

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-01

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

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.

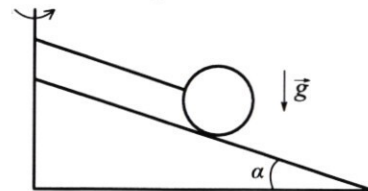
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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?

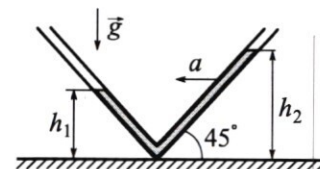
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.



- 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

$$(g \cos \alpha - a \sin \alpha) l_1 = (a \cos \alpha + g \sin \alpha) l_2$$

$$(g \cos \alpha - a \sin \alpha) \cdot \frac{h_1}{\sin \alpha}$$

$$g h_2 - a h_1 \neq$$

$$\int \frac{x^2}{x} dx = \int x dx = \frac{x^2}{2} = \frac{2}{3} x$$

$$a \cos \alpha +$$

$$(a \cos \alpha + g \cos \alpha) \frac{h_1}{\sin \alpha} = (g \sin \alpha - a \cos \alpha) \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

$$(a \cos \alpha + g \cos \alpha) h_1 = (g \sin \alpha - a \cos \alpha) h_2$$

$$a \cos \alpha h_1 + a \cos \alpha h_2 = g \sin \alpha h_2 - g \cos \alpha h_1$$

$$a h_1 + a h_2 = g h_2 - g h_1$$

$$a = \frac{g(h_2 - h_1)}{h_2 + h_1} = \frac{10 \cdot 4}{20} = \frac{4}{2} = 2 \frac{1}{c^2}$$

2)

$$g h_2 - g h_1 \quad g h_2 ds = g$$

$$g h_2 ds = d a''' h_1 ds$$

$$g h_2 = d a''' h_1$$

$$a''' = g \frac{h_2}{h_1}$$

$$\int g \frac{h_2}{h_1} dt = \frac{3^2 \cdot 5 \cdot 3}{3 \cdot 7} = \frac{10 \cdot 41}{45 \cdot 9} = \frac{56}{6}$$

$$h_2 = h_1 + \Delta h$$

$$\frac{h_1 + \Delta h}{h_1 - \Delta h} = \frac{h_1 + \Delta h}{h_1 + \Delta h}$$

$$dv = a''' dt$$

$$dv = g \frac{h_2}{h_1} dt$$

$$v = \int g \frac{h_1 + \Delta h}{h_1} dt$$

5. $T = 95^\circ\text{C}$
 $P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

$$PV = \nu RT$$

$$PV = \frac{\rho V}{\mu_n} RT$$

1) $\frac{\rho_n}{\rho_b} = ?$

$$\rho = \rho_n = \frac{P \mu_n}{RT}$$

M_{H_2O}

$$\mu_n = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$\frac{\rho_n}{\rho_b} = \frac{P \mu_n}{\rho_b RT}$$

$$21,3 + 95 = 368 \text{ K}$$

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

$$PV_b = \nu_b RT$$

$$PV_n = \nu_n RT$$

$$\nu_b = \nu_n = \nu$$

$$\nu_b = \frac{m_b}{\mu} = \frac{\rho V_b}{\mu}$$

$$F_0 = ma$$

$$F_0 - F_{sp} = Ma$$

$$a = \frac{F_2}{m}$$

$$\frac{P \nu_n}{RT} (\gamma - 1) = \frac{\rho V_b}{\mu}$$

$$\frac{P \mu}{\rho RT} (\gamma - 1) = \frac{V_b}{V_n}$$

$$\frac{V_n}{V_b} = \frac{\rho RT}{P \mu (\gamma - 1)}$$

$$\frac{V_b}{V_n} = \frac{\nu_b}{\nu_n} = \gamma$$

$$\nu_b = \nu_n \gamma$$

$$\nu_n \gamma - \nu_n = \nu_b = \frac{\rho V_b}{\mu}$$

$$\nu_n (\gamma - 1) = \frac{\rho V_b}{\mu}$$

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

$$\begin{array}{r} 305808 \overline{) 153} \\ -153 \\ \hline 1528 \\ -1344 \\ \hline 1840 \\ -1840 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 153 \\ \times 3,7 \\ \hline \end{array}$$

10

$$\begin{array}{r} 368 \\ \times 831 \\ \hline 623268 \\ 51104 \\ 2944 \\ \hline 305808 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 85 \\ \times 38 \\ \hline 680 \\ + 85 \\ \hline 1530 \end{array}$$

☒ черновик

☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

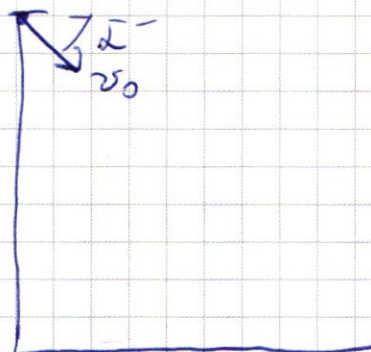
Страница №

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. $v_0 = 8 \frac{м}{с}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $2,5 v_0$

1)



$$v_0 \cos \alpha = v_x$$

$$v_0 \sin \alpha + g t = v_y$$

$$\sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 2,5 v_0$$

$$v_x^2 + v_y^2 = 6,25 v_0^2$$

$$v_0^2 \cos^2 \alpha + v_y^2 = 6,25 v_0^2$$

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

2)

$$t = \frac{\sqrt{6,25 v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha} - v_0 \sin \alpha}{g}$$

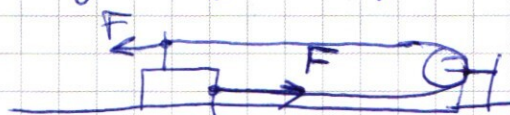
3)

$$L = v_0 \cos \alpha t = v_0 \cos \alpha \frac{\sqrt{6,25 v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha} - v_0 \sin \alpha}{g}$$

2.
 m
 $M = 5m$
 S
 μ

1) $N = P = mg + Mg = 6mg$

2) $F = ?$



$$N = 6mg$$

$$F = \mu 6mg$$

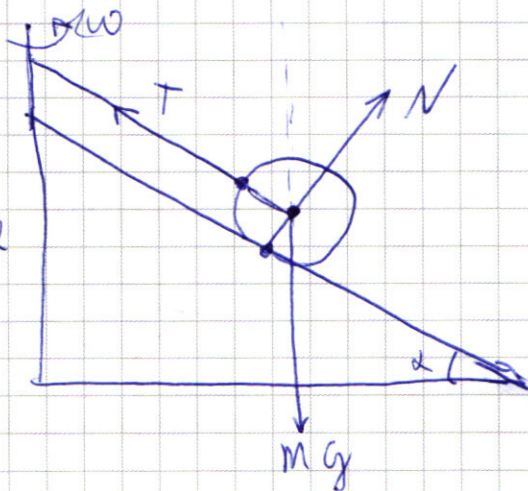
3)

3. m
 R
 L

1) $T = ?$

$$mg = N \cos \alpha + T \sin \alpha$$

$$mg \sin \alpha = T$$



$$F_0 - F_{fp1} = ma$$

$$F_0 - F_{fp1} = ma \quad mg \sin \alpha = T$$

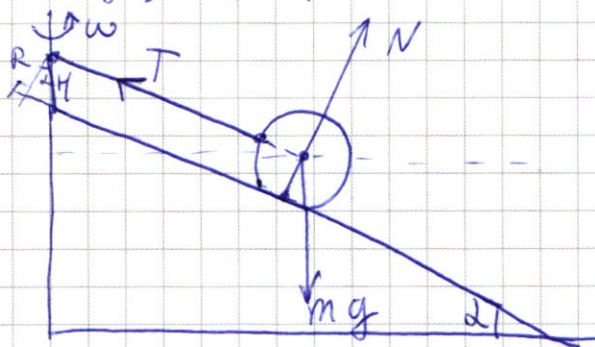
$$F_0 + F_{fp1} = ma \quad 2) \omega$$

$$F_0 - F_{fp1} - F_{fp} = Ma \quad T = ?$$

$$2F_0 - F_{fp} = Ma + ma \quad H = \frac{R}{\cos \alpha}$$

$$2F_0 = F_{fp} \quad F_0 =$$

$$N = (L + R) \cos \alpha$$



$$mg = N \cos \alpha + T \sin \alpha$$

$$T \cos \alpha = N \sin \alpha = ma \quad a = \omega^2 R$$

$$m_1 + m_2 = 2m$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$N = \frac{mg - T \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$T \cos \alpha = (mg - T \sin \alpha) \tan \alpha = ma$$

$$T \cos \alpha + T \sin \alpha \tan \alpha - mg \tan \alpha = ma$$

$$T (\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha) = m(g \tan \alpha + a)$$

$$T = \frac{m(g \tan \alpha + \omega^2 (L + R \cos \alpha) R \sin \alpha)}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}$$

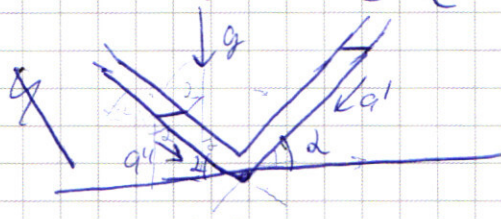
$$p g h_2 dS = p g h_1 dS a$$

$$p = \frac{F}{S}$$

$$p a'' l_1 = p a' l_2$$

$$l_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha} \quad l_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

4. $L = 49^\circ$
1) $h_1 = 8 \text{ cm}$
 $h_2 = 12 \text{ cm}$



$$a \cos \alpha + g \sin \alpha = a'$$

$$a'' = g \sin \alpha - a \sin \alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. дано:

$$v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

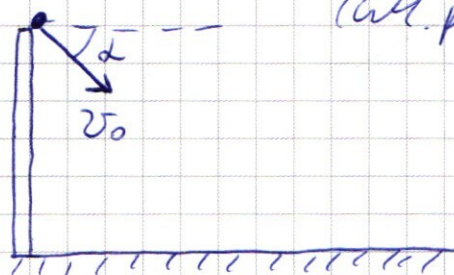
$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_1 = 2,5 v_0 \text{ (конечная скорость)}$$

1) $v_y = ?$

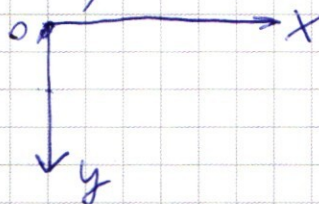
2) $t = ?$

3) $L = ?$



Решение:

Т.к. в полёте камешек всё время приближался к поверхности Земли, то он был брошен вниз под углом α к горизонту (см. рис.)



Горизонтальная составляющая скорости камня постоянна т.к. в горизонтальной плоскости (согласно условию) силы на камень не действуют.

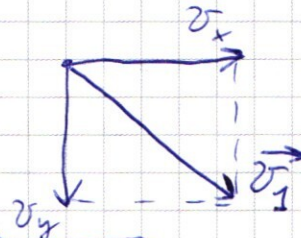
$$v_x = v_0 \cos \alpha, \text{ тогда } v_y - \text{исканная скорость}$$

$$v_x^2 + v_y^2 = v_1^2 = 6,25 v_0^2$$

отв:

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

$$= v_0 \sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} = v_0 \sqrt{6} = 8 \sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



2) $v_0 \sin \alpha + g t = v_y \Rightarrow t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g}$

отв:

$$t = \frac{v_0 (\sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)}{g} = \frac{8\sqrt{6} - 4\sqrt{3}}{10} =$$

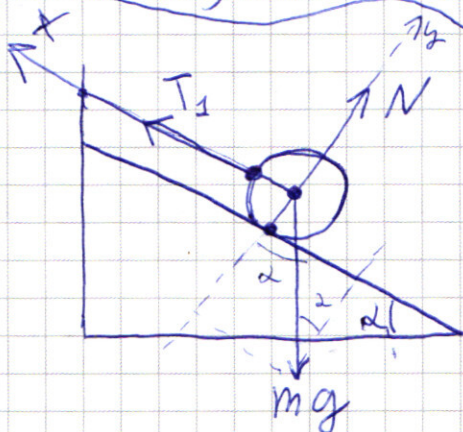
$$= \frac{4\sqrt{6} - 2\sqrt{3}}{5} = \frac{(4\sqrt{2} - 2)\sqrt{3}}{5} \text{ с.}$$

ответы к 1. Задаче
в рамках!

$$3) \overset{\text{отв:}}{L = r_0 \cos 2} = r_0 \cos 2 \cdot \frac{r_0 (\sqrt{6,25 - \cos^2 2} - \sin 2)}{g} =$$

$$= 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{(4\sqrt{2} - 2)\sqrt{3}}{5} = \frac{4\sqrt{3}(4\sqrt{2} - 2)}{5} \text{ м.}$$

- 3.
- | | |
|----------|----|
| m | 1) |
| R | |
| 2 | |
| L | |
| ω | |
- 1) $T_1 = ?$
2) $T_2 = ?$



двигуно

$$\sum_{i=1}^3 M_{ci} = 0, F_{ge}$$

M_{ci} — момент i -той силы относительно оси, проходящей через центр масс тела, параллельно и.

т.к. $M_{CT_1} = 0$ и $M_{CN} = 0$ и $M_{Cmg} = 0$

N — сила нормальной реакции опоры.

$$\sum_{i=1}^3 \vec{F}_i = 0 \quad (\text{т.к. система покоится}).$$

Тогда справедливо: $N = mg \cos 2$, а $T_1 = mg \sin 2$

нет движения по оси $y \Rightarrow$

$$\Rightarrow mg = N \cos 2 + T_2 \sin 2$$

$$T_2 \cos 2 - N \sin 2 = ma$$

$$a = \omega^2 r$$

$$r = (L + R) \cos 2$$

r — расстояние от оси вращения до ц. м. тела.

$$\begin{cases} mg = N \cos 2 + T_2 \sin 2 \\ T_2 \cos 2 - N \sin 2 = ma \\ a = \omega^2 r \\ r = (L + R) \cos 2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} mg = N \cos 2 + T_2 \sin 2 \\ T_2 \cos 2 - N \sin 2 = m \omega^2 (L + R) \cos 2 \end{cases}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3. \quad N = \frac{mg - T_2 \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$T_2 \cos \alpha - \frac{(mg - T_2 \sin \alpha) \sin \alpha}{\cos \alpha} = ma$$

$$T_2 \cos \alpha + T_2 \sin \alpha \tan \alpha = m(a + g \tan \alpha)$$

$$T_2 = \frac{m(a + g \tan \alpha)}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha} = \frac{m(\omega^2(L+R) \cos \alpha + g \tan \alpha)}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}$$

Ответ: 1) $T_1 = mg \sin \alpha$

2) $T_2 = \frac{m(\omega^2(L+R) \cos \alpha + g \tan \alpha)}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}$

5. $\gamma = 4,7$

$t = 95^\circ \text{C}$

$T = 368 \text{ K}$

$P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

ρ_n - плотность пара $T = t + 273,15 \approx 368 \text{ K}$

ρ_v - плотность воды

ρ_0 - постоянная $\rho_0 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \rho$

1) $\frac{\rho_n}{\rho_v} = ?$

Т.к. объём пара уменьшается, а температура не меняется давление

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

кр пара должно увеличиться, но Т.к.

пар насыщенный $\Rightarrow$ он имеет максимально возможное давление $\Rightarrow$ давление пара не изменится, $\Rightarrow$ V-количество вещества пара

уменьшается. ^{→ масса пара становится меньше} Т.к. процесс квазистатический можно записать ур-ие Клапейрона-Менделеева, которое будет справедливо для любого момента времени.

$$PV = \nu RT \quad ; \quad \nu = \frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} \quad \text{где } m_{\text{п}} - \text{масса пара в данный момент}$$

$$PV = \frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} RT \quad ; \quad m_{\text{п}} = \rho_{\text{п}} V$$

$\rho_{\text{п}}$ - плотность пара в данный момент времени. $\mu_{\text{H}_2\text{O}}$ - молярная масса воды. $\rho_{\text{в}}$ - ($\mu_{\text{H}_2\text{O}} = \mu$)

$$\text{Вз } PV = \frac{\rho_{\text{п}} V}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} RT \Rightarrow \rho_{\text{п}} = \frac{P \mu_{\text{H}_2\text{O}}}{RT} \quad (\text{не зависит от объема})$$

Т.к. $P, T, \mu_{\text{H}_2\text{O}}, R$ - не изменяются

$$\frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{P \mu_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{в}} RT} = \frac{8,5 \cdot 18 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 8,31 \cdot 368} \ll \rho_{\text{п}} \text{ не изменяется}$$

$$= \frac{1530}{3058080} = \frac{153}{305808} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho}$$

2) V_0 - начальный объем газа, V_0 - начальный кол-во в-ва ^(пара) газа; $V_{\text{п}}$ - кол-во в-ва (конечное) пара.

$V_{\text{в}}$ - кол-во в-ва (конечное) воды. $V_{\text{п}}$ - конечный объем пара

$$\begin{cases} PV_0 = \nu_0 RT \\ PV_{\text{п}} = \nu_{\text{п}} RT \\ V_0 - V_{\text{п}} = V_{\text{в}} \end{cases} \quad \begin{cases} V_{\text{в}} = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\rho_{\text{в}} V_{\text{в}}}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} \\ \frac{V_0}{V_{\text{п}}} = \gamma \end{cases}$$

$m_{\text{в}}$ - конечная масса воды. ρ - плотность воды.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.

$$\begin{cases} PV_0 = \nu_0 RT \\ PV_{\pi} = \nu_{\pi} RT \\ V_0 - V_{\pi} = V_B \\ V_B = \frac{m_B}{\mu_{H_2O}} = \frac{\rho V_B}{\mu_{H_2O}} \\ \frac{V_0}{V_{\pi}} = \gamma \end{cases} \Rightarrow \frac{V_0}{V_{\pi}} = \frac{\nu_0}{\nu_{\pi}} = \gamma$$

$$\begin{aligned} V_0 - V_{\pi} &= \gamma V_{\pi} - V_{\pi} = V_{\pi}(\gamma - 1) = V_B \\ V_{\pi} &= \frac{PV_{\pi}}{RT} \\ V_B &= \frac{\rho V_B}{\mu_{H_2O}} \end{aligned}$$

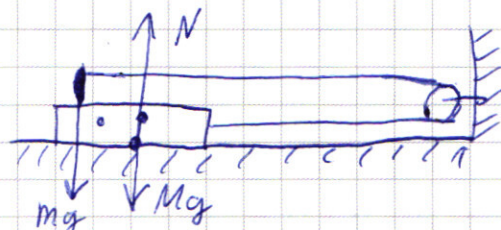
$$\begin{aligned} \frac{PV_{\pi}}{RT}(\gamma - 1) &= \frac{\rho V_B}{\mu_{H_2O}} \Rightarrow \frac{V_{\pi}}{V_B} = \frac{\rho RT}{\mu_{H_2O} P(\gamma - 1)} = \\ &= \frac{10^3 \cdot 8,31 \cdot 368}{18 \cdot 8,5 \cdot 10 \cdot (4,7 - 1)} = \frac{305808}{153 \cdot 3,7} = \frac{305808}{5661} \end{aligned}$$

Ответ:

$$\begin{aligned} 1) \frac{\rho_{\pi}}{\rho_B} &= \frac{P \mu_{H_2O}}{\rho_B RT} = \frac{153}{305808} = \frac{P \mu}{\rho RT} \\ 2) \frac{V_{\pi}}{V_B} &= \frac{\rho RT}{\mu_{H_2O}(\gamma - 1)} \quad \frac{V_{\pi}}{V_B} = \frac{\rho RT}{\mu_{H_2O} P(\gamma - 1)} = \frac{305808}{5661} \end{aligned}$$

2.

1) m $M = 5m$ S	μ $F > F_0$	1) Система не движется по вертикали (по оси y) $\Rightarrow \sum_{i=1}^n F_{yi} = 0$ (сумма проекций внешних сил на сист.)
---------------------------	--------------------	--



$$\sum_{i=1}^n F_{iy}^{\text{внеш}} = N - Mg - mg = 0$$

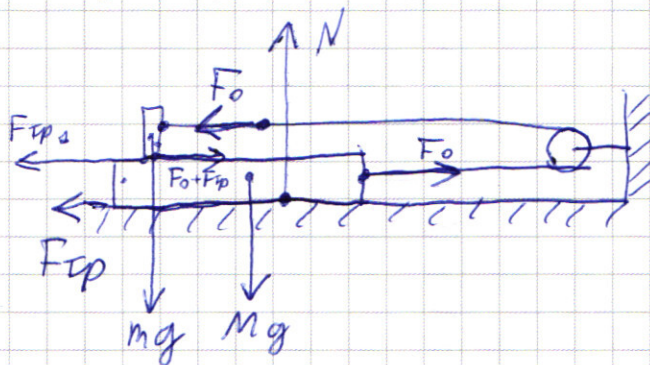
N — сила
нормальной
реакции
опоры

$$N = Mg + mg$$

$$P = Mg + mg = 5mg + mg = 6mg$$

$$|\vec{N}| = |\vec{P}|$$

2)



Т.к. стержень движется, на него действует
сила трения скольжения $F_{тр} = \mu N$, ($N = 6mg$
из 1)).

Тогда в проекции на ось x
~~уравнение движения~~

$$F_{тр} = 6\mu mg$$

$$\begin{cases} F_0 = ma \\ F_0 - F_{тр} = Ma \end{cases}$$

$$F_0 - 6\mu mg = 5m \cdot \frac{F_0}{m}$$

$$F_0 = 6\mu mg + 5F_0 \Rightarrow 4F_0 = -6\mu mg$$

$$F_0 = -1.5\mu mg$$

(знак
указывает
направление)

$$F_0 = 1.5\mu mg$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.

2)

$$\begin{cases} F_0 + F_{\text{тр}1} = ma & (\text{на чел}) \\ F_0 - F_{\text{тр}} - F_{\text{тр}1} = Ma & (\text{на мыш}) \end{cases}$$

$F_{\text{тр}1}$ — сила
трения
действующая
на человека
со стороны
мышца.

$$2F_0 - F_{\text{тр}} = Ma + ma$$

$$2F_0 + 2F_0 - 6\mu mg = 6ma$$

$$F_0 = 3ma + 3\mu mg \quad \text{т.к. сила } F_0 \text{ — мин}$$

$$a = 0$$

$$F_0 = 3\mu mg$$

$$\begin{cases} F + F_{\text{тр}1} = ma \\ F - F_{\text{тр}} - F_{\text{тр}1} = Ma \end{cases}$$

$F_{\text{тр}} = 6\mu mg$ т.к. мышца
едет.

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

$$a = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

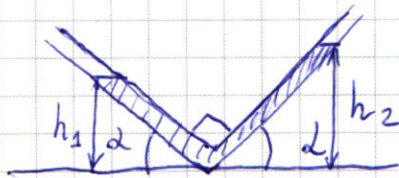
$$S = \frac{at^2}{2} ; v = at$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

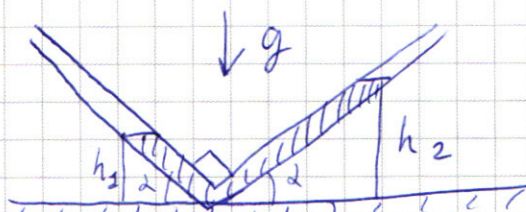
$$v = a \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{2Sa} = \sqrt{\frac{2S(F - 3\mu mg)}{3m}}$$

2. Ответ: 1) $P = 6 \text{ mg}$
 2) $F_0 = 3 \mu \text{ mg}$
 3) $v = \sqrt{\frac{25(F - 3 \mu \text{ mg})}{3 \text{ m}}}$ ← a

4. $\alpha = 45^\circ$
 $h_1 = 8 \text{ cm}$
 $h_2 = 12 \text{ cm}$
 1) $a = ?$
 2) $v = ?$



Перейдем в
 СО трубки
 Тогда



ρ - плотность
 масла

$$\cos \alpha = \sin \alpha$$

Давление в нижней точке равно:

$$\rho (g \cos \alpha + a \cos \alpha) \frac{h_1}{\sin \alpha} = \rho (g \cos \alpha - a \cos \alpha) \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

$$(g + a) h_1 = (g - a) h_2$$

$$g h_1 + a h_1 + a h_2 = g h_2$$

$$a(h_1 + h_2) = g(h_2 - h_1)$$

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

(т.к. $\cos \alpha = \sin \alpha$
 везде заменим
 в скобках
 $\sin \alpha$ на $\cos \alpha$)

2) Масло должно будет иметь максимальную
 скорость, когда высоты уровней будут равны.

$$\Delta E_{\text{м}} = A_{\text{трения}}$$

т.к. сил трения нет, а сила
 нормальной реакции опоры
 не совершает работу ($\alpha \cos 90^\circ = 0$),
 то механическая энергия
 системы не изменится.

$$\Delta E_{\text{м}} = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Пусть масса ~~системы~~ ^{масса} $2m$, $m = \rho h dS$, где h — уровень
поверхности, dS — элемент площади, ρ — плотность.

Когда масса ~~масса~~ ^{масса} в правом конусе

$$m_1 + m_2 = 2m$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho dS h_2}{\rho dS h_1}$$

$$\Downarrow$$

$$m_2 + \frac{h_1}{h_2} m_2 = 2m$$

$$m_2 = \frac{2m h_2}{h_1 + h_2}$$

m_1 — масса
масса в левом

конусе изначально (когда

m_2 — масса масса
в правом конусе

изначально

dS — элемент
попер.
сечения
трубки.

Когда по закону сохранения энергии имеем:
(или ψ и χ выходя, что $\alpha = 45^\circ$).

$$m_1 g \frac{h_1}{2} + m_2 g \frac{h_2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = m g \frac{h}{2} + m g \frac{h}{2} +$$

$$+ \frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$$

(v_1 — скорость
масса
по горизонтальной)

$$\Downarrow$$

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

$$g \cdot \frac{2m h_1}{h_1 + h_2} \cdot \frac{h_1}{2} + \frac{2m h_2}{h_1 + h_2} \cdot \frac{h_2}{2} \cdot g = m g h + m v^2$$

$$\frac{m h_1^2 g}{h_1 + h_2} + \frac{m h_2^2 g}{h_1 + h_2} = m g h + m v^2$$

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

v — скорость ψ и χ .
равна скорости масса
т.к. его можно считать жестким.

$$v^2 = g \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_2} + \frac{h_2^2}{h_1 + h_2} - h \right)$$

$$2h = h_1 + h_2 \quad (\text{т.к. ось симметрии малая и неизменяемая})$$

$$(h_1 dS + h_2 dS = h dS + h dS)$$

dS -мощность потока
сечений.

$$v = \sqrt{g \left(\frac{h_1^2 + h_2^2}{h_1 + h_2} - \frac{h_1 + h_2}{2} \right)} = \sqrt{g \left(\frac{(h_1^2 + h_2^2) \cdot 2 - h_1^2 - h_2^2 - 2h_1 h_2}{2(h_1 + h_2)} \right)}$$

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

$$= \sqrt{\cancel{(h_2 - h_1)^2}} = (h_2 - h_1) \cdot \sqrt{\frac{g}{2(h_1 + h_2)}} = (h_2 - h_1) \cdot \sqrt{\frac{g}{2(h_1 + h_2)}}$$

$$= 4 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{10}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-2}}} = 4 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{1}{4 \cdot 10^{-2}}} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{2 \cdot 10^{-1}} = 2 \cdot 10^{-1} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{g(h_2 - h_1)}{h_2 + h_1} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $v = (h_2 - h_1) \sqrt{\frac{g}{2(h_1 + h_2)}} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$