

Олимпиада «Физтех» по физике, 10 класс

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?

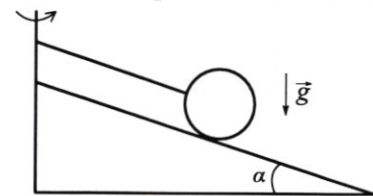
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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.

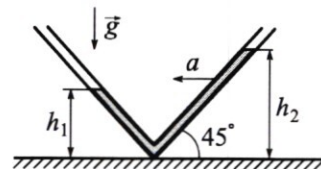


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленах трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.

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

Дано:

- $v_0 = 8 \frac{m}{s}$
- $\alpha = 60^\circ$
- $v = 2.5 v_0$
- 1) $v_y = ?$
- 2) $t = ?$
- 3) $L = ?$

N1. Пусть камень упал под углом β к ox -у

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

Ох: $v_x = v_{0x}$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \Rightarrow v_0 \cos \alpha = 2.5 v_0 \cos \beta \Rightarrow$$

$$v_x = 2.5 v_0 \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{2}{5} \cos \alpha$$

$$\cos \beta = \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{5} \Rightarrow$$

$$\sin \beta = \frac{2\sqrt{6}}{5}$$

Оу: $v_y = v_{0y} + gt$

$$v_y = 2.5 v_0 \sin \beta \quad (1)$$

$$2.5 v_0 \sin \beta = v_{0y} + gt \Rightarrow 2.5 v_0 \sin \beta - v_0 \sin \alpha = gt \Rightarrow t = \frac{v_0}{g} (2.5 \sin \beta - \sin \alpha) \quad (2)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Итак $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$

по х: $x = v_{0x} t$ или $x = v_0 \cos \alpha t$

Камень падает в max-им h и $t = \tau$

$$L = v_0 \cos \alpha \tau \Rightarrow \frac{v_0^2}{g} \cos \alpha (2.5 \sin \beta - \sin \alpha) = L \quad (3)$$

$$v_y = 2.5 \cdot 8 \cdot \frac{2\sqrt{6}}{5} = 8 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} = 8 \cdot 1.414 \cdot 1.732 \approx 19 \frac{m}{s} \Rightarrow v_y = 19 \frac{m}{s}$$

$$\tau = \frac{8}{10} (2.5 \cdot \frac{2\sqrt{6}}{5} - \frac{\sqrt{3}}{2}) = \frac{4}{5} (\sqrt{3} \cdot \sqrt{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}) = \frac{4}{5} \sqrt{3} (1.414 - 0.5) \approx 1.2 c \Rightarrow \tau = 1.2 c$$

$$L = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.2 = 4.8 m$$

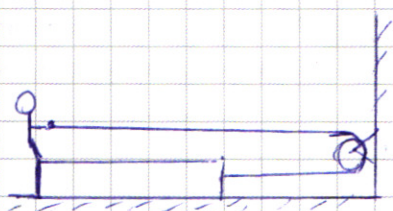
Ответ: $v_y = 19 \frac{m}{s}$ $\tau = 1.2 c$ $L = 4.8 m$

Дано:
 m, S, μ
 $M = 5m$

Решение:

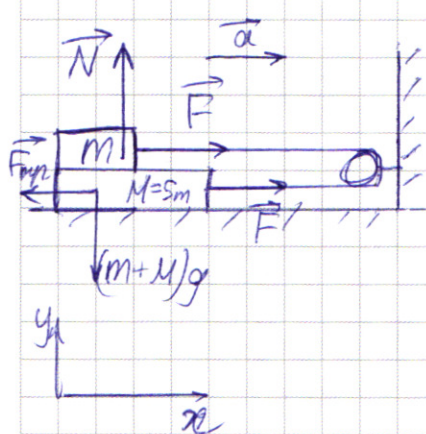
N2.

- 1) $F_{\text{грав}} = ?$
- 2) $F_0 = ?$
- 3) $v = ?$



По 3 з.Н сил $F = T$, где F — сила, с которой человек тянет канат, а T — сила натяжения каната. П.к. человек не движется относительно земли в течение

всего пути, то можно рассмотреть человека и ящик в системе, т.к. они движутся с одним $\vec{a}$. Рассмотрим систему "Ч+Я", и внешние силы действуют на неё



II з.Н для системы: $\vec{F}_{\text{грав}} = m\vec{a}$

$$2\vec{F} + \vec{N} + (m+M)\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = (m+M)\vec{a}$$

по y: $N - (m+M)g = 0 \Rightarrow N = (m+M)g = 6mg$

по 3 з.Н $N = F_{\text{грав}}$

$$F_{\text{грав}} = 6mg$$

по x: $2F - F_{\text{тр}} = (m+M)a$

если ящик движется отн. земли $\Rightarrow$

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр.к}} = \mu N$$

$$N = 6mg$$

$$\Rightarrow 2F - 6\mu mg = (m+M)a = 6ma \Rightarrow$$

$$a_x = \frac{F}{3m} - \mu g \quad (1)$$

Если $F = F_0$ (т.е. сила, прикл. чел. min), $\Rightarrow a = \min \Rightarrow$ ящик движется РГА $\Rightarrow a_x = 0$

при $a = 0$ из (1): $0 = \frac{F_0}{3} - \mu g \Rightarrow F_0 = 3\mu mg$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Если $F > F_0 \Rightarrow$ ящик едет $\Rightarrow$ верно (1)

отсюда: $S = \frac{v^2}{2a_x}$

$$a_x = \frac{F}{3m} - \mu g$$

$$\Rightarrow S = \frac{v^2}{2(\frac{F}{3m} - \mu g)} \Rightarrow v = \sqrt{2S(\frac{F}{3m} - \mu g)}$$

Ответ: 1) $F_{\text{грав}} = 6mg$ 2) $F_0 = 3\mu mg$ 3) $v = \sqrt{2S(\frac{F}{3m} - \mu g)}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: m, R, L, L, W
 1) T_0 - ?
 2) T - ?

Решим:

№3.

1) Если система покоится Σ_{ZH} :
 $F_{\text{равн}} = 0$
 $\vec{T}_0 + \vec{N} + m\vec{g} = 0$ $\alpha: T_0 - mg \sin \alpha = 0 \Rightarrow$
 $T_0 = mg \sin \alpha$

2) Если система движется Σ_{ZH} : $F_{\text{равн}} = m\vec{a}$
 т.к. шар не отрыв-я от клина $\Rightarrow$ есть
 только a_y , напр-я $\perp$ // движ-я.

$a_y = W^2 L$
 $L = (L+R) \cos \alpha \Rightarrow a_y = W^2 (L+R) \cos \alpha$

$Oy: T \sin \alpha + N \cos \alpha - mg = 0 \Rightarrow$
 $N = \frac{mg - T \sin \alpha}{\cos \alpha} \quad (1)$

$Ox: T \cos \alpha - N \sin \alpha = m a_y \Rightarrow T \cos \alpha - N \sin \alpha = m W^2 \cos \alpha (L+R) \Rightarrow$
 $T = N \tan \alpha + m W^2 (L+R) \quad (2)$

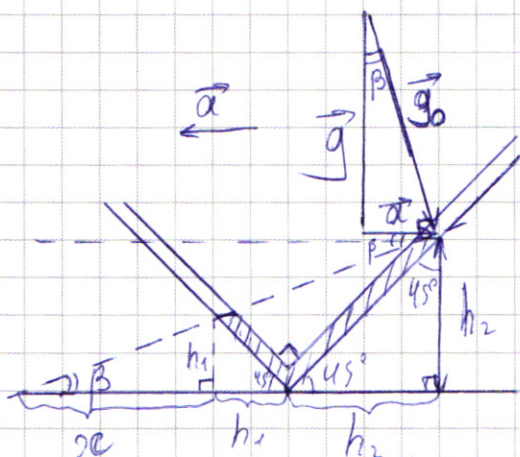
(1) в (2) $T = \frac{(mg - T \sin \alpha) \tan \alpha}{\cos^2 \alpha} + m W^2 (L+R) \Rightarrow$
 $m W^2 (L+R) \Rightarrow T \cos^2 \alpha = mg \sin \alpha - T \sin^2 \alpha + m W^2 (L+R) \cos^2 \alpha \Rightarrow$
 $T (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = m (g \sin \alpha + W^2 \cos^2 \alpha (L+R)) \Rightarrow$
 $T = m (g \sin \alpha + W^2 \cos^2 \alpha (L+R))$

Ответ: 1) $T_0 = mg \sin \alpha$ 2) $T = m (g \sin \alpha + W^2 \cos^2 \alpha (L+R))$

Дано: Решим:

$L = 45^\circ$
 $h_1 = 8 \text{ см}$
 $h_2 = 12 \text{ см}$

1) $a = ?$
 2) $V = ?$



N4.
 Перейдем в НСО трубки.
 Введем эквивалентное ускорение
 след-но по-д $\vec{g}_0 = \vec{g} - \vec{a}$.
 В этой С.О. ~~уровни~~ ~~поверхности~~ ~~жидкости~~ ~~масла~~
 в трубках будут

расположены на одной линии, нулевой $\vec{g}_0$

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

$$\tan \beta = \frac{h_1}{x}$$

$$\tan \beta = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} = \frac{a}{g} \Rightarrow$$

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

$$a = 10 \frac{4}{20} = 2 \frac{4}{2} \Rightarrow a = 2 \frac{4}{\text{с}^2}$$

$$\tan \beta = \frac{h_1}{x} = \frac{h_2}{x + h_1 + h_2} \Rightarrow x h_1 + h_1(h_1 + h_2) = x h_2 \Rightarrow$$

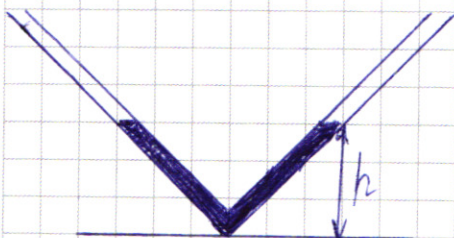
$$x = h_1 \frac{h_1 + h_2}{h_1 - h_2} \Rightarrow \frac{x}{h_1} = \frac{h_1 + h_2}{h_1 - h_2} = \frac{1}{\tan \beta}$$

$$\tan \beta = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} = \frac{a}{g} = \frac{h_1 + h_2}{h_1 - h_2} \Rightarrow$$

$$\tan \beta = \frac{a}{g} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}$$

$$a = 10 \cdot \frac{20}{40} = 2 \frac{4}{\text{с}^2}$$

2) Когда ускорение исчезнет, то ~~масло~~ ~~жидкость~~
 масса в обеих трубках будет-я на уровне $h = \frac{h_1 + h_2}{2}$



т.к. $V_{\text{жидк}} \text{ не изм-я}$ $V = (Sh_1 + Sh_2) \frac{1}{\cos 45^\circ} =$
 $2Sh \cdot \frac{1}{\cos 45^\circ} \Rightarrow h = \frac{h_1 + h_2}{2}$

В покое-ии, равн-е $E_p = \max$
 ускор-е-0

$$E_{\text{полн}} = E_p + E_k \text{ (отм-о трубки)}$$

$$E_{\text{полн}} = E_{p_0} = m_1 g \frac{h_1}{2} + m_2 g \frac{h_2}{2} = \frac{m_0 g}{2} (m_1 h_1 + m_2 h_2)$$

m_0 - общая масса всей жидк-и

$$m_1 + m_2 = m_0$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow m_1 = m_2 \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow m_2 \frac{h_1 + h_2}{h_2} = m_0 \Rightarrow m_2 = m_0 \frac{h_2}{h_1 + h_2}$$

(при-е на ступ-е B)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: $t_0 = 95^\circ\text{C}$
 $p = 85 \cdot 10^4 \text{ Па}$
 $\delta = 4,7$
 $\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
 $\delta = \frac{V_0}{V_n}$

Решение:

$$\begin{matrix} T_0, V_0, p \\ m_0 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} p, V_n, T_0 \\ m_n \\ = V_0 = m_0 \end{matrix}$$

№5.

1. м.к. пар насыщенный

$T = \text{const}$, а V уменьш-я $\Rightarrow$

$$p = \text{const} = p_n = p$$

$$\text{Зр-е к.м.: } pV_0 = \frac{m_0 RT}{\mu} \Rightarrow$$

$$p = \frac{m_0}{V_0} \frac{RT}{\mu} \Rightarrow p = \frac{p_n RT}{\mu} \Rightarrow$$

$$p_n = \frac{m_0}{V_0}$$

$$p_n = \frac{p \mu}{RT} \quad (1)$$

м.к. $p, \mu, T, R = \text{const} \Rightarrow p_n = \text{const}$

$$k = \frac{85 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{10^3 \cdot 8,3 \cdot 368} = \frac{85 \cdot 18}{8,3 \cdot 368} \cdot 10^{-2} = \frac{153}{306,4} \cdot 10^{-1} \approx 5 \cdot 10^{-4}$$

$$\underline{k = 5 \cdot 10^{-4}}$$

$$2) \beta = \frac{V_n}{V_0}$$

$$m_0 + m_n = m_0 \quad (3)$$

$$pV_0 = \frac{m_0 RT_0}{\mu}$$

$$pV_n = \frac{m_n RT_0}{\mu}$$

$$\frac{V_0}{V_n} = \delta = \frac{m_0}{m_n} \Rightarrow m_n = \frac{m_0}{\delta} \Rightarrow m_0 = \delta m_n \quad (4)$$

$$m_0 = \frac{pV_0 \mu}{RT_0} \quad m_n = \frac{pV_n \mu}{RT_0} \quad (5)$$

$$m_0 = \delta V_0 \quad (6)$$

(4), (5) и (6) в (3)

$$\delta V_0 + \frac{pV_n \mu}{RT_0} = \delta \frac{pV_n \mu}{RT_0} \Rightarrow \delta V_0 = \frac{pV_n \mu}{RT_0} (\delta - 1) \Rightarrow$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{pRT_0}{p\mu(\delta - 1)} = \beta \Rightarrow \beta = \frac{pRT_0}{p\mu(\delta - 1)} \quad \beta = \frac{1}{5 \cdot 3,7} \approx 540$$

Ответ: $k = 5 \cdot 10^{-4}$ $\beta = 540$

$$E_{\text{полн}} = \frac{m_0 g}{2} (m_1 h_1 + m_2 h_2) = \frac{g}{2} \left(m_0 \frac{h_1^2}{h_1 + h_2} + m_0 \frac{h_2^2}{h_1 + h_2} \right) = \frac{g m_0 (h_1^2 + h_2^2)}{2(h_1 + h_2)} \Rightarrow$$

$$m_1 = m_0 \frac{h_1}{h_1 + h_2}$$

$$E_{\text{полн}} = \frac{m_0 g}{2} \cdot \frac{(h_1^2 + h_2^2)}{h_1 + h_2} \quad (1)$$

Решение: $E_k \text{ max}$ если $E_p = \text{min}$, т.е. $E_p = E_{p \text{ min}}$ по формуле

$$E_{p \text{ min}} = m_0 g \frac{h}{2} \Rightarrow E_{p \text{ min}} = m_0 g \frac{h_1 + h_2}{4} \quad (2)$$

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

$$E_{k \text{ max}} = E_{\text{полн}} - E_{p \text{ min}} \quad (3)$$

$$(1) \text{ и } (2) \text{ в } (3) \quad E_k = \frac{m_0 g}{2} \left(\frac{h_1^2 + h_2^2}{h_1 + h_2} - \frac{h_1 + h_2}{2} \right) = \frac{m_0 g}{2} \left(\frac{2h_1^2 + 2h_2^2 - h_1^2 - h_2^2}{2(h_1 + h_2)} - \frac{h_1 + h_2}{2} \right) = \frac{m_0 g}{2} \frac{(h_1 + h_2)^2}{2(h_1 + h_2)} = \frac{m_0 g}{4} (h_1 + h_2) \Rightarrow E_{k \text{ max}} = \frac{m_0 g (h_1 + h_2)}{4}$$

$$E_{\text{max}} = \frac{m_0 v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{m_0 g (h_1 + h_2)}{4} \Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{g}{2} (h_1 + h_2)}$$

$$v = \sqrt{5 \cdot 0,2} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 2) $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 19; 1,2; 4,8

- 1) v_x
- 2) t
- 3) L

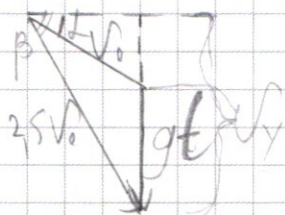
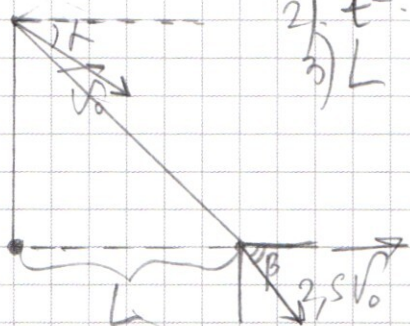
N1.
 $L = v_0 \cos \alpha t$

~~$v_y = gt$~~

~~$v_y = v_0 \sin \alpha + gt = v_y$~~

~~$v_x = v_0 \cos \alpha$~~

$v_y^2 + v_x^2 = 2,5^2 v_0^2$
 $19^2 + 1,2^2 = 2,5^2 v_0^2$
 $361 + 1,44 = 6,25 v_0^2$
 $362,44 = 6,25 v_0^2$
 $v_0^2 = \frac{362,44}{6,25}$
 $v_0 = 19,04$



$v_0 \cos \alpha = 2,5 v_0 \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = \frac{2}{5} \cos \alpha = \frac{1}{5}$

$v_y = gt + v_0 \sin \alpha$

1) $v_y = 2,5 v_0 \sin \beta$

$\cos \beta = \frac{1}{5} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{25}} = \frac{2,4}{5}$

$v_y = 2,5 \cdot 19,04 \cdot \frac{2,4}{5} = 22,848$

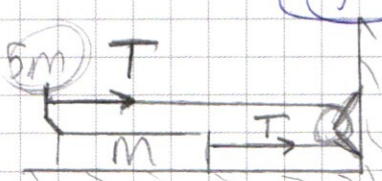
$v_y = 22,848 \approx 19,04$

$v_y \approx 19,04$

2) $t = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0 (2,5 \sin \beta - \sin \alpha)}{g}$

3) $L = v_0 \cos \alpha t = \frac{v_0^2 \cos \alpha (2,5 \sin \beta - \sin \alpha)}{g}$

S, m, μ



$\frac{1,4}{0,8} = 1,75$
 $\frac{136}{1,224} = 111,11$

N2.

$t = \frac{19 - 1,2}{2} = \frac{17,8}{2} = 8,9$

$L = 4 \cdot 1,2 = 4,8$

$v = \sqrt{2S(\frac{F}{3} - \mu g)}$

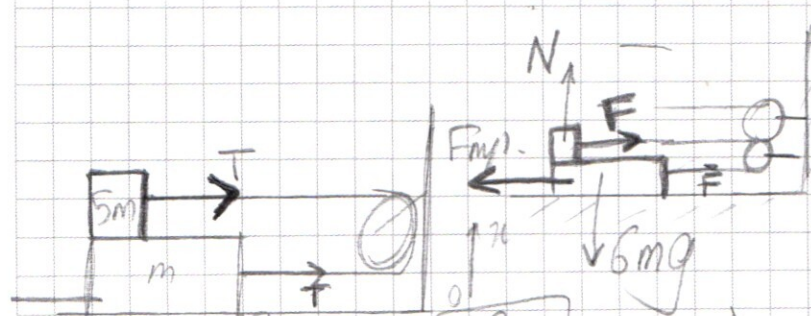
1) $N = 6mg$

2) F_{min} , если $a = 0$

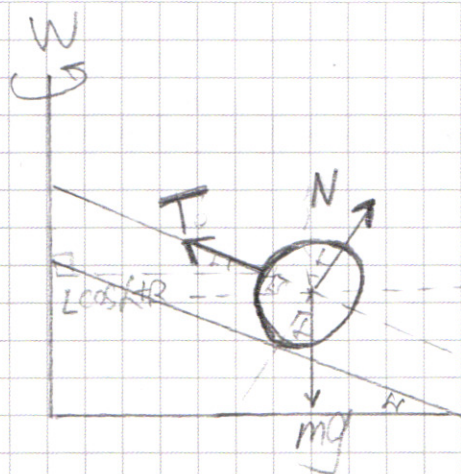
$2F - 6\mu mg = 6ma \Rightarrow$

$2F_{min} - 6\mu mg = 0 \Rightarrow F_0 = 3\mu mg$

3) $a = \frac{F}{3} - \mu g$



$S = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2aS}$



N3.

$$T_0 = mg \sin \alpha$$

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

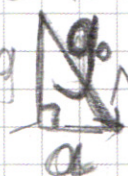
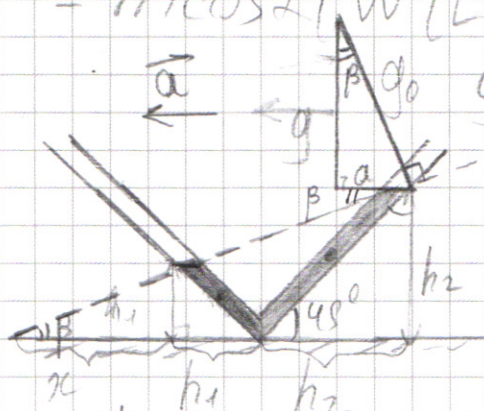
$$T \sin \alpha + N \cos \alpha = mg \Rightarrow N = \frac{mg - T \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

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

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

$$\frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha}$$

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



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

$$\tan \beta = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{a}{g} = \frac{1}{5} \Rightarrow a = \frac{g}{5} = 2 \frac{m}{s^2}$$

h_1, h_2
 $h_1 = 8$
 $h_2 = 12$

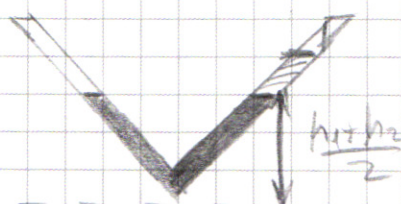
$$\frac{h_2}{x + h_1 + h_2} = \frac{h_1}{x} \Rightarrow x h_2 = x h_1 + h_1 (h_1 + h_2) \Rightarrow x (h_2 - h_1) = h_1 (h_1 + h_2) \Rightarrow$$

$$\tan \beta = \frac{h_1}{x} = \frac{8}{40} = \frac{1}{5}$$

$$x = h_1 \frac{h_1 + h_2}{h_2 - h_1} = 8 \frac{8 + 12}{12 - 8} = 40$$

$$x = 40 \text{ cm}$$

2)

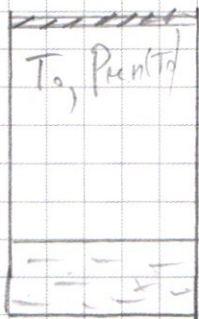


$$E_p = mg \frac{h_1}{2} + mg \frac{h_2}{2} = mg \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right)$$

$$E = E_p + E_k$$

$$E_{p \min}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$p_{n,0} = \frac{p_{n,0} \mu}{RT_0}$$

$$k = \frac{p_{n,0}}{p_0} = \frac{p \mu}{RT_0 p} \Rightarrow k = \frac{p \mu}{RT_0}$$

$$k = \frac{2.5 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8.31 \cdot 368} = \frac{450}{3113.68} \approx 0.144$$

$$\frac{p, T_0}{p_0, T_0}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{10^{-6} \text{ m}^3} = 10^3$$

$$\frac{46.5}{8.31 \cdot 184} \cdot 10^{-2} = \frac{920}{184} \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-4}$$

$$76.5 \cdot 10^3 = \frac{76.5 \cdot 10^3}{0.92} \approx 83.15 \cdot 10^3$$

$$92 \cdot 184 = 16928$$

$$920 \cdot 184 = 169280$$

$$2) \frac{V_0}{V_n} \cdot \frac{V_n}{V_0} = \beta \Rightarrow \frac{V_0}{V_n} = \beta$$

$$m_l + m_n = m_0$$

$$m_n = \frac{m_0}{\beta} \quad m_0 = \beta m_n$$

$$m_0 = m_n$$

$$pV_0 = \frac{m_0 RT_0}{\mu} \Rightarrow p \cdot \frac{V_0}{V_n} = \frac{m_0 RT_0}{\mu} \Rightarrow$$

$$m_0 = \frac{p \cdot \frac{V_0}{V_n} \mu}{RT_0}$$

$$m_0 \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) = \frac{p V_n \mu}{RT_0} \Rightarrow m_n = \frac{p V_n \mu}{RT_0}$$

$$m_l = p V_0$$

$$p V_n = \frac{m_n RT_0}{\mu} \Rightarrow m_n = \frac{p V_n \mu}{RT_0}$$

$$m_l + m_n = m_0$$

$$\beta = \frac{m_0}{m_n} \Rightarrow$$

$$p V_0 + \frac{m_0}{\beta} = m_0 \Rightarrow p \frac{V_0}{\beta} = m_0 \left(\frac{\beta - 1}{\beta}\right) = \frac{p V_n \mu}{RT_0} \frac{\beta - 1}{\beta} \Rightarrow \beta = \frac{p V_n \mu}{RT_0}$$

$$p V_0 = m_0 \frac{\beta - 1}{\beta} = m_n (\beta - 1)$$

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)