

Олимпиада «Физтех» по физике, 10 класс

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 $\alpha = 30^\circ$ 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?

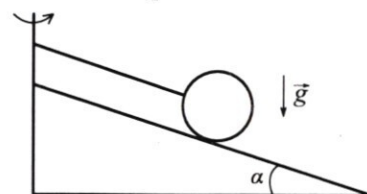
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

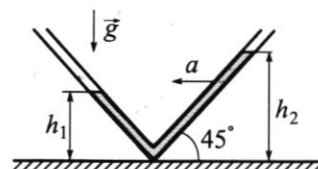


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

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.

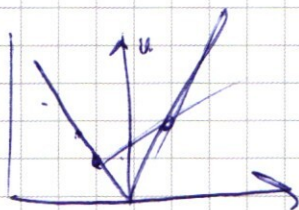


5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 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



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

$$\frac{m_1}{m} = \frac{M}{h_1 + h_2}$$

$$\frac{M \cdot h_1}{h_1 + h_2} + \frac{M \cdot h_2}{h_1 + h_2} = M$$

$$\frac{h_1 + h_2}{h_1 + h_2} = 1$$

$$m_1$$

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

$$m_1 = M$$

14.6

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

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

$$\frac{831}{4986}$$

$$\frac{91 \cdot 10^4}{4986 \cdot 10^4}$$

$$910000$$

$$\frac{831}{2483}$$

$$\frac{2483 \cdot 10^1}{16330}$$

$$142 \cdot 10^{-1}$$

$$2500 \cdot 10^2$$

$$\begin{array}{r} 365 \\ \times 41 \\ \hline 2180 \\ 1420 \\ \hline 16330 \end{array}$$

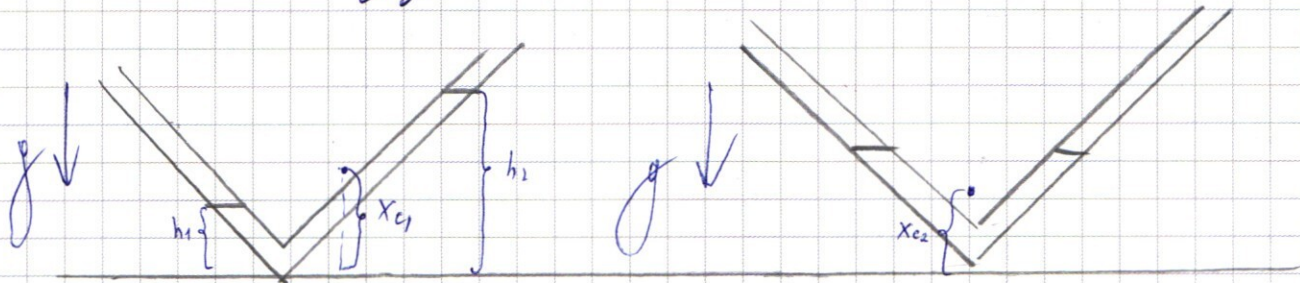
$$\frac{2483 \cdot 10^2}{1633}$$

$$\frac{100}{333}$$

$$\begin{array}{r} 1323 \\ \times 1168 \\ \hline 10584 \\ 13230 \\ 132300 \\ 1323000 \\ \hline 1547136 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2-ой вариант задачи



Найти положение центра масс в 2-ух случаях

$$\frac{m_1}{h_1} = \frac{M}{h_1 + h_2} \Rightarrow m_1 = \frac{h_1 M}{h_1 + h_2}$$

$$\frac{m_2}{h_2} = \frac{M}{h_1 + h_2} \Rightarrow m_2 = \frac{h_2 M}{h_1 + h_2}$$

$$x_c = \frac{\sum x_i m_i}{\sum m_i}$$

$$x_{c1} = \frac{\frac{h_1^2 M}{h_1 + h_2} + \frac{h_2^2 M}{h_1 + h_2}}{\frac{h_1 M}{h_1 + h_2} + \frac{h_2 M}{h_1 + h_2}} = \frac{h_1^2 + h_2^2}{h_1 + h_2}$$

найти положение центра масс

$$x_{c2} = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Запишем 3.С.Э:

$$\frac{M(h_1^2 + h_2^2)}{h_1 + h_2} g = \frac{M(h_1 + h_2)}{2} g + \frac{M V^2}{2}$$

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

$$V = \sqrt{\frac{4h_1^2 + 4h_2^2 - h_1^2 - h_2^2 - 2h_1 h_2}{h_1 + h_2} g} = \sqrt{\frac{(h_1 - h_2)^2 g}{h_1 + h_2}}$$

$$V = \sqrt{\frac{(10 - 23,3)^2 \cdot 10^3}{33,3}} = \sqrt{\frac{13,3^2 \cdot 10^3}{33,3}} = 13,3 \cdot \sqrt{\frac{10^3}{33,3}} \text{ см/с} \approx$$

$$\approx 13,3 \cdot \sqrt{3} \approx 23 \text{ см/с} = \sqrt{\frac{(4h_1^2 + h_2^2) - 2h_1h_2}{h_1 + h_2} g}$$

Отсюда $h_2 = \frac{h_1(g+a)}{g-a} \approx 23,3 \text{ см}$

$$V = \sqrt{\frac{(h_1 - h_2)^2 g}{h_1 + h_2}} \approx V = \sqrt{\frac{g(4(h_1^2 + h_2^2) - 2h_1h_2)}{h_1 + h_2}}$$

Пояснения:

M - масса каждого борта

x_{c1}, x_{c2} - координаты центра масс бортов

g_1, g_2 - ускорения в со. центра и бортов относительно

V - скорость бортов

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\text{ок}; H_1 = \frac{h_1}{\cos \alpha}$$

$$\text{ок}; g_1 = \frac{g}{\cos \alpha} + \frac{a}{\cos \alpha} = \frac{g+a}{\cos \alpha} \quad \frac{g+a}{\cos \alpha} \cos \alpha (g+a)$$

(Как и в случае с первым условием, $F_u = -ma$).

$$P_1 = g_1 H_1 S = \frac{g+a}{\cos \alpha} \cdot \frac{h_1}{\cos \alpha} \cdot S = \frac{h_1 (g+a)}{\cos^2 \alpha} = h_1 (g+a)$$

$$P_1 = P_2$$

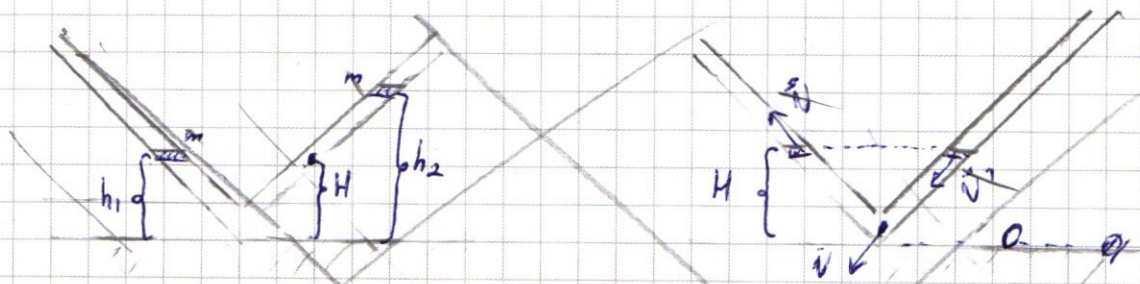
$$\frac{h_1 (g+a)}{\cos^2 \alpha} = \frac{h_2 (g-a)}{\cos^2 \alpha} \quad h_1 (g+a) = h_2 (g-a)$$

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

$$h_2 = \frac{10 \text{ см} (10^4 \text{ м/с}^2 + 4^4 \text{ м/с}^2)}{10^4 \text{ м/с}^2 - 4^4 \text{ м/с}^2} = \frac{10 \cdot 14}{6} = \frac{40}{3} \approx$$

$$\approx 23,3 \text{ (см)}$$

2-ой вопрос за задачу!



$$H = \frac{h_1 + h_2}{2}, \text{ так } \alpha = 45^\circ \text{ и } \cos \alpha = \sin \alpha$$

3-е равносильные части вери массы, которые на-
вероятно не верные условия в рубри

настел тубоки и запишем закон сохр. энергии:

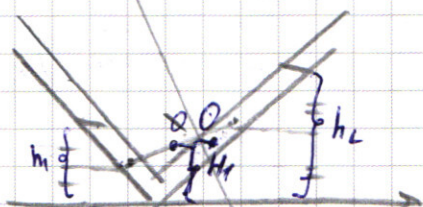
$$mg h_1 + mg h_2 = mg H + mg H + \frac{m V^2}{2} + \frac{m V^2}{2}$$

$$mg (h_1 + h_2) = 2mg H + m V^2$$

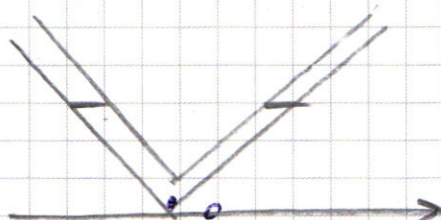
$$g (h_1 + h_2 - 2H) = V^2$$

$$g (h_1 + h_2 - \frac{h_1 + h_2}{2}) = 0 = V^2$$

1) Найдем высоту центра масс ~~всех~~ ~~тубоки~~, ~~которых~~ ~~везде~~



$$H_1 = \frac{h_2 - h_1}{2}$$



2) Эта высота установившейся равновесия ~~эта точка~~
будет ~~какая~~ ~~на~~ ~~высоте~~ ~~= 0~~, ~~но она~~ ~~будет~~ ~~обозначать~~
запишем з.с.з. для этой точки ~~интересно!~~

$$\frac{mg (h_2 - h_1)}{2} = \frac{m V^2}{2}$$

$$g (h_2 - h_1) = V^2$$

$$V = \sqrt{g (h_2 - h_1)} = \sqrt{10 \text{ м/с}^2 (23,3 - 10) \text{ м}} = \sqrt{133} \approx 11,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $h_2 \approx 23,3 \text{ м.}$

$V \approx 11,5 \text{ м/с.}$

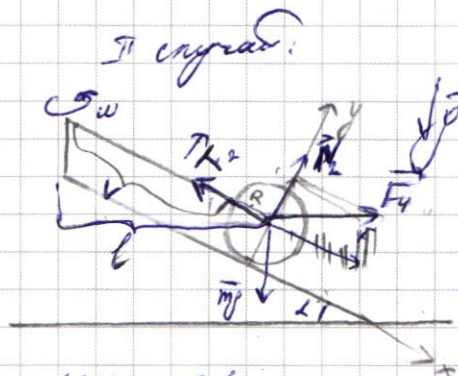
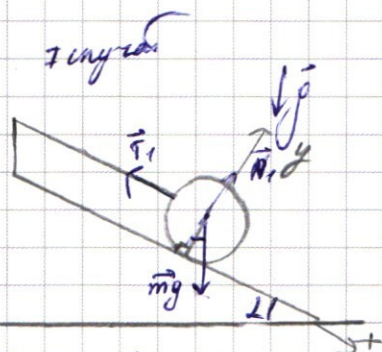
Пояснения:

g_1, g_2 - ускорения в с.о. перед тубоки и везде
 H_1 - высота центра масс ~~всех~~ ~~тубоки~~ ~~и~~ ~~везде~~

V - скорость ~~везде~~ ~~после~~ ~~установившейся~~
того ~~уровня~~ ~~тубоки~~,

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

g, m, R, L, L_1
1) $P_1 - ?$
2) $P_2 - ?$



Запишем II з. Ньютона для I-ого случая:

$$0 = \vec{mg} + \vec{T}_1 + \vec{N}_1$$

оу: $0 = -\cos \alpha \cdot mg + N_1 \Rightarrow N_1 = \cos \alpha \cdot mg$

Запишем II з. Ньютона для II-ого случая:

Перейдем в с.о. шарика, тогда

$$0 = \vec{mg} + \vec{N}_2 + \vec{T}_2 + \vec{F}_4 + \vec{m\vec{a}}$$

оу: $0 = -\cos \alpha \cdot mg + N_2 + \sin \alpha \cdot F_4 \Rightarrow$

$$\Rightarrow N_2 = \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot mg - \sin \alpha \cdot F_4$$

$$F_4 = a' \cdot m$$

$$a' = \omega^2 L = \omega^2 \cdot \cos \alpha \cdot (R + L) \Rightarrow F_4 = \omega^2 \cos \alpha \cdot (R + L) m$$

$$N_2 = \cos \alpha \cdot mg - \sin \alpha \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha \cdot (R + L) m =$$

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

По III з. Ньютона: $P_1 = N_1$, $P_2 = N_2$.

$$\text{Отсюда } P_1 = \cos \alpha \cdot mg$$

$$P_2 = \cos \alpha m (g - \sin \alpha \cdot \omega^2 (R + L)).$$

Получили:

T_1, T_2 — сила натяжения нити;

N_1, N_2 - силы реакции опоры;
 P_1, P_2 - силы давления шара на клин.
 F_u - сила инерции.

l - радиус ^{окр.} по которому движ. шар.

N 4

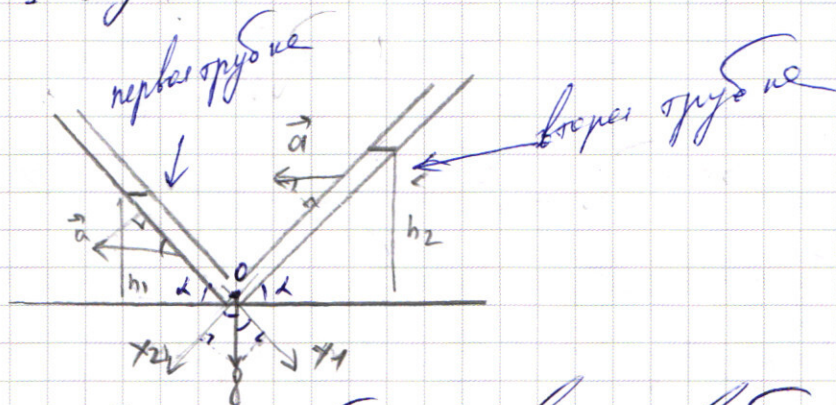
$$\alpha = 45^\circ; a = 4 \text{ м/с}^2$$

$$h_1 = 10 \text{ см}; g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) h_2$$

$$2) U - ?; \text{ или } a = 0.$$

1 случай:



Давление в точке O должно быть равно, в обеих частях трубки, тогда представим, что трубки накроем ^{плотной} вертикальной перегородкой и на них действует ускорение свободного падения g_1 и g_2 .

Для правой трубки:

$$\cancel{h_2}^{OX_2} = H_2 = \frac{h_2}{\cos \alpha} = \sqrt{2} h_2$$

$$OX_2: g_2 = \frac{g}{\cos \alpha} - \frac{a}{\cos \alpha} = \frac{g-a}{\cos \alpha} \cos \alpha (g-a)$$

(т.к. мы перешли в с.о. трубки, то $a=0$ трубки накроем ^{плотной} перегородкой, но не как действует $\vec{F}_u = -m\vec{a}$).

$$P_2 = g_2 H_2 S = \frac{(g-a)}{\cos \alpha} \cdot \frac{h_2}{\cos \alpha} \cdot S = \frac{h_2 (g-a)}{\cos^2 \alpha} h_2 (g-a)$$

Для левой трубки:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_1 = \frac{mv}{\rho v} ; \quad mv_2 - mv_1 = \rho v (V_1 - V_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2 \cdot \rho v}{\rho v (V_1 - V_2)} = \frac{V_2 \rho v}{\rho v (V_1 - V_2)} = \frac{\rho v}{\rho v (\gamma - 1)}$$

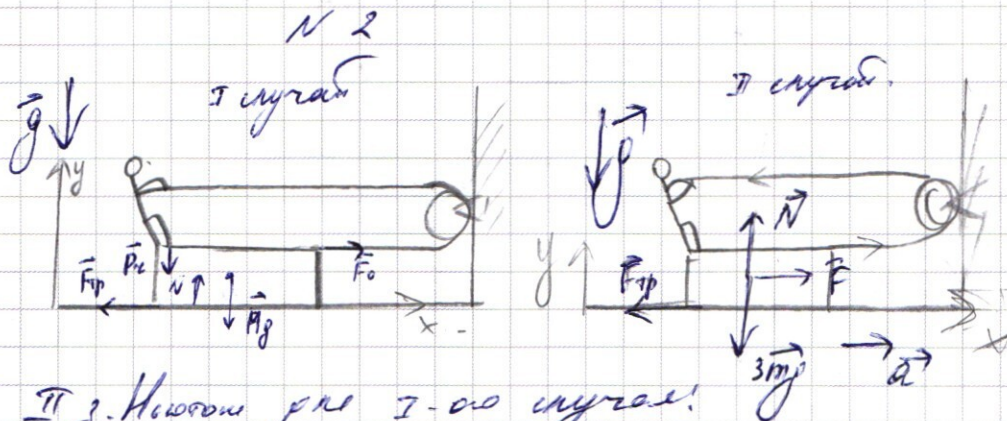
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\rho v \cdot RT}{\rho p (\gamma - 1)} = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{3,55 \cdot 10^3 \text{ Па} (5,6 - 1)} =$$

$$= \frac{8,31 \cdot 300}{355 \cdot 4,6} = \frac{2493}{1633} \approx 1,53$$

Оск.: $\frac{\rho v}{\rho p} = \frac{p}{R \cdot T \cdot \rho v} \approx \frac{91}{831 \cdot 6 \cdot 10^4} \approx 142 \cdot 10^{-8}$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\rho v RT}{\rho p (\gamma - 1)} \approx \frac{831 \cdot 3 \cdot 10^3}{355 \cdot 4,6}$$

$S, m, m,$
 $M = 2m,$
 $F (F > F_0)$
 $F_0 = ?; P = ?;$
 $a = ?$



Запишем II з. Ньютона для I-ого случая:

$$\vec{M}_O = \vec{R}_z + \vec{F}_{тр} + \vec{M}_p + \vec{F}_0 + \vec{N}$$

Оу: $0 = -R_z - M_p + N \Rightarrow N = R_z + M_p$

$R_z = mg \Rightarrow N = mg + 2mg = 3mg$

Ох: по III з. Ньютона: сила реакции на левый
станок не по модулю равна силе, которую левый станок
и не кбб $\Rightarrow P = N = 3mg$

Ох: если сила очень мала, то $a = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow 0 = -F_{\text{тр}} + F_0 \Rightarrow F_0 = F_{\text{тр}} = \mu N = 3\mu mg$$

Рассмотрим II случай:

Рассмотрим тело вместе и мушкетера как одну систему, тогда запишем II з. Ньютона.

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

$$\text{по } y: 0 = N - (M+m)g \Rightarrow N = (M+m)g = 3mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = 3\mu mg$$

$$\text{по } x: (M+m)a = -F_{\text{тр}} + F$$

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

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

Запишем закон движения тела с ^{постоянным} ускорением,

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}, \quad a = \frac{F - 3\mu mg}{3m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \frac{(F - 3\mu mg)t^2}{6m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{6mS}{F - 3\mu mg}}$$

$$\text{Ответ: } P = 3mg; \quad F_0 = 3\mu mg; \quad t = \sqrt{\frac{6mS}{F - 3\mu mg}}$$

Пояснение:

P - давление тела на мушкетера

t - время, за которое пробьет мушкетера расстояние S .

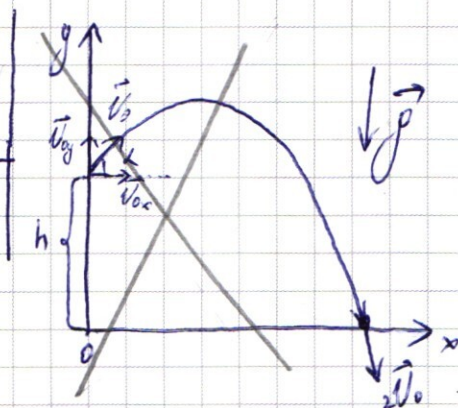
$F_{\text{тр}}$ - сила трения

N 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

$V_0 = 10 \text{ м/с};$
 $\alpha = 30^\circ;$
 $2 V_0; g = 10 \text{ м/с}^2$
 $|V_y| - ?$
 $t_h - ?$
 $t - ?$



1) Разложим начальную скорость на x и y компоненты.

$$V_{0y} = -V_0 \cdot \sin \alpha.$$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha.$$

т.к. $a_x = 0$, то

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha = \text{const},$$

тогда по т. Пифагора: $V_{\text{макс}} = 2V_0$

$$2V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \Rightarrow V_y = \sqrt{4V_0^2 - V_x^2} =$$

$$= \sqrt{4V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha} = -V_0 \sqrt{4 - \frac{3}{4}} = -\frac{V_0 \sqrt{13}}{2}$$

$$|V_y| = \frac{V_0 \sqrt{13}}{2} = \frac{10 \text{ м/с} \cdot \sqrt{13}}{2} = 5\sqrt{13} \text{ (м/с)} \approx 18,5 \text{ (м/с)}$$

2) Запишем закон изменения V по oy :

$$V_y = V_{0y} + \frac{a_y t^2}{2} + a_y t \quad V_y = -\frac{V_0 \sqrt{13}}{2}; \quad V_{0y} = -V_0 \sin \alpha$$

$$-\frac{V_0 \sqrt{13}}{2} = -V_0 \sin \alpha - g t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \left(\frac{V_0 \sqrt{13}}{2} - V_0 \sin \alpha \right) : g.$$

$$t = \frac{V_0}{g} \left(\sqrt{\frac{13}{4}} - \sqrt{\frac{3}{4}} \right) = \frac{V_0 (\sqrt{13} - \sqrt{3})}{2g}$$

$$t = \frac{10 \text{ м/с}}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} \cdot (\sqrt{13} - \sqrt{3}) = \frac{\sqrt{13} - \sqrt{3}}{2} \text{ с} \approx 1 \text{ с.}$$

3) Запишем закон, по которому тело изменяет свою координату y по oy :

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$y=0 \quad y_0=h \quad v_{y0}=-v_0 \cdot \sin \alpha \quad a_y=-g \quad t^2 = \frac{v_0^2 (\sqrt{13}-\sqrt{3})^2}{4g^2}$$

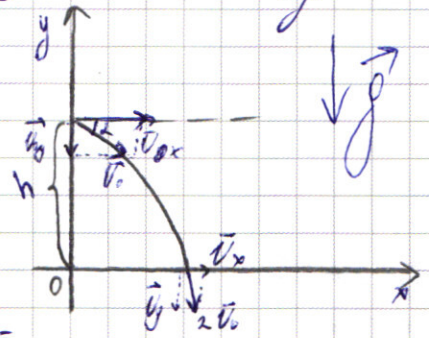
$$0 = h - v_0 \sin \alpha - \frac{g \cdot v_0^2 (\sqrt{13}-\sqrt{3})^2}{4g^2}$$

$$h = v_0 \sin \alpha + \frac{v_0^2 (\sqrt{13}-\sqrt{3})^2}{4g}$$

$$h = \frac{5}{2} \frac{m/s}{s^2} + \frac{100 \frac{m^2}{s^2} (13 - 2\sqrt{39} + 3)}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} =$$

$$= 5 + \frac{5(16 - 2\sqrt{39})}{2} = 5 + 5(8 - \sqrt{39}) =$$

$$= (45 - \sqrt{39}) \text{ м} \approx 39 \text{ (м)}$$



Отв.: $|v_y| \approx 14,5 \text{ м/с}$; $t \approx \frac{\sqrt{13}-\sqrt{3}}{2} \text{ с} \approx 1 \text{ с}$
 $h \approx 39 \text{ м}$

Пояснение:

v_{y0}, v_{0x} - вертикальн. и горизонт. компоненты скорости в момент броска

v_y, v_x - вертикальн. и горизонт. компоненты скорости в момент падения

a_y, a_x - проекции ускорения на оси y и x .
 t - время полета; h - высота

y, x - координаты на осях Oy и Ox

y_0, x_0 - начальные координаты на осях Oy и Ox .

№ 5

$$P = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$T = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$$

$$f = 5,6; \rho = 14 \text{ см}^3$$

$$\mu = 18 \text{ м/моль}$$

$$T = \text{const}$$

$$\frac{P_0}{P} = ?$$

$$\frac{V_2}{V_0} = ?$$

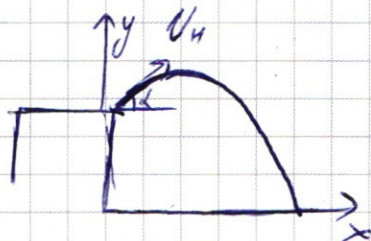
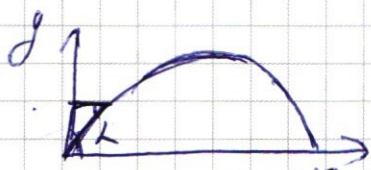
$$PV = \frac{mRT}{M} \Rightarrow P = \frac{\rho RT}{M} \Rightarrow \rho = \frac{PM}{RT}$$

$$\rho_0 = \frac{P \cdot \mu}{R \cdot T} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ м/моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} =$$

$$= \frac{41}{831 \cdot 60} \text{ кг/м}^3$$

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{41}{831 \cdot 60 \cdot 1000} = \frac{41}{831 \cdot 6 \cdot 10^4} \approx$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v_y = \sin \alpha \cdot v_0$$

$$v_0 \rightarrow 2, 2 v_0$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2}$$

$$v_y = v_{y0} + a_y t$$

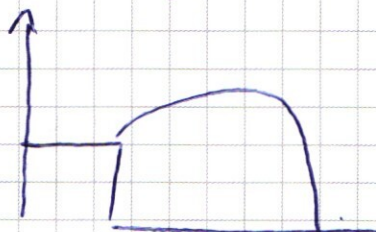
$$-2v_0 = \frac{v_0}{2} - g t \Rightarrow t = \frac{5v_0}{2g}$$

$$y = y_0 + v_{y0} t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$y = 0 \quad y_0 = h \quad v_{y0} = \sin \alpha \cdot v_0 \quad t = \frac{5v_0}{2g}$$

$$h = \frac{25 v_0^2}{4 g^2} - \frac{v_0}{2} \cdot \frac{5v_0}{g}$$

$$h = \left(\frac{25}{4} - \frac{5}{4} \right) \frac{v_0^2}{g} = \frac{20}{4} \frac{v_0^2}{g} = \frac{5v_0^2}{g}$$



$$\cos \alpha \cdot v_0 = v_x = \text{const}$$

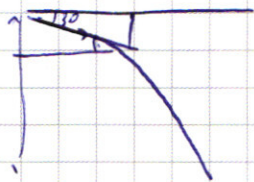
$$4v_0^2 - \cos^2 \alpha v_0^2$$

$$= (4 - \cos^2 \alpha) v_0^2$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{16-3}{4} = \frac{13}{4} \quad \frac{\sqrt{13} v_0}{2}$$

$$3 - \frac{1}{4} = \frac{11}{4}$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



P, T, S, m, γ

$$PV = \frac{mRT}{\mu}$$

$$P = \frac{SRT}{\mu}$$

Условие $\Rightarrow PV = \text{const} \Rightarrow$
 $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$S = \frac{P \mu}{RT}$$

$$P_2 = \frac{PV}{V_2} = \frac{P V_1}{V_2} = \gamma P \Rightarrow \text{or}$$

$$PV = \frac{mRT}{\mu}$$

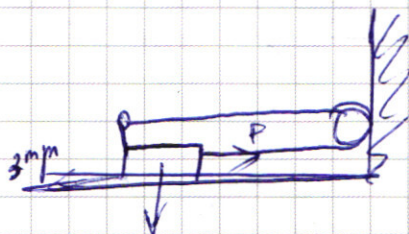
$$\frac{PT}{\mu} = \frac{PV}{m} = \text{const}$$

$$P = \frac{SRT}{\mu}$$

$$\frac{PV}{m} = \frac{P_1 V_1}{m_1}$$

$$h_2 \cdot m = Mgh + U$$

$$h_2 \cdot mgh = (h_1 + h_2) \cdot \frac{m \cdot V_1^2}{2} + \frac{m \cdot V_2^2}{2}$$



$$3 \text{ mN} = N \Rightarrow F_{\text{тр}} = 3 \text{ mN}$$

$$P(4+4)$$

$$\frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = P(4+4) \text{ m}$$

$$P(4+4) \text{ m} = P_1 4 \text{ m} + P_2 4 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = P(4+4) \text{ m}$$

$$P(2h_1 - h_1 - h_2) = \frac{m V_1^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{h_2 g}{h_1}}$$

8.31

$$\frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} m V_2^2$$

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{a}{g} = \text{const}$$

