Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

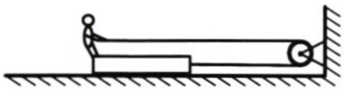
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^0$ 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/с^2. Сопротивление воздуха не учитывать.

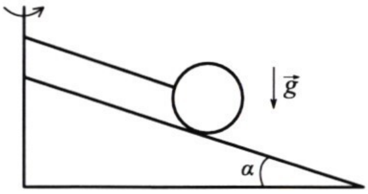
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в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

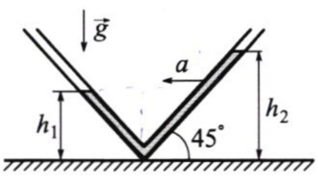
1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^0$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с^2 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/с^2. Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27 ^{0}С 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.

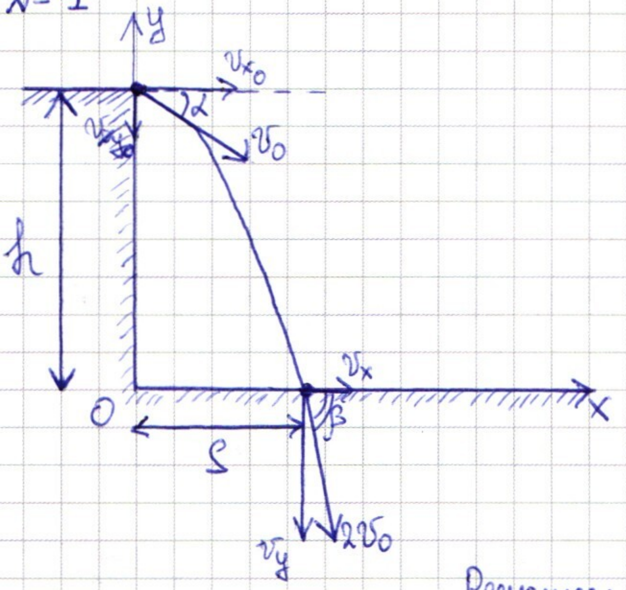
Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см^3, $\mu = 18$ г/моль.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1



$v_0 = 10$ м/с, $\alpha = 30°$; $v_к = 2v_0$; $g = 10\ \frac{м}{с^2}$

1) v_y - ? 2) $t_{пол}$ - ? 3) h - ?

Решение:

1) Пусть угол между направлением скорости гайки в момент её удара о землю и горизонтом равен β, и пусть дальность полёта гайки составила S м.

Т.к. относительно оси Ox гайка двигалась равномерно, то

$v_{x_0} = v_x = const \Rightarrow v_0 \cos\alpha = v_к \cdot \cos\beta \Rightarrow \cos\beta = \frac{\cos\alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow \sin\beta = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$. Тогда $v_y = 2v_0 \cdot \sin\beta = \frac{2 \cdot 10 \cdot \sqrt{13}}{4} = 5\sqrt{13} \approx 18$ м/с

2) $S = v_x \cdot t_{пол} = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_{пол} \Rightarrow t_{пол} = \frac{S}{v_0 \cdot \cos\alpha}$

$v_y = v_{y_0} + g t_{пол} = v_0 \sin\alpha + \frac{gS}{v_0 \cos\alpha} \Rightarrow \frac{gS}{v_0 \cos\alpha} = v_y - v_0 \sin\alpha$

$S = \frac{v_0 \cos\alpha (v_y - v_0 \sin\alpha)}{g} \Rightarrow t_{пол} = \frac{\cancel{v_0 \cos\alpha} (v_y - v_0 \sin\alpha)}{g\, \cancel{v_0 \cos\alpha}} = \frac{v_y - v_0 \sin\alpha}{g} =$

$= \frac{18 - 5}{10} = 1{,}3$ с.

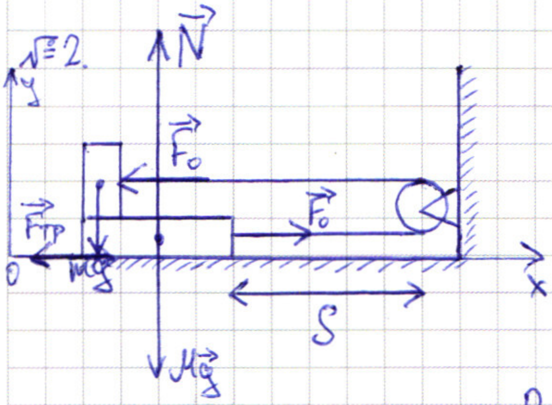
3) $h = v_{y_0} t_{пол} + \frac{g t_{пол}^2}{2} = v_0 \sin\alpha \cdot t_{пол} + \frac{g t_{пол}^2}{2} =$

$= 5 \cdot 1{,}3 + 5 \cdot 1{,}69 = 5 \cdot 2{,}99 \approx 15$ м

Ответ: 1) 18 м/с; 2) 1,3 с; 3) 15 м

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№2.



$M = 2m$

1) N -? 2) F_0 -? 3) t -?

Решение:

1) Oy: $N - Mg - mg = ma_y = 0 \Rightarrow N = Mg + mg = 3 \cdot mg$ - по 2-му з-ну Ньютона

2) По 2-му закону Ньютона для оси Ox:

$F_0 - F_{тр} = ma_x$. Чтобы сила F_0 была минимальной, необходимо, чтобы $a_x = 0$. Тогда: $F_0 = F_{тр} = \mu N = 3\mu mg$.

3) Т.к. $F > F_0$, то $F > F_{тр} \Rightarrow$ по 2-му закону Ньютона для оси Ox:

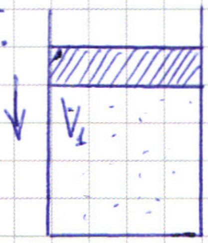
$$F - F_{тр} = ma_{общ} \Rightarrow a = \frac{F - F_{тр}}{m_{общ}} = \frac{F - 3\mu mg}{M+m} = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

Т.к. изначально ящик находился в состоянии покоя, то $v_0 = 0$. Тогда $S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{F - 3\mu mg}} = $

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

Ответ: 1) $3mg$; 2) $3\mu mg$; 3) $\sqrt{\frac{6mS}{F-3\mu mg}}$

№5.



$T = const$

$t = 27°C \Rightarrow T = 300K$

$p = 3,55$ кПа

1) $\frac{\rho_н}{\rho_в}$ -?, $\rho_в = 1$ г/см³,

$\mu = 18$ г/моль

2) $V_2 = \frac{V_1}{\gamma}$, $\gamma = 5,6$

$\frac{V_2}{V_в}$ -?

Решение:

1) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для пара в начальном состоянии:

$pV_1 = \frac{m_{н1}}{\mu} RT$, где $m_{н1}$ - масса пара в начальном состоянии

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 (продолжение)

Разделим обе части уравнения на V_1. Получим:

$$p = \frac{m_{n_1}}{V_1}\cdot\frac{RT}{\mu} = \frac{\rho_n RT}{\mu} \Rightarrow \rho_n = \frac{p\mu}{RT} = \frac{3{,}55\cdot10^3\cdot18\cdot10^{-3}}{8{,}31\cdot300} =$$

$$= \frac{355\cdot18^6}{831\cdot3}\cdot10^{-2} \approx 2{,}58\cdot10^{-2}\ кг/м^3 = 25{,}8\cdot10^{-3}\ кг/м^3$$

Поскольку сжатие пара происходило изотермически и медленно, то пар всё время оставался насыщенным. Следовательно, его плотность не изменялась. Тогда $\frac{\rho_n}{\rho_в} = \frac{25{,}8\cdot10^{-3}}{10^3} = 25{,}8\cdot10^{-6}$

2) Пусть m_{n_2} – масса пара после сжатия в γ раз, а $m_в$ – масса сконденсировавшегося пара (масса воды). Поскольку $m_{n_1} = m_{n_2} + m_в$, то можем записать:

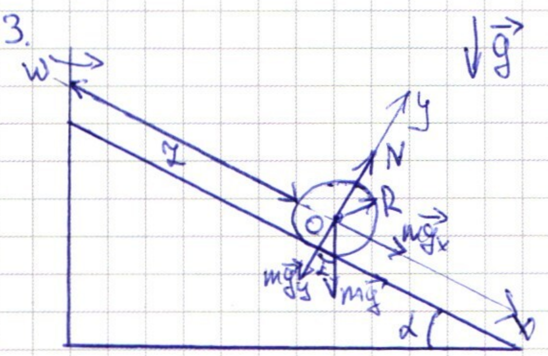
$$\rho_n V_1 = \rho_n V_2 + \rho_в V_в \Leftrightarrow \rho_n(V_1 - V_2) = \rho_в V_в \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \rho_n(V_2\cdot\gamma - V_2) = \rho_в V_в \Leftrightarrow \rho_n(\gamma-1)V_2 = \rho_в V_в \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_в} = \frac{\rho_в}{\rho_n(\gamma-1)} = \frac{10^3}{25{,}8\cdot10^{-3}\cdot4{,}6} = \frac{10^6}{118{,}68} \approx 843\cdot10^3 = 8430$$

Ответ: 1) $25{,}8\cdot10^{-6}$; 2) 8430

№3.



1) N – ?, система покоится

2) N_1 – ?, система вращ. со скор-ю w

Решение:

1) По 2-му закону Ньютона для оси Oy:

$N = mg_y = mg\cos\alpha$

2) Если система начнёт вращаться, то появится центростремительное ускорение $a_ц = \omega^2 r = \omega^2(Z+R)$

Тогда 2ой закон Ньютона для оси Oy примет вид:

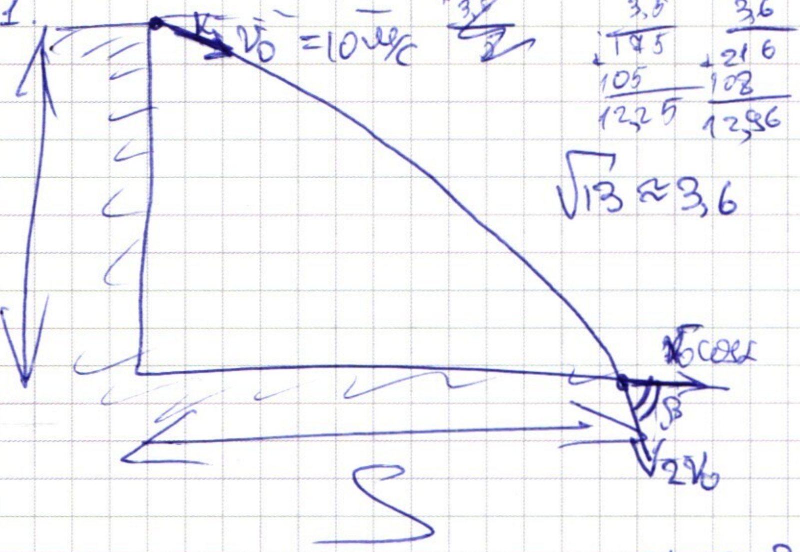
$N_1 - mg\cos\alpha = ma_ц \Rightarrow N_1 = mg\cos\alpha + m\omega^2(Z+R) =$

$= m(g\cos\alpha + \omega^2(Z+R))$

Ответ: 1) $mg\cos\alpha$; 2) $m(g\cos\alpha + \omega^2(Z+R))$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



~~3,6~~
~~3,5~~

$\times 3{,}5$
$3{,}5$
175
105
$12{,}25$

$\times 3{,}6$
$3{,}6$
216
108
$12{,}96$

$\sqrt{13} \approx 3{,}6$

$\alpha = 30^\circ$

$\frac{5\sqrt{13}-5}{10} = \frac{5(\sqrt{13}-1)}{10} = \frac{\sqrt{13}-1}{2}$

$Ox: \; v_0\cos\alpha\, t_{пол} = S$

$t_{пол} = \frac{S}{v_0\cos\alpha}$.

$Oy: \; v_0\sin\alpha + \frac{g\,t_{пол}}{~~\dots~~} =$

$= \underline{v_y} = 2v_0\sin\beta = \frac{2\cdot10\cdot\sqrt{13}}{4} =$

$= \underline{5\sqrt{13}\ \frac{м}{с}} =$

$= 5\cdot3{,}6 \approx \underline{\underline{18\ \frac{м}{с}}}$

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

$\cos\beta = \frac{\cos\alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow \sin\beta = \sqrt{1-\frac{3}{16}} = \sqrt{\frac{13}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$

$\frac{м^2\cdot с}{с^2\cdot м} = \frac{м}{с}$

$v_0\sin\alpha + \frac{\frac{gS}{v_0\cos\alpha}}{~~2v_0^2\cos^2\alpha~~} = 2v_0\sin\beta$

$\frac{gS}{v_0\cos\alpha} = 2v_0\sin\beta - v_0\sin\alpha = v_0(2\sin\beta - \sin\alpha)$

$gS = v_0^2\cos\alpha(2\sin\beta - \sin\alpha)$

~~$S^3 = \sqrt[3]{\frac{2v_0^3\cos^2\alpha(2\sin\beta-\sin\alpha)}{g}} = v_0\cos\alpha\cdot\sqrt{\frac{2v_0(2\sin\beta-\sin\alpha)}{g}}$~~

~~$t_{пол} = \frac{S}{v_0\cos\alpha} = \sqrt{\frac{2v_0(2\sin\beta-\sin\alpha)}{g}}$~~

~~$\sqrt{\frac{м^3\cdot с^2}{с^3\cdot м}}$~~

$\frac{м^2\cdot с^2}{с^2\cdot м} = м.$

$S = \frac{v_0^2\cos\alpha(2\sin\beta - \sin\alpha)}{g}$ м

$\frac{м\,с^2}{с\cdot м} = с$

$\underline{t_{пол}} = \frac{S}{v_0\cos\alpha} = \frac{v_0^2\cos\alpha(2\sin\beta-\sin\alpha)}{g\,v_0\cos\alpha} = \frac{v_0(2\sin\beta-\sin\alpha)}{g} =$

$$= \frac{10\cdot\left(\frac{\sqrt{13}}{2}-\frac{\cancel{\sqrt{3}}\,1}{2}\right)}{10} = \frac{\overset{\approx 3,6}{\sqrt{13}}-\overset{\approx 1,7}{\cancel{\sqrt{3}}}\,1}{2} \approx 1,3с \approx 1с.$$

$$\begin{array}{r} 3,6 \\ -1,7 \\ \hline 1,9 \end{array} \quad 1,9 \mid 2 = 0,95$$

$$\underline{h} = v_{y0} t_{пол} + \frac{g t_{пол}^2}{2} = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{\sqrt{13}-\cancel{\sqrt{3}}\,1}{2} + \frac{\cancel{10}^{5}}{\cancel{2}}\cdot\frac{(\sqrt{13}-\cancel{\sqrt{3}}\,1)^2}{4} =$$

$$\begin{array}{r} 1,7 \\ \times 1,7 \\ \hline 119 \\ +17 \\ \hline 2,89 \end{array}$$

$$= ~~\frac{\cancel{10}^{5}\cdot\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{\sqrt{13}-\sqrt{3}}{2} + \frac{5(13+3-2\sqrt{13}\cdot\sqrt{3})}{4}~~ = 5(1,3+1,69) =$$

$$\frac{5(\sqrt{13}-1)}{2} + \frac{5\cdot(\sqrt{13}-1)^2}{4} = \frac{5\sqrt{13}-5}{2} + \frac{5(14-2\sqrt{13})}{4} = \frac{5\sqrt{13}-5+35-5\sqrt{13}}{2} = \underline{15м}$$

$$\begin{array}{r} 1,69 \\ +1,30 \\ \hline 2,99 \end{array}$$

$$= \frac{5\sqrt{13}\cdot\sqrt{3}-15}{2} + \frac{80-10\sqrt{13}\cdot\sqrt{3}}{4} =$$

$$= \frac{10\sqrt{13}\cdot\sqrt{3}-30+80-\cancel{10\sqrt{13}\cdot\sqrt{3}}}{4} = \frac{50}{4} = \underline{\underline{12,5м.}}$$

~~$h = 10\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + 5 = 5(\sqrt{3}+1) = 5\cdot 2,7 = 13,5м$~~

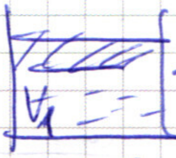
$\underline{№6:}$ $m_{п_1} = m_{п_2} + m_в \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 25,8\cdot 10^{-3} V_1 = 25,8\cdot 10^{-3} V_2 + 10^3 V_в \Leftrightarrow 25,8\cdot 10^{-3} V_2(\gamma-1) = 10^3 V_в$

$$\frac{V_2}{V_в} = \frac{10^3}{25,8\times 10^{-3}(\gamma-1)} = \frac{10^6}{25,8\cdot 4,6} = \frac{10^6}{118,68} = \frac{10^3}{118,68}\cdot 10^3 = \boxed{\approx 8,43\cdot 10^3 = 8430}$$

$T = const$ $\quad V\downarrow$

№5.



$p = 3,55 кПа$

$t = 27°C = 300K$

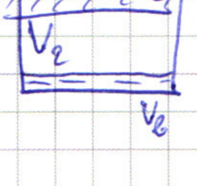
$$p = \frac{\rho RT}{\mu} \Rightarrow \rho_{нп} = \frac{p\mu}{RT}$$

$$1)\ \rho_{нп} = \frac{3,55\cdot 10^3\cdot 18\cdot 10^{-3}}{8,31\cdot 300} = \frac{355\cdot 18\cdot 10^{-2}}{831\cdot 3} = 2,58\cdot 10^{-2}\ кг/м^3 =$$

$$= 0,0258\ кг/м^3 \Rightarrow \underline{\frac{\rho_{нп}}{\rho_в}} = 0,0258\cdot 10^{-3} = \underline{\underline{25,8\cdot 10^{-6}.}}$$

$\boxed{\gamma = 5,6.}$

2) V_1 – было;



$T = const$

$$V_2 + V_в = V'$$

$$V_2 = \frac{V_1}{\gamma} \to V_1 = \gamma V_2 \quad \frac{V_2}{V_в} - ?$$

$$m_{п_1} = \rho_{н.п.} V_1 = 2,58\cdot 10^{-2} V_1\ кг. =$$

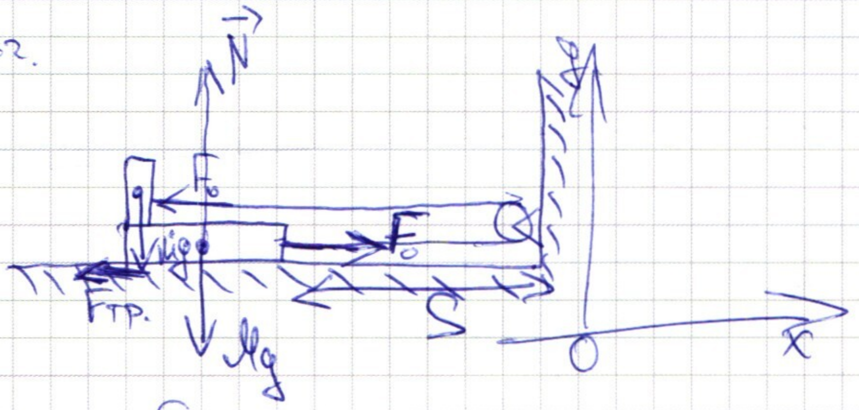
$$= 25,8\cdot 10^{-3} V_1\ кг.$$

~~$V_2 = m_{п_2}\cdot\rho_{нп} \Rightarrow V_2$ и~~

$$m_{п_2} = V_2\cdot\rho_{нп} = 25,8\cdot 10^{-3} V_2\ кг;\ m_в = \rho_в V_в = 1000 V_в\ кг$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.



$M = 2m$

$M.$

~~$mg\cdot 2l + Mgl = N_x$~~

~~$x = \frac{mg2l + 2mgl}{N_x} =$~~

~~$\frac{\mu mgl}{N} = \frac{4l}{3}$~~

1) O_y: $\boxed{N = Mg + mg = 2mg + mg = 3mg}$

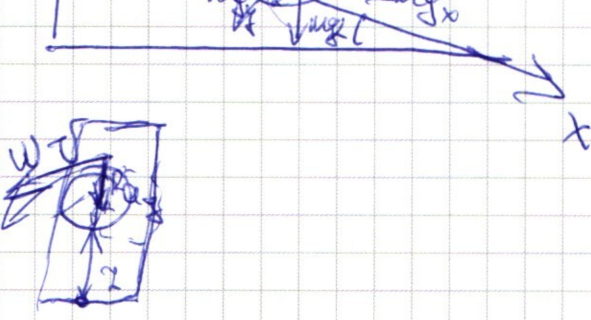
2) O_x: $\boxed{F_0 = F_{тр} = \mu N = \mu\cdot 3mg = 3\mu mg}$

3) т.к. $F > F_0$, то $F - F_{тр} = (M+m)a \Rightarrow a = \frac{F - 3\mu mg}{M+m} =$
$= \frac{F - 3\mu mg}{3m}$ ~~$= \frac{F}{3m} - \mu g$~~

$v_0 = 0 \Rightarrow S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \left[t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S\cdot 3m}{F - 3\mu mg}} = \boxed{\sqrt{\frac{6mS}{F - 3\mu mg}}}\right.$

$\left[\sqrt{\frac{кг\cdot м}{Н - \frac{кг\cdot м}{с^2}}} = \sqrt{c^2} = c\right\}$

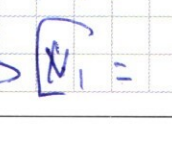
№3.



$\boxed{N = mg_y = mg\cos\alpha}$ — в покое

~~$v = \omega R$~~ ~~$\frac{рад\cdot м}{c}$~~ $\Rightarrow a_y = \omega^2 r$

~~$\omega^2 R = \frac{v^2}{R}$~~ ~~$= \omega^2(R+r)$~~



$a_y = \omega^2(r + \frac{3}{2}R)$

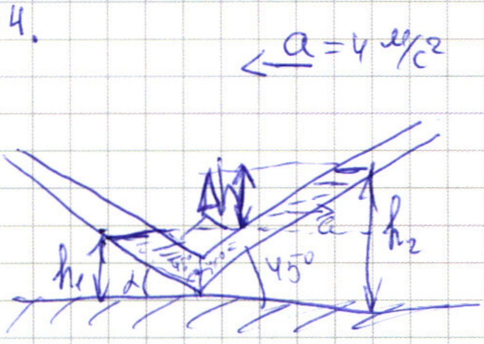
~~$N_1 = mg\cos\alpha$~~ $= mg\cos\alpha - N_1 =$
$= ma_y = m\omega^2(r + \frac{3}{2}R) \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{N_1 = mg\cos\alpha - m\omega^2(r + \frac{3}{2}R) = m(g\cos\alpha - \omega^2(r + \frac{3}{2}R))}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№4.



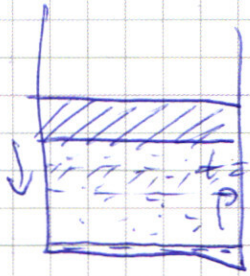
$h_1 = 10$ см $= 0,1$ м

$g = 10$ м/с²

$\alpha = 45^0$

$h_2 - ?$ $v - ?$

№5.



$t = 27°C = 300$ К

$p = 3,55 \cdot 10^3$ Па

$T = const$; $V \downarrow$.

$p = \frac{\rho R T}{\mu}$

$\frac{\rho_н}{\rho_в} - ?$ $\gamma = 5,6$.

$V_1 = 5,6 V_2 = \gamma V_2$

$\rho_в = 10^3$ кг/м³ $= 1$ г/см³

$\mu = 18$ г/моль $= 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$\rho_{н_0} = \rho_{н.п.} = \frac{p\mu}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = \frac{18 \cdot 3,55}{8,31 \cdot 3} = \frac{355 \cdot 18}{831 \cdot 3} \cdot 10^{-2} =$

$p = \frac{\rho R T}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{p\mu}{RT}$

$= 0,43 \cdot 6 \cdot 10^{-2} =$

$= 2,58 \cdot 10^{-2}$ кг/м³ $=$

$= 25,8 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ $=$

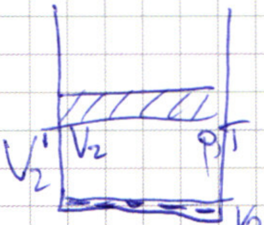
$= 25,8$ г/м³ $= 25,8 \cdot 10^{-3}$ г/см³

3550 | 831
3324 | 0,4271 ≈ 0,43
2260
1662
5980
5817
1630

0,43
× 6
2,58

$\frac{\rho_{н_0}}{\rho_в} = \frac{\rho_{н.п.}}{\rho_в} = \frac{25,8 \cdot 10^{-3} г/см^3}{1 г/см^3} = 25,8 \cdot 10^{-3}$.

831 | 355
710 | 2,340 ≈
1210 2,34.
1065
1450
1420
300



$V_2' = V_2 + V_в = \frac{V_1}{\gamma} + V_в$.

$pV_1 = \frac{m_н}{\mu_н} RT \Rightarrow V_1 = \frac{m_н RT}{p \cdot \mu_н} = \frac{8,31 \cdot 300}{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} m_н =$

$= \frac{831 \cdot 3}{355 \cdot 18} \cdot 10^2 m_н = \frac{2,34}{6} \cdot 10^2 m_н = \frac{234}{6} m_н = 39 m_н$.

390 | 56
385 | 7,089 ≈
500 ≈ 7,09
448
520
504
16

~~V_2~~ $V_2 = \frac{V_1}{\gamma} = \frac{39 m_н}{5,6} = 7,09 m_н$.

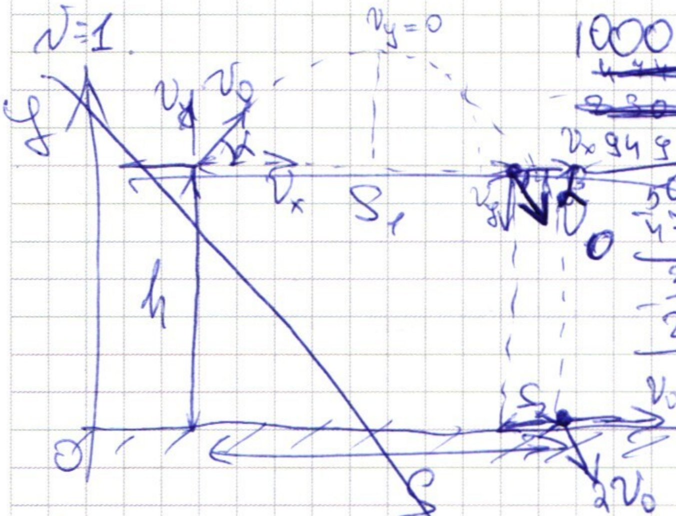
$V_2 = \frac{m_{н_2}}{\rho_н}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N=1$



$\alpha = 30^\circ$

$v_0 = 10$ м/с

$g = 10$ м/с^2

100000 | 118,68

~~44472~~

~~33076~~

94944

50560

47472

30880

23736

71440

59340

12100

$\approx 8,426 \approx$

$\approx 8,43$

9550 | 831

3324 | $0,427 \approx 0,43$

2260

1662

5980

5817

$\times 0,43$

6

2,58

$\times 25,8$

4,6

1548

1032

11868

~~Ox: равномерное движ-е~~

$S = v_0\cos\alpha \cdot t_{пол}$

~~Oy: р.у.д.:~~

$v_{y_0} = v_0\sin\alpha$; $v_y = v_0\sin\alpha - g\,t_{под} = 0 \Rightarrow v_0\sin\alpha = g\,t_{под} \Rightarrow$

$\Rightarrow t_{под} = \frac{v_0\sin\alpha}{g} = \frac{10\cdot\frac{1}{2}}{10} = 0,5\,с \Rightarrow$

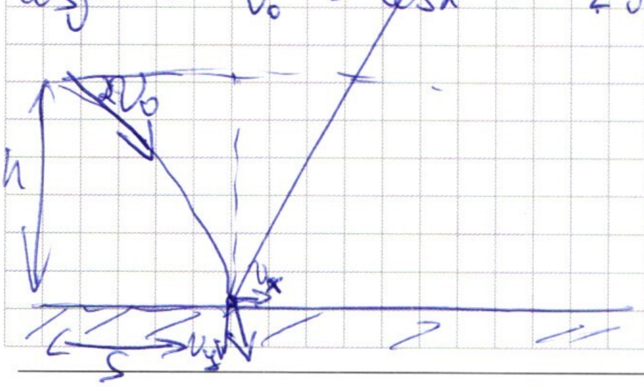
$\Rightarrow t_{пол_1} = 2t_{под} = 1\,с \Rightarrow S_1 = v_0\cos\alpha \cdot t_{пол_1} =$

$= 10\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 1 = \frac{10\sqrt{3}}{2}\,м \Rightarrow S_2 = S - S_1 = S - \frac{10\sqrt{3}}{2}$.

$v_1^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_0^2\cos^2\alpha + g^2 t_{под}^2 = v_0^2\cos^2\alpha + v_0^2\sin^2\alpha =$

$= v_0^2 \Rightarrow v_1 = v_0$

$\cos\beta = \frac{v_x}{v_0} = \cos\alpha \Rightarrow \angle\beta = \angle\alpha$



$v_x = v_0\cos\alpha$; $t_{под} = \frac{S_2}{v_0\cos\alpha}$

$v_y = v_0\sin\alpha + g\,t_{под} = v_0\sin\alpha + g\frac{S_2}{v_0\cos\alpha} = \frac{v_0^2\sin\alpha\cos\alpha + gS_2}{v_0\cos\alpha} =$

$= \frac{v_0^2\frac{\sin 2\alpha}{2} + gS_2}{v_0\cos\alpha} = v_y$

~~$(2v_0)^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_0^2\cos^2\alpha + \left(\frac{\frac{v_0^2\sin 2\alpha}{2} + gS_2}{v_0\cos\alpha}\right)^2 \Leftrightarrow$~~

~~$\frac{v_0^4\sin^2 2\alpha}{4} + v_0^2\sin 2\alpha$~~ $\left[\frac{\left(\frac{v_0^2\sin 2\alpha}{2} + gS_2\right)^2}{v_0^2\cos^2\alpha}\right]$

$\Leftrightarrow 4v_0^2 = v_0^2\cos^2\alpha +$

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

$\left(\frac{v_0^2\sin 2\alpha}{2} + gS_2\right)^2 = v_0^2\cdot v_0^2\cos^2\alpha(4-\cos^2\alpha) =$

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

$\frac{v_0^2\sin 2\alpha}{2} + gS_2 = v_0^2\cdot\cos\alpha\sqrt{4-\cos^2\alpha} =$

$= 100\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{4-\frac{3}{4}} = 50\sqrt{3}\cdot\frac{\sqrt{13}}{2} = 25\sqrt{39}$

$gS_2 = \cancel{\frac{100\cdot\sqrt{3}}{4}}\ 25\sqrt{39} - \frac{100\sqrt{3}}{4} = 25\sqrt{39} - 25\sqrt{3} =$

$= 25(\sqrt{39}-\sqrt{3})$

$\boxed{S_2 = 2{,}5(\sqrt{39}-\sqrt{3})} \Rightarrow S = S_1 + S_2 = \frac{\overset{5\sqrt{3}}{\cancel{10\sqrt{3}}}}{\cancel{2}} + \frac{5}{2}\sqrt{39} - \frac{5}{2}\sqrt{3} =$

$= \frac{5}{2}\sqrt{3} + \frac{5}{2}\sqrt{39} = \frac{5}{2}(\sqrt{39}+\sqrt{3})$

$t_{пад} = \frac{S_2}{v_0\cos\alpha} = \frac{5(\sqrt{39}-\sqrt{3})\cdot 2}{2\cdot 10\cdot\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{39}-\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{3\sqrt{13}-3}{6} = \frac{\sqrt{13}-1}{2}$ с

$t_{пол} = t_{под} + t_{пад} = 1 + \frac{\sqrt{13}-1}{2} = \frac{\sqrt{13}+1}{2}$ с.

$\boxed{v_y} = \frac{\frac{v_0^2\sin 2\alpha}{2} + gS_2}{v_0\cos\alpha} = \frac{\frac{100\cdot\sqrt{3}}{4} + 25\sqrt{39} - 25\sqrt{3}}{5\cdot 10\cdot\sqrt{3}} = \frac{\overset{5}{\cancel{25}}\overset{\sqrt{13}}{\cancel{\sqrt{39}}}}{\cancel{5\sqrt{3}}} =$

$\boxed{= 5\sqrt{13}\ м/с}$

$h = v_y t_{пад} + \frac{g t_{пад}^2}{2} = \frac{5\sqrt{13}\cdot(\sqrt{13}-1)}{2} + \frac{\overset{5}{\cancel{10}}\cdot(\overset{7}{\cancel{14}}-2\sqrt{13})}{2\cancel{4\cdot 2}} =$

$= \frac{5\cdot 13 - 5\sqrt{13} + 35 - 5\sqrt{13}}{2} = \frac{100-10\sqrt{13}}{2} =$

$= 50 - 5\sqrt{13}$ м.