

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 10-02

Класс 10

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

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?

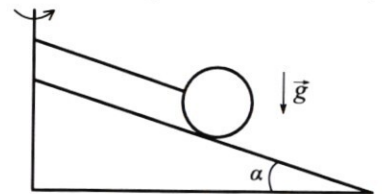
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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.

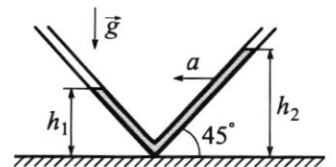


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

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.

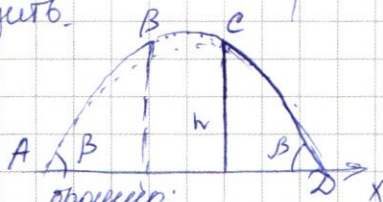
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1
Дано:
 $v_0 = 10 \frac{м}{с}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $2v_0$ - кон.ск.

v_y
 t
 h

Решение.

П.к. гайка все время приближалась справедливо
изобразить.



Построим до параболы

П.к. тело по условию к горизонту: $v_x = \text{const}$

$$\Rightarrow v_0 \cos \alpha = 2v_0 \cos \beta$$

β - угол под которым ударит гайка

$$\cos \alpha = 2 \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{\cos \alpha}{2} = \frac{1/2}{2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sqrt{16-1}}{4} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

$v_y = \sin \beta \cdot 2v_0$ - при падении

$$v_y = \frac{\sqrt{15}}{4} \cdot 2 \cdot 10 \frac{м}{с} = \frac{20\sqrt{15}}{4} = 5\sqrt{15} \frac{м}{с} \approx 17,5 \frac{м}{с}$$

Допустим тело бросено из (1) A.

(1) В симметрии (1) C относ. вершины (1) C - находится)

$\Rightarrow$ Время за кот. пройдем AB и CD равно.

$$v_y(t) = 2v_0 \sin \beta - gt = v_0 \sin \alpha \quad (\text{в (1) B})$$

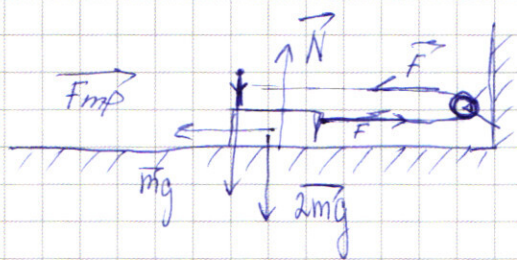
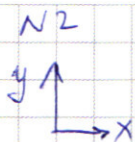
$$t = \frac{2v_0 \sin \beta - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{10(2 \cdot \frac{\sqrt{15}}{4} - \frac{1}{2})}{10} = \frac{\sqrt{15}}{2} - \frac{1}{2} \approx 1,25 \text{ с.}$$

$$h = 2v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = 17,5 \cdot 1,25 - \frac{10 \cdot 1,25^2}{2} \approx 13,43 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } v_y = 5\sqrt{15} \frac{м}{с} \approx 17,5 \frac{м}{с}$$

$$t \approx 1,25 \text{ с}$$

$$h \approx 13,43 \text{ м}$$



Вдавим силы на левый конец шаром со осей.
2 закон Ньютона для шарика и человека (а - со уек) N - сила реак. от шар.

$$3m\vec{a} = m\vec{g} + 2m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{mp} + \vec{F}$$

$$Oy: 0 = N - 2mg - mg$$

$$N = 3mg$$

По 3ему закону Ньютона

$N = F_1 = 3mg$ - сила с кот шарик сгибается на пол

На Ox

$$2ma + ma =$$

2 закон Ньютона на Ox для шарика: $2ma = F - F_{mp}$

$$2ma = F_0 - \mu N = F_0 - 3\mu mg \quad (1)$$

Чтобы F_0 минимально $F_0 - 3\mu mg \geq 0$

$$\text{П.е. } F_0 \geq 3\mu mg \Rightarrow F_0 = 3\mu mg$$

$$\text{из (1)} \quad a = \frac{F_0 - 3\mu mg}{2m}$$

$$S = \frac{at^2}{2} \quad (v_0 = 0) \Rightarrow \frac{2S}{a} = t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S \cdot 2m}{F - 3\mu mg}}$$

$$t = \sqrt{\frac{4mS}{F - 3\mu mg}}$$

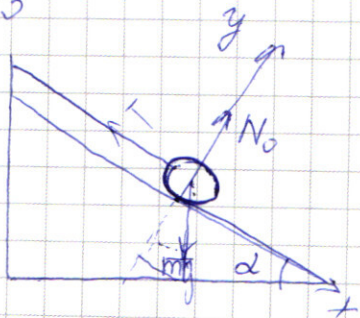
Ответ:

$$F_1 = 3mg$$

$$F_0 = 3\mu mg$$

$$t = \sqrt{\frac{4mS}{F - 3\mu mg}}$$

N3



По 3ему закону Ньютона $N_0 = F$ давший

2 закон Ньютона для покоящегося шара

$$0 = \vec{N}_0 + m\vec{g} + \vec{T}$$

Выберем Ox по повер. линии
Oy направим перпендикулярно

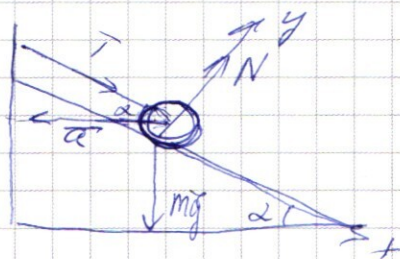
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

На Oy : $0 = N_0 - mg \cos \alpha \Rightarrow N_0 = mg \cos \alpha = F_{\text{дав.}}$

Рассмотрим случай, когда шар вращается.

Для шара $a = \omega^2 (R + l)$ т.к. радиусом l шар не пренебрегаем.

Изобразим



Выберем СО
инерциально и случай

2 закона Ньютона для шара

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

На Oy : $-may = N - mg \cos \alpha$ (2)

$$a_y = a \sin \alpha = \omega^2 (R + l) \sin \alpha$$

$$l = L \cos \alpha \quad a_y = a \sin \alpha = \omega^2 l \sin \alpha$$

$$l = (L + R) \cos \alpha \quad a_y = \omega^2 (L + R) \sin \alpha \cos \alpha$$

Подст. в (2)

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

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

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

но беру законы Ньютона

Ответ: $N_0 = mg \cos \alpha$

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

Подставим в (2)

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

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

Ответ: $N_0 = 3mg$

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

N5

Дано:

$$p = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$T = 273 + 27 = 300 \text{ К}$$

$$\gamma = 5,6$$

$$\rho = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

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

$$T = \text{const}$$

$$\alpha$$

$$\beta$$

Решение:

$$\alpha = \frac{\rho_0}{\rho}$$

ρ_0 - плотность пара

Ур. Менделеева - Клапейрона для пар. состояний

V_0 - нач. объем

$$pV_0 = \frac{mRT}{M}$$

m_0 - нач. масса

$$p = \frac{\rho_0 RT}{M}$$

П.к. пар насыщенный конденсацией преобразуется сразу.

$$\frac{pM}{RT} = \rho_0$$

$$\alpha = \frac{pM}{RT\rho} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 300 \cdot 1000} \approx \frac{(72 - 1,5)}{8 \cdot 300 \cdot 1000} = \frac{2,7}{1000 \cdot 1000} = 2,7 \cdot 10^{-5}$$

П.к. процесс - изопроцесс масса не меняется.

$$\Rightarrow m_0 = m_v + m_n \quad \text{в любой момент времени}$$

где m_v - масса воды
 m_n - пар

$$\rho_0 V_0 = \rho V_v + \rho_0 V_n$$

$$V_0 = \gamma \cdot V_n \quad \text{из условия}$$

$$\gamma \rho_0 V_n = \rho V_v + \rho_0 V_n$$

$$V_n \rho_0 (\gamma - 1) = \rho \cdot V_v$$

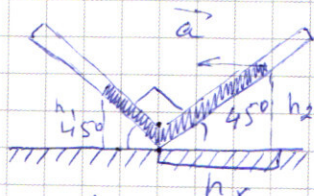
$$\beta = \frac{V_n}{V_v} = \frac{\rho}{\rho_0 (\gamma - 1)} = \frac{1}{\alpha (\gamma - 1)} = \frac{10^5}{2,7 \cdot 4,6} = \frac{10^5}{12,42} \approx 8000$$

$$\alpha = 2,7 \cdot 10^{-5}$$

Ответ:

$$\beta = 8000$$

N4



$$\frac{h_1}{\cos \alpha} = \frac{h_2}{\cos \alpha}$$

$$\text{П.к. } \alpha = 45^\circ$$

$$m_1 + m_2 = \frac{\rho p}{\cos \alpha} (h_1 + h_2)$$

П.к. опора симметрична $h_0 = \frac{h_1 + h_2}{2}$

где h_0 - нач. высота в камере из столбиков

$$m_1 = \frac{\rho p h_1}{\cos \alpha} \quad \text{масса в 1 трубе}$$

по две

$$m_2 = \frac{\rho p h_2}{\cos \alpha} \quad \text{во 2-ой}$$

Чтобы сохранилось равновесие $a_0 = a \cdot \cos \alpha$ - ускорения

$$\text{Для столба } 1 \quad \frac{h_0}{\cos \alpha} - \frac{h_1}{\cos \alpha} = \frac{a \cos \alpha + r}{2}$$

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 4

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Система:

$$\begin{cases} \frac{h_0}{\cos \alpha} - \frac{h_1}{\cos \alpha} = \frac{a \cos \alpha t^2}{2} & (1) \\ \frac{h_2}{\cos \alpha} - \frac{h_0}{\cos \alpha} = \frac{a \cos \alpha t^2}{2} & (2) \\ \frac{h_1 + h_2}{2} = h_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} h_0 - h_1 = \frac{a \cos^2 \alpha t^2}{2} \\ h_2 - h_0 = \frac{a \cos^2 \alpha t^2}{2} \\ h_1 + h_2 = h_0 \end{cases} \quad (2)$$

$$h_0 = \frac{a \cos^2 \alpha t^2}{2} + h_1$$

$$\frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{a \cos^2 \alpha t^2}{2} + h_1 \Leftrightarrow h_1 + h_2 = a \cos^2 \alpha t^2 + 2h_1$$

$$h_2 - h_1 = a \cos^2 \alpha t^2$$

$$h_2 = h_1 + a \cos^2 \alpha t^2$$

В (2):

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

$$2h_2 + h_1 + h_2 = h_2 - h_1$$

$$3h_2 = h_2 - h_1 - h_1$$

$$3h_2 = h_2 - 2h_1 \Leftrightarrow$$

Из (1)

$$\frac{h_0}{\cos \alpha} = \frac{h_1}{\cos \alpha} + \frac{a \cos \alpha t^2}{2}$$

(2)

$$\frac{h_0}{\cos \alpha} = \frac{h_2}{\cos \alpha} - \frac{a \cos \alpha t^2}{2}$$

$$\frac{h_1}{\cos \alpha} + \frac{a \cos \alpha t^2}{2} = \frac{h_2}{\cos \alpha} - \frac{a \cos \alpha t^2}{2}$$

$$\frac{h_2 - h_1}{2 \cos \alpha} = \frac{2 a \cos \alpha t^2}{2} \Rightarrow$$

$$h_2 - h_1 = \frac{2 a \cos^2 \alpha t^2}{2}$$

$$h_2 - h_1 = a \cos^2 \alpha t^2$$

$$\Rightarrow \frac{h_2 - h_1}{a \cos^2 \alpha} = t^2$$

$$mgh_2 - mgh_1 = A \quad - \text{ работа сил } A = \vec{F} \cdot \vec{l} = m a l.$$

$$(h_2 - h_1)(h_2 + h_1) \cdot \frac{spg}{\cos \alpha} = \frac{sp(h_2 + h_1)}{\cos \alpha} - a \cdot l$$

$$(h_2 - h_1)g = a \cdot l.$$

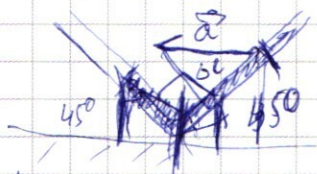
$$l = \frac{at^2}{2} = \frac{a(h_2 - h_1)}{a \cos^2 \alpha}$$

$$(h_2 - h_1)g = \frac{a(h_2 - h_1)}{2 \cos^2 \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4

$$m = \rho S(h_1 + h_2) \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$$

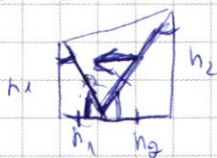


Углы наклона уровней боков равны т.к. форма сечения осесимметрична

скорость масса?

$$h_0 = \frac{h_1 + h_2}{2} - \text{кат. ур.}$$

ЗСЭ? -



Применяем закон сохранения энергии



$$h_1' = \frac{h_1}{\cos \alpha}$$

$$h_2' = \frac{h_2}{\cos \alpha}$$

$$m = \rho h_1' S$$

$$m_1 g h_1 = m_2 g h_2$$

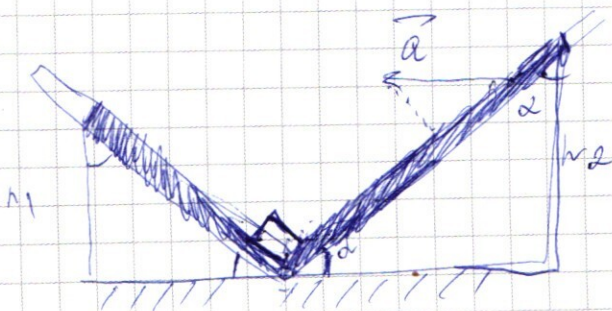
$$\rho h_1' g h_1 = \rho h_2' g h_2$$

$$\frac{h_1 \cdot h_1 \cdot g}{\cos \alpha} = \frac{h_2 \cdot h_2 \cdot g}{\cos \alpha}$$

Оно же скорость.

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

$\vec{v}_0$ - скорость масса



NS.
 $T = 27 + 273 = 300K$
 $P = 3,55 \cdot 10^3 Pa$
 $T = const$
 $V \downarrow$

Конденсация пара
 $P_n = P_0$
 $\frac{P_n}{P} = \alpha = 1$

$$\frac{4}{2 \cdot \frac{1}{2}}$$

Уравнение состояния
 Ур Менделеева - Клапейрона

$$PV = \nu RT$$

$$1) PV = \frac{mRT}{M}$$

$$PV_0 = \frac{mRT}{M_0}$$

$$2) \frac{P_1 V}{\gamma} = \frac{mRT}{M}$$

$$\gamma P_0$$

$$\frac{P}{P_1} \cdot \gamma = \frac{m}{m_1}$$

$$N_A \cdot k = R$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ \times 3,55 \\ \hline 18 \\ 3640 \\ 355 \\ \hline 7190 \end{array}$$

$$\frac{9}{300} = P_0$$

$$\gamma = \frac{V_0}{V_k} = \frac{V_0}{V_0 - \Delta V}$$

$$\gamma V_0 - \gamma \Delta V = V_0$$

$$\gamma \Delta V = (\gamma - 1) V_0$$

$$\Delta V = \frac{(\gamma - 1) V_0}{\gamma} - \text{объем пара увеличивается на.}$$

$$\begin{array}{r} 4,6 \\ \times 2,7 \\ \hline 322 \\ 92 \\ \hline 242 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 280 \\ 42 \\ \hline 322 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000000 \mid 125 \\ 1000 \\ \hline 0 \quad 8 \end{array}$$

$$\frac{PV_0}{T} = const$$

3. Бойли - Мариотт

$$P_0 V_0 = P_1 V_1$$

$$\gamma P_0 V_0 = P_1 V_1$$

$$\gamma P_0 V$$

$$V_0 = \frac{m_0 RT}{MP} - \text{пара в начале.}$$

$$MP = \frac{PRT}{P}$$

$$P = \frac{PRT}{M}$$

$$2400 : 18 \sim$$

$$\sim 2400 : 20 = 1200$$

$$P_0 V_0 = \frac{V_0}{\gamma} \cdot P_1$$

$$\gamma P_0 = P_1$$

$$P_0 V_0 = \frac{m_0 RT}{M}$$

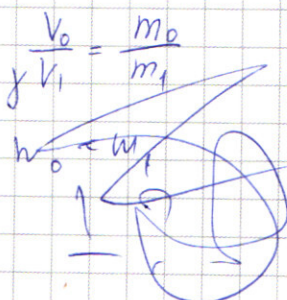
$$\gamma P_0 V_1 = \frac{m_1 RT}{M}$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$N = V \cdot N_A$$

$$p = nkT = \frac{NkT}{V}$$

$$p = \frac{V N_A k T}{V}$$



$$V_0 > V_1 \text{ б } \gamma$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \gamma$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

III. к. все время прыжки.



$$v_0 \cos \beta = 2v_0 \cos \alpha.$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{2} = 2 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4} \quad \sin \alpha = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$v_{0x} = \text{const} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_0 \cos \alpha = 2v_0$$

$$v_0 \cos \alpha = 2v_0$$

$$2v_0 \cos \alpha = v_0 \cos \beta$$

$$2 \cos \alpha = \cos \beta$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \frac{3}{16} = \frac{13}{16}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$v_y = 2v_0 \sin \alpha = \frac{10\sqrt{13}}{4}$$

$$v_{\text{max}} \quad \beta = 30^\circ$$

$$v_y = v_0 \sin 30^\circ$$

$$v_y = v_0 \sin \beta$$

$$v_y(t) = 2v_0 \sin \alpha - g t = v_0 \sin \beta$$

$$y(t) = 2v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{2v_0 \sin \alpha - v_0 \sin \beta}{g} = t$$

Данная формула
по на 100 баллов.

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha (2v_0 \sin \alpha - v_0 \sin \beta)}{g} - \frac{g t^2}{2}$$

$$t = 1 = t_{\text{up}} = t_{\text{down}} = \frac{2v_0 \sin \alpha - v_0 \sin \beta}{g} = \frac{20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} - 10 \cdot \frac{1}{2}}{10}$$

$$= \frac{\sqrt{13}}{2} - \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{13}-1}{2} \approx \frac{3,5-1}{2} = 1,25$$

$$17,5 \cdot 1,25 - \frac{10 \cdot 1,25^2}{2}$$

$$= 1,25 \left(17,5 - \frac{12,5}{2} \right)$$

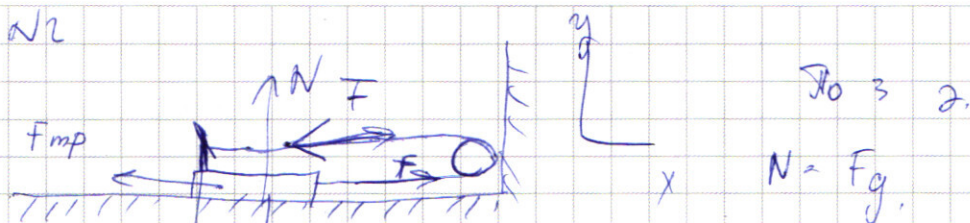
$$= 1,25 (17,5 - 6,25)$$

$$= 1,25 \cdot 10,75 \approx 13,43 \text{ м}$$

$$v_y = 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = 5\sqrt{13} = 17,5 \text{ м/с}$$

$$h = 13,43 \text{ м}$$

N2



То 3 2.
 $N = F_g$

По второму закону Н.

$$2ma = mg + F_{mp} + F + N + 2mg$$

O_y $0 = -2mg - mg + N$

$N = 3mg$

2) F_0 F_0

$ma = F_0$
 $\frac{m(F_0 - 3\mu mg)}{2m} = F_0$ $2F_0 = F_0 - 3\mu mg$
 $3\mu mg = 3F_0$
 $F_0 = \mu mg$

O_x $2ma = F - F_{mp} = F - \mu N = F - 3\mu mg$

$2ma = F - 3\mu mg$

$a = \frac{F - 3\mu mg}{2m}$

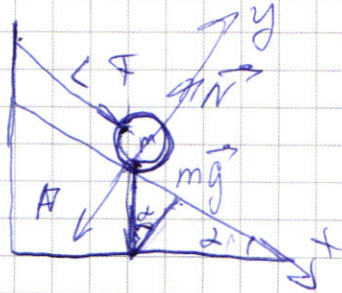
$F = 2ma + 3\mu mg > 0$ $\mu a = 0$

$F > 3\mu mg = F_0$

$s = \frac{at^2}{2} =$

$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} \Rightarrow t^2 = \frac{2s}{a} = \frac{2s \cdot 2m}{F - 3\mu mg} = \frac{4ms}{F - 3\mu mg}$

N3

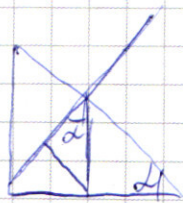


2 закон Ньютона для шарика в покое.

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

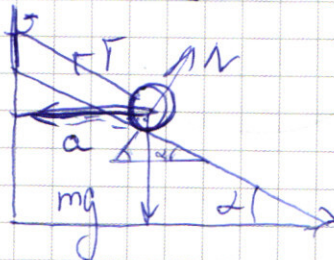
$O_y: 0 = N - mg \sin \alpha$

$N = mg \cos \alpha$



2) Вращение

$a = \omega^2 L$



$a = \omega^2 L$

2 закон Ньютона по Ox

$-m a \cos \alpha =$

$O_y -m a \sin \alpha = N - mg \cos \alpha$

$mg \cos \alpha - m a \sin \alpha = N$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$V_n + V_0 = V_c$$

$$p_0 = p_n$$

$$p_0 = \frac{p_0 \cdot M}{RT}$$

$$p_0 V_0 = \frac{m_0 RT}{M} \quad \gamma \frac{p_0 V_n M}{RT} = m_0$$

$$p_0 = \frac{p RT}{M}$$

$$\frac{p_0 \cdot M}{RT} = \rho$$

$$\frac{1}{10} \cdot 6$$

$$\frac{V_0}{\gamma V_0} \checkmark$$

$$m_0 + m_n = \text{const}$$

$$V_0 + V_n = \text{const}$$

$$m.к. \quad p_0 = p_n = \text{const}$$

$$V_0 + V_n = V_{\text{ссыга}}$$

$$V(t) = V_0 - S \Delta h$$

за 1 с.

Опускается на Δh в 1 с.

$$m_0 + m_n = \text{const} = m_0$$

$$\frac{p_0 V_0 M}{RT} = m_0 + m_n$$

+

$$\frac{p_0 V_0 M}{RT} = m_0$$

$$18 \text{ л}$$

$$5,6 \text{ л}$$

$$8,07 = 5,6$$

$$m_n = \frac{p V_n M}{RT}$$

$$\frac{\gamma V_n p_0 M}{RT} = p_0 V_0 + \frac{V_n p M}{RT}$$

$$\frac{\gamma V_n p_0 M}{RT} = p V_0 + p V_n$$

$$V_n \left(\frac{\gamma p_0 M}{RT} - p \right) = p V_0$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{p}{\frac{\gamma p_0 M}{RT} - p}$$

$$\frac{5,6 \cdot 8 \cdot 3,55 \cdot 18}{8 \cdot 300}$$

$$\frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{\frac{5,6 \cdot 3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^3}{8 \cdot 300}} = 1000$$

$$m_0 = \frac{\gamma p_0 V_n M}{RT} = p(V_n + V_0)$$

$$5,66$$

$$\frac{5,6 \cdot 3,55 \cdot 18}{8 \cdot 300} = \frac{0,7 \cdot 18 \cdot 3,55}{3 \cdot 100}$$

$$= \frac{0,7 \cdot 6 \cdot 3,55}{100} =$$

$$= \frac{4,2 \cdot 3,55}{100} = \frac{13}{100}$$

$$P_0 V_0 = \frac{m_0 R T}{M}$$

$$A = mg$$

$$P_0 = \frac{P_0 R T}{M}$$

$$P_0 = \frac{P_0 \cdot M}{R T} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 300} =$$

Ag

$$P_0 = P_n$$

$$= \frac{3,55 \cdot 6 \cdot 3}{8 \cdot 3 \cdot 100} = \frac{3,55 \cdot 6}{8 \cdot 100} = \frac{21,30}{8 \cdot 100} = \frac{2,67}{100} =$$

$$P_0 = \frac{2,67}{100} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P_0 = \frac{0,267}{10} = 0,0267 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\begin{array}{r} 3,55 \\ \times 6 \\ \hline 21,30 \end{array} = \frac{2,67 \cdot 100}{100} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\begin{array}{r} 21,3 \\ \times 10 \\ \hline 213 \end{array}$$

$$= 2,67 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{P_0 \cdot M}{R T P_1} = 0,0267$$

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

$$\gamma V_1 P_0 = P_0 V_0 + P_0 V_1$$

$$V_1 (\gamma - 1) P_0 = P_0 V_0$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{P_0}{P_0 (\gamma - 1)} = \frac{1}{0,0267 \cdot 4,6}$$

$$\frac{V_1}{V_0}$$

$$\begin{array}{r} 2,67 \\ \times 4,6 \\ \hline 1602 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,0267 \\ \times 4,6 \\ \hline 1602 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1602 \\ \times 100000 \\ \hline 160200000 \end{array}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{0,12642}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1 \cdot 10^5}{12642}$$

$$100000 \cdot 12642$$

$$\frac{V_n}{V_1} = \frac{1}{0,13} = \frac{100}{13} = 84$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 13 \\ \hline 1300 \end{array}$$

$$4,6 V_0 P_0 = P_0 V_0$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{P_0}{4,6 P_0}$$

$$\begin{array}{r} 100000 \\ \times 100 \\ \hline 10000000 \end{array}$$

$$\frac{1000000}{2,67 \cdot 4,6} = \frac{1000000}{12,5} = \frac{1000000}{12,5} = 8000$$

$$A = g(m_2 h_2 - m_1 h_1) = g \rho \left(\frac{h_2^2}{\cos \alpha} - \frac{h_1^2}{\cos \alpha} \right)$$

$$A = \frac{\rho g}{\cos \alpha} (h_2^2 - h_1^2) = (m_1 + m_2) a \cdot l$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A = \frac{m_1 + m_2}{\cos \alpha} \cdot a \cdot l = (m_1 + m_2) (h_2 - h_1) \cdot \frac{S p g}{\cos \alpha}$$

$$a \cdot l = g (h_2 - h_1)$$

$$a (h_2 - h_0) = g (h_2 - h_1)$$

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

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

$$a h_2 - 2 g h_2 = a h_1 - 2 g h_1$$

$$h_2 (a - 2 g) = h_1 (a - 2 g)$$

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

$$\frac{a}{2}$$

$$\frac{2 h_2 - h_2 - h_1}{2} = \frac{h_2 - h_1}{2}$$

$$A = (h_2^2 - h_1^2) \cdot \frac{S p g}{\cos \alpha}$$

$$g \cdot \left(\frac{S p h_2^2}{\cos \alpha} - \frac{S p h_1^2}{\cos \alpha} \right) = \frac{S p g}{\cos \alpha} (h_2^2 - h_1^2)$$

$$a_0 = a \cdot \cos \alpha$$

$$h_1 =$$

$$\frac{h_0}{\cos \alpha} - \frac{h_1}{\cos \alpha} = \frac{a l^2}{2}$$

$$h_0 - h_1 = \frac{2 a \cos \alpha}{2} \cdot \frac{a \cdot \cos^2 \alpha l^2}{2}$$

$$\frac{h_0}{\cos \alpha} - \frac{h_1}{\cos \alpha} = \frac{h_2}{\cos \alpha} - \frac{h_0}{\cos \alpha}$$

$$\frac{h_2 - h_1}{\cos \alpha} =$$

$$h_0 - h_1 = h_2 - h_0$$

$$2 h_0 = h_1 + h_2$$

$$\frac{h_0}{\cos \alpha} = \frac{a \cos \alpha l^2}{2} + \frac{h_1}{\cos \alpha}$$

$$h_0 - h_1 = \frac{a \cos^2 \alpha l^2}{2}$$

$$h_1 + \frac{a \cos^2 \alpha l^2}{2} = \frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2}$$

$$\frac{h_1 + a \cos^2 \alpha l^2}{2} = \frac{h_2}{2}$$

$$h_1 + a \cos^2 \alpha l^2 = h_2$$

$$\frac{h_2}{\cos \alpha} - \frac{h_0}{\cos \alpha} = \frac{a \cos^2 \alpha l^2}{2}$$

$$h_2 - h_0 = \frac{a \cos^2 \alpha l^2}{2}$$

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

$$2 h_2 - h_0 = h_2 - h_1$$

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

$$2 h_2 = \frac{2 h_2 - 2 h_1 - h_2 - h_1}{2}$$

$$2 h_2 = \frac{2 h_2 - 3 h_1}{2}$$

$$4 h_2 = 2 h_2 - 3 h_1$$

$$3 h_1 = 2 h_2$$

$$3 h_2 = h_2 - 2 h_1$$

$$3 h_2 + h_1 = h_2 - h_1$$

$$\frac{h_0}{\cos \alpha} = \frac{a \cos \alpha + 2}{2} + \frac{h_1}{\cos \alpha}$$

$$\frac{h_2}{\cos \alpha} - \frac{a \cos \alpha + 2}{2} = \frac{h_0}{\cos \alpha}$$

$$\frac{h_2}{\cos \alpha}$$