - \frac{2V_0 \sin \alpha g \cdot t}{2} - \frac{3V_0^2}{4} = 0$$

$$\frac{D}{4} = \frac{(-V_0 \sin \alpha g)^2 - g^2(-3V_0^2)}{g^2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha g^2 + 3V_0^2 g^2}{g^2} = V_0^2 g^2 (\sin^2 \alpha + 3)$$

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha g \pm \sqrt{V_0^2 g^2 (\sin^2 \alpha + 3)}}{g^2}$$

$$\begin{cases} t = \frac{v_0 (\sin \alpha + \sqrt{\sin^2 \alpha + 3})}{g} \\ t = \frac{v_0 (\sin \alpha - \sqrt{\sin^2 \alpha + 3})}{g} \end{cases}$$

$$\begin{cases} t = \frac{10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 3} \right) \\ t = \frac{10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} \left(\frac{1}{2} - \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 3} \right) \end{cases}$$

$$t = \frac{\sqrt{13} + 1}{2} \text{ с} \approx 2,3 \text{ с} \quad (2)$$

$$\begin{cases} t = \frac{v_0}{g} (\sin \alpha + \sqrt{\sin^2 \alpha + 3}) \\ t = \frac{v_0}{g} (\sin \alpha - \sqrt{\sin^2 \alpha + 3}) \end{cases}$$

$$t = \frac{\sqrt{13} + 1}{2} \text{ с}$$

$$t = \frac{1 - \sqrt{13}}{2} \text{ с} < 0 \text{ (не решение задачи)}$$

$$5) v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$v_y = 10 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{\sqrt{13} + 1}{2} \text{ с} = 5 - 5(\sqrt{13} + 1) \text{ м/с} = 5(1 - \sqrt{13} - 1) \text{ м/с} =$$

$$= -5\sqrt{13} \text{ м/с} \approx -18,5 \text{ м/с} \quad (1)$$

Ответ: 1) $v_y = 5\sqrt{13} \text{ м/с}$

2) $t = \frac{\sqrt{13} + 1}{2} \text{ с}$

3) $h = 15 \text{ м}$

② Дано: S

m

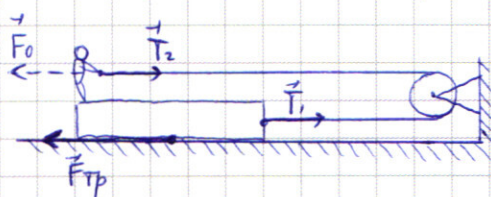
M = 2m

M

найти: 1) P - сила, с которой человек давит на пол

2) F_0

3) t - время выполнения маневра при $F > F_0$



$$T_1 = T_2 = T$$

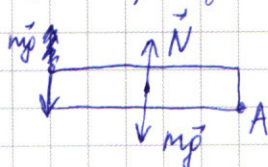
1) В первом случае сила F_0 - минимальная, для того чтобы человек двигался с постоянной скоростью (без ускорения). Запишем 2-ой закон Ньютона для человека и для человека:

$$m: T = F_0$$

$$M + m: \vec{F}_{тр} + \vec{T} = 0$$

$$F_{тр} - T = 0 \Leftrightarrow F_{тр} = T$$

2) Теперь найдем силу реакции опоры для системы $M + m$:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Запишем условие моментов относительно точки A (l - длина нелевостой сирены)

$$A: \vec{N} \cdot l + M \vec{r} \cdot l + m \vec{r} \cdot 2l = 0$$

$$A: Nl - Mrl - m \cdot 2l = 0$$

$$N = Mr + 2mr = 2mr + 2mr = 4mr$$

по 3-ему закону Ньютона $P = N = 4mr$ ①

3) из первого пункта: $F_0 = T = F_{\text{тр}}$, из второго: $N = 4mr$.

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu \cdot 4mr = 4\mu mr$$

$$F_0 = 4\mu mr \quad ②$$

4) Теперь $F > F_0$, значит движение останется быть равноускоренным. Запишем второй закон для $m + M$:

$$M + m: \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{T}' = (M + m)\vec{a}$$

$$m: T' = F$$

$$-F_{\text{тр}} + T' = (M + m)a$$

$$a = \frac{T' - F_{\text{тр}}}{M + m} = \frac{F - \mu N}{M + m} = \frac{F - \mu \cdot 4mr}{3m} = \frac{F}{3m} - \frac{4}{3}\mu r$$

$$5) S = \frac{at^2}{2} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{F - 4\mu mr}} \quad ③ = \sqrt{\frac{6mS}{F - 4\mu mr}}$$

Ответ: 1) $P = 4mr$

$$2) F_0 = 4\mu mr$$

$$3) t = \left(\frac{6mS}{F - 4\mu mr} \right)^{\frac{1}{2}}$$

③ дано: m

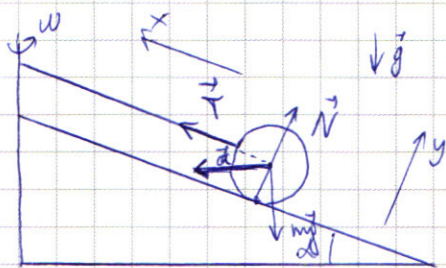
R

α

L

найти: 1) P_0 - сила давления шара в носке

2) P - сила давления если система вращается с ω



1) Рассчитаем силы, действующие на шар и запишем 2-й закон:

$$\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$$

$$x: T - mg \sin \alpha = 0$$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

2) по 3-ему закону Ньютона $P_0 = N = mg \cos \alpha$ ①

3) Теперь система вращается с ω , значит существует центростремительное ускорение $a = \omega^2 r$, где r - радиус от центра шара до оси вращения.

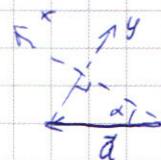
4) Запишем новый 2-й закон:

$$\vec{T}' + \vec{N}' + m\vec{g} = m\vec{a}$$

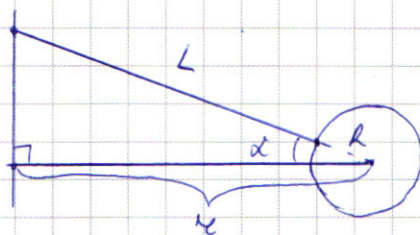
$$x: T' - mg \sin \alpha = m a \cos \alpha$$

$$y: N' - mg \cos \alpha = m a \sin \alpha$$

$$N' = m(g \cos \alpha + a \sin \alpha)$$



5) $a = \omega^2 r$, нужно найти r :



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

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

6) по 3-ему закону Ньютона: $P = N' = m(g \cos \alpha + \omega^2 (L + R) \cos \alpha \cdot \sin \alpha) =$
 $= mg \cos \alpha (g + \omega^2 (L + R) \sin \alpha)$ ②

Ответ: 1) $P_0 = mg \cos \alpha$

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

⑤ дано: $t = 27^\circ \text{C}$

$$P = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$T = \text{const}$$

Найти: 1) $\rho_{\text{л}} / \rho$ - отношение плотности лава к плотности воды

2) $V_{\text{л}} / V_{\text{в}}$ - отношение объема лава к объему воды, когда объем уменьшился в $k = 5,6$ раза

$$k = 5,6$$

$$\rho = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\mu = 18 \text{ г/мол}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Пусть V_0 - начальн. объем. Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$PV_0 = \nu RT, \text{ где } \nu - \text{количество молей, а } T - \text{абсолютная температура (} T = t + 273 \text{ K)}$$

2) Газ насыщен, то есть: $\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100\% = 100\%$, а значит P равно P_0 (давление насыщенного пара при t)

$$3) \rho_n = \frac{m_{\text{пара}}}{V_{\text{пара}}} = \frac{\mu \cdot \nu}{V_0} = \frac{\mu P}{RT} \quad (\text{из 1-го пункта})$$

$$[\rho_n \approx 2,563 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}]$$

$$\text{то есть } \frac{\rho_n}{P} = \frac{\mu}{RT} \quad ①$$

$$\frac{\rho_n}{P} = \frac{18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ K}} \approx 2,563 \cdot 10^{-5} \approx 0,00002563 \quad ①$$

4) Пусть $V = \delta$ (объем газа увеличился в δ раз), $V = V_n + V_B$.

Газ насыщен, значит давление все так же равно P_0 .

$$PV_n = \nu_n RT \Leftrightarrow \frac{\nu_n}{V_n} = \frac{P}{RT} = \frac{\rho_n}{\mu}$$

$$\bullet \nu_n + \nu_B = \nu$$

$$\bullet V_n = \frac{m_{\text{пара}}}{\rho_{\text{пара}}} = \frac{\nu_n \cdot \mu}{\rho_n} = \frac{\nu_n \cdot \mu}{\mu P \cdot RT} = \frac{\nu_n RT}{P}$$

$$\bullet V_B = \frac{m_{\text{вода}}}{\rho} = \frac{\nu_B \cdot \mu}{\rho}$$

$$5) V = V_n + V_B = \frac{\nu_n RT}{P} + \frac{\nu_B \mu}{\rho} = \frac{\nu_n RT}{P} + \frac{(V_0 - V_n) \mu}{\rho} = \frac{V_0}{\delta}$$

$$\nu_n RT \rho \delta + \rho P (V_0 - V_n) \mu = V_0 \rho P$$

$$\nu_n = \frac{P V_0 \rho - V_0 P \delta}{RT \rho \delta - \mu \rho P} = \frac{P}{\delta} \cdot \frac{V_0 \rho - V_0 \delta}{PRT - \mu P}$$

$$6) \frac{V_n}{V_B} = \frac{V_n}{V - V_n} = \frac{\nu_n RT / P}{V_0 / \delta - \nu_n RT / P} = \frac{\nu_n RT \delta}{P V_0 - \nu_n RT} =$$

$$= \frac{PRT(V_0 \rho - V_0 \delta) / (PRT - \mu P)}{P V_0 - PRT(V_0 \rho - V_0 \delta) / (PRT - \mu P)} =$$

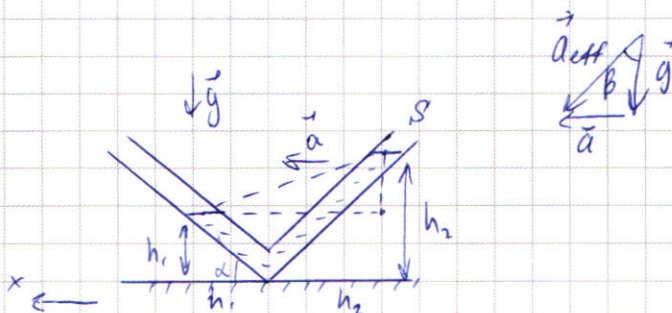
$$= \frac{PRT(V_0 \rho - V_0 \delta)}{P V_0 (PRT - \mu P) - PRT(V_0 \rho - V_0 \delta)} =$$

$= \frac{PRT - \mu P + \rho P}{PRT - \mu P + \rho P}$ (упрощение числителя, мы представили V_0 , выразившее через P , R , T и V_0 , в знаменателе zero до сокращения)

$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ K} - 5,6 \cdot 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}}{5,6 \cdot 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па} - 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}} = \frac{32752}{34216} \approx 0,93$$

Ответа: 1) $\frac{p_n}{g} = 2,56 \cdot 10^{-5}$
 2) $\frac{V_n}{V_B} = 0,93$

4) дано: $\alpha = 45^\circ$
 $a = 4 \text{ м/с}^2$
 $h_1 = 10 \text{ см}$
 найти: 1) h_2
 2) V



~~В данном случае канал является каналом с переменным сечением~~

~~$m g + F_{\text{тр}} = m a$~~

~~$m g + F_{\text{тр}} = m a$~~

~~В данном случае канал является каналом с переменным сечением. В данном случае канал является каналом с переменным сечением. В данном случае канал является каналом с переменным сечением.~~

~~или~~

1) Так как трубка находится в поле ускорения по действующему ускорению a , можно считать, что она движется в поле с $a_{\text{eff}} = \sqrt{g^2 + a^2}$

В данном случае канал является каналом с переменным сечением. В данном случае канал является каналом с переменным сечением. В данном случае канал является каналом с переменным сечением.

~~$h_1 = h_2$~~

~~$h_1 = h_2$~~

~~В данном случае канал является каналом с переменным сечением~~

~~$h_1 = h_2$~~

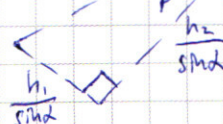
~~$h_1 = h_2$~~

~~$h_1 = h_2$~~

~~$h_1 = h_2$~~

~~$h_1 = h_2$~~

4) Теперь можно геометрически выразить величину.



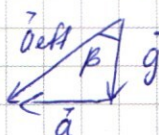
В этом треугольнике катеты - высота трубы, а гипотенуза - линия, соединяющая уровни жидкости.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

так $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$, то тогда $d = \frac{h_1 \sqrt{2}}{\sqrt{(h_1 \sqrt{2})^2 + (h_2 \sqrt{2})^2}} = \frac{h_1 \sqrt{2}}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{h_1^2 + h_2^2}} =$

$$\sin \beta = \frac{h_1 / \sin \alpha}{d} = \frac{h_1 \sqrt{2}}{\sqrt{(h_1 \sqrt{2})^2 + (h_2 \sqrt{2})^2}} = \frac{h_1 \sqrt{2}}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{h_1^2 + h_2^2}} =$$

$$= \frac{h_1}{\sqrt{h_1^2 + h_2^2}}$$



из треугольника получим:

$$\sin \beta = \frac{a}{a \sqrt{a^2 + g^2}} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + g^2}}$$

используем: $\sin \beta = \frac{h_1}{\sqrt{h_1^2 + h_2^2}} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + g^2}}$

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

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

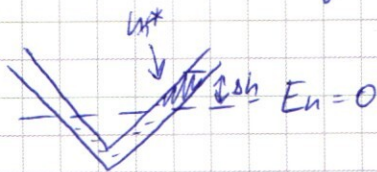
$$h_2^2 = \frac{a^2 h_1^2 + g^2 h_1^2 - a^2 h_1^2}{a^2} = \frac{g^2 h_1^2}{a^2}$$

$$h_2 = \frac{g}{a} \cdot h_1 \quad (1)$$

$$h_2 = \frac{10 \text{ м/с}^2}{4 \text{ м/с}^2} \cdot 10 \text{ см} = 25 \text{ см}$$

- 3) Если же, как ускорение и скорость и труба будет двигаться равномерно уровень жидкости может измениться, уравновесившись (уровни масла в разных коленах будут одинаковы). Движение будет происходить только за счет ускорения свободного падения g . Так как будет найден скорость когда уровни масла будут на одной высоте, воспользуемся законом сохранения энергии (это состояние равновесия, но скорость не равна нулю (замедление) потому скорость будет).

будет на высоте h_1 : $E_n = 0$. Тогда: $E_n^* = E_n^*$



$$m^* g (h_2 - h_1) = m^* \frac{v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2g(h_2 - h_1)} \quad (2)$$

с этой скоростью будет двигаться масло относительно трубки.

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 (0,25 \text{ м} - 0,1 \text{ м})} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15} \text{ м/с} = \sqrt{3} \text{ м/с} \approx 1,7 \text{ м/с}$$

Дано: 1) $h_2 = 25 \text{ cm}$

2) $V = 13 \text{ m/s}$

Задача 5:

$$V_n = \frac{V_0}{r} = \bar{v}_{\text{пл}} / \rho_n$$

$$V_B = \bar{v}_B \cdot \omega / \rho$$

$$\bar{v}_B + \bar{v}_n = V_0$$

$$pV_0 = V_0 RT$$

$$pV_n = V_n RT$$

$$\Rightarrow \bar{v}_n = V_0 \frac{V_n}{V_0} = \frac{V_0}{r}$$

$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{V_0 / r}{(V_0 - \frac{V_0}{r}) \omega / \rho} = \frac{V_0 \rho}{4,60 \cdot 5,6 \text{ deg}} = \frac{5,6}{4,6} \cdot \frac{V_0 \rho \cdot RT}{\omega \cdot p \cdot V_0} =$$

$$= \frac{21}{23} \cdot \frac{pRT}{\omega \cdot p}$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{21}{23} \cdot \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 5,6 \cdot 3,58 \cdot 10^3 \text{ rad/s}} = \frac{831}{1,2 \cdot 23 \cdot 3,55 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{831}{9498} \cdot 10^3 \approx \frac{831}{100} \cdot 10^3 \approx 8310$$