

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 $\alpha = 30^\circ$ 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?

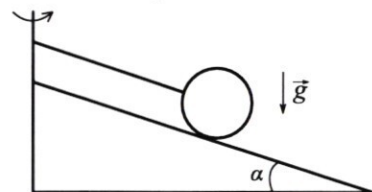
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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.

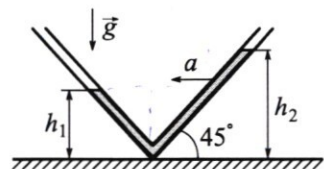


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

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.



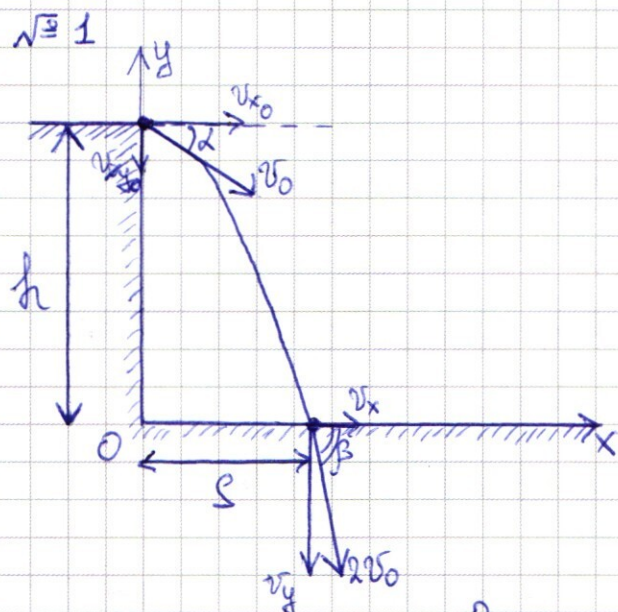
5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

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



$$v_0 = 10 \text{ м/с}, \alpha = 30^\circ; v_k = 2v_0; g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1) v_y - ? 2) $t_{\text{пол}} - ?$ 3) $h - ?$

Решение:

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

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

$$v_{x0} = v_x = \text{const} \Rightarrow v_0 \cos \alpha = v_k \cdot \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = \frac{\cos \alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \Rightarrow$$

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

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

$$v_y = v_{y0} + g t_{\text{пол}} = v_0 \sin \alpha + g t_{\text{пол}} \Rightarrow \frac{g S}{v_0 \cos \alpha} = v_y - v_0 \sin \alpha$$

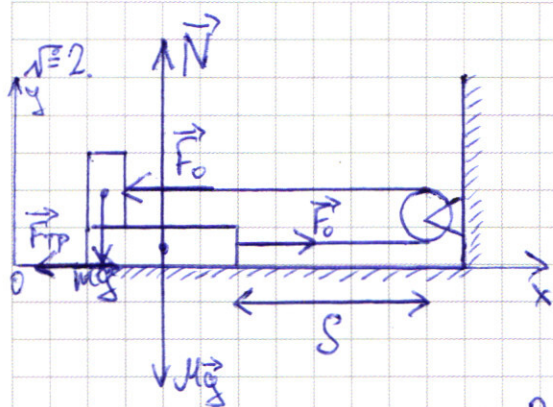
$$S = \frac{v_0 \cos \alpha (v_y - v_0 \sin \alpha)}{g} \Rightarrow t_{\text{пол}} = \frac{v_0 \cos \alpha (v_y - v_0 \sin \alpha)}{g v_0 \cos \alpha} = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} =$$

$$= \frac{18 - 5}{10} = 1,3 \text{ с.}$$

$$3) h = v_{y0} t_{\text{пол}} + \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\text{пол}} + \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2} =$$

$$= 5 \cdot 1,3 + 5 \cdot 1,69 = 5,29 \approx 5 \text{ м}$$

Ответ: 1) 18 м/с; 2) 1,3 с; 3) 5 м



$$M = 2m$$

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

Решение:

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

2) По 2-му закону Ньютона для оси O_x :

$F_0 - F_{тр} = ma_x$. 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 O_x :

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

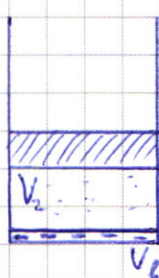
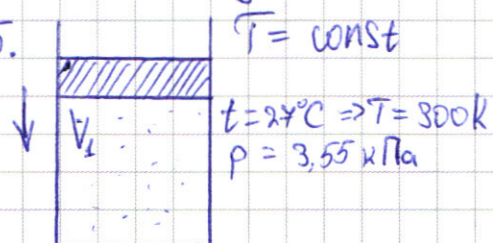
Т.к. изначально ящик находился в состоянии покоя, то

$$v_0 = 0. \text{ Тогда } s = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2s \cdot 3m}{F - 3 \mu mg}} =$$

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

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

$\sqrt{5}$.



1) $\frac{p_1}{p_0} = ?$, $p_0 = 1 \text{ атм}$,

$$\mu = 18 \text{ г/моль}$$

2) $V_2 = \frac{V_1}{\gamma}$, $\gamma = 5,6$
 $\frac{V_2}{V_0} = ?$

Решение:

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

$$pV_1 = \frac{m_{n_1}}{\mu} RT, \text{ где } m_{n_1} - \text{масса пара в начальном состоянии}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{5}$ (продолжение)

Разделим обе части уравнения на V_1 . Получим:

Разделив обе части уравнения на V_1 . Получим:

$$\rho = \frac{m_{H_2}}{V_1} \cdot \frac{RT}{M} = \frac{\rho RT}{M} \Rightarrow \rho_H = \frac{\rho M}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} =$$

$$= \frac{355 \cdot 18^6}{831 \cdot 3} \cdot 10^{-2} \approx 2,58 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3 = 25,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$$

Поскольку сжатие пара происходило изотермически и медленно, то пар всё время оставался насыщенным. Следовательно, его плотность не изменялась. Тогда $\frac{p_n}{p_0} = \frac{25,8 \cdot 10^3}{10^3} = 25,8 \cdot 10^{-6}$

2) Пусть m_2 — масса пара после сжатия в утрез, а m_6 — масса сконденсировавшегося пара (масса воды). Поскольку

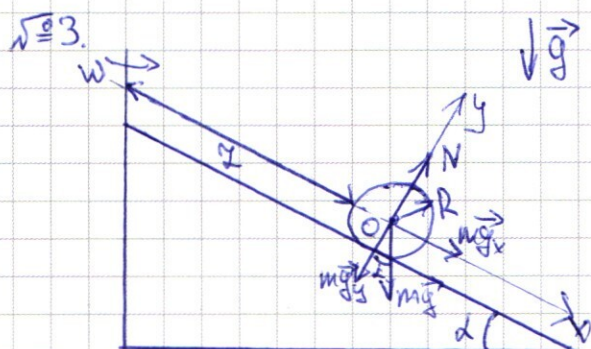
$m_{n_1} = m_{n_2} + m_{\phi}$, то можно записать:

$$g_n V_1 = g_n V_2 + g_0 V_0 \Leftrightarrow g_n (V_1 - V_2) = g_0 V_0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow g_n (V_2 g_1 - V_2) = g_e V_0 \Leftrightarrow g_n (g_1 - 1) V_2 = g_e V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_0} = \frac{p_0}{p_{u(y-1)}} = \frac{10^3}{25,8 \cdot 10^{-3} \cdot 4,6} = \frac{10^6}{118,68} \approx 843 \cdot 10^3 = 8430$$

Ответ: 1) $25,8 \cdot 10^{-6}$; 2) 8430



1) N-?, система поконится

2) N_1 - ?, штыля вращу.

то скоро-то у

Решение:

1) По 2-му закону Ньютона для оси O_z :

$$N = mg_y = mg \cos \alpha$$

2) Если шестача начнёт вращаться, то появится центростремительное ускорение $a_{\text{ц}} = \omega^2 r = \omega^2 (L + R)$

Тогда 2-й закон Ньютона для оси Oy примет вид:

$$N_1 - mg \cos \alpha = ma_{\text{ц}} \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha + m \omega^2 (L + R) = \\ = m(g \cos \alpha + \omega^2 (L + R))$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Diagram showing a projectile launched from height h with initial velocity $v_0 = 10 \text{ м/с}$ at an angle $\alpha = 30^\circ$. The projectile follows a parabolic path and lands at a distance S from the launch point. The angle of impact is β .

Handwritten calculations:

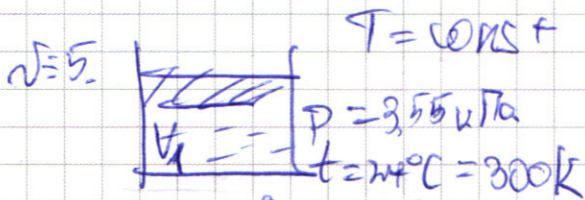
$\sqrt{3} \approx 1.732$
 $\sqrt{3} \approx 3.6$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\frac{5\sqrt{3}-6}{10} = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{10} = \frac{\sqrt{3}-1}{2}$
 $t_{\text{non}} = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$
 $O_y: v_0 \sin \alpha + g t_{\text{non}} = 0$
 $= v_y = 2 v_0 \sin \beta = \frac{5\sqrt{3}}{4} = 5 \cdot 3.6 \approx 18 \frac{4}{5}$
 $2 v_0 \cos \beta = v_0 \cos \alpha$
 $\cos \beta = \frac{\cos \alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \sqrt{\frac{13}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$
 $v_0 \sin \alpha + \frac{g S}{2 v_0 \cos \alpha} = 2 v_0 \sin \beta$
 $\frac{g S}{2 v_0 \cos \alpha} = 2 v_0 \sin \beta - v_0 \sin \alpha = v_0 (2 \sin \beta - \sin \alpha)$
 $S = \frac{2 v_0^2 \cos^2 \alpha (2 \sin \beta - \sin \alpha)}{g}$
 $t_{\text{non}} = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} = \frac{2 v_0 \cos \alpha (2 \sin \beta - \sin \alpha)}{g}$
 $S = \frac{v_0^2 \cos \alpha (2 \sin \beta - \sin \alpha)}{g}$
 $t_{\text{non}} = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0 (2 \sin \beta - \sin \alpha)}{g}$

$$= \frac{10 \cdot \left(\frac{\sqrt{13}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{10} = \frac{\sqrt{13} - \sqrt{3}}{2} \approx 1,3 \text{ c}$$

$$h = v_0 t_{\text{non}} + \frac{q t_{\text{non}}^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{\sqrt{13} - \sqrt{3}}{2} + \frac{10}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{13} - \sqrt{3}}{2} \right)^2 = 1,8 + \frac{1,8^2}{2} = 1,8 + 1,62 = 3,42$$

$$= \frac{5(\sqrt{13}-1)}{2} + \frac{5(\sqrt{13}-1)^2}{4} = \frac{5(13-1)}{2} + \frac{5(13-2\sqrt{13}+1)}{4} = \frac{50}{2} + \frac{5(14-2\sqrt{13})}{4} = 25 + \frac{35-5\sqrt{13}}{2} = \frac{50+35-5\sqrt{13}}{2} = \frac{85-5\sqrt{13}}{2} \approx 12,5 \text{ м}$$

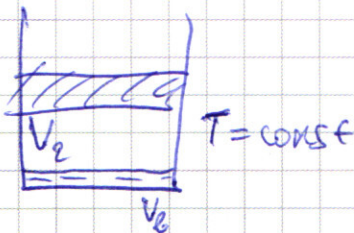
$$h = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 5 = 5(\sqrt{3}+1) \approx 13,5 \text{ м}$$



$$1) \rho_{\text{H}_2} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = 0,0258 \text{ кг/м}^3 \Rightarrow \frac{\rho_{\text{H}_2}}{\rho_0} = 0,0258 \cdot 10^{-3} = 25,8 \cdot 10^{-6}$$

$$p = \frac{8RT}{\mu} \Rightarrow \rho_{\text{H}_2} = \frac{p \mu}{RT} = \frac{p}{R T} \cdot \frac{\mu}{1} = \frac{p}{R T} \cdot \frac{2}{25,8} = \frac{p}{129,6 R}$$

$$2) V_1 - \text{одно;}$$



$$V_2 + V_0 = V_1$$

$$V_2 = \frac{V_1}{\gamma} \rightarrow V_1 = \gamma V_2 \quad \frac{V_2}{V_0} = ?$$

$$\mu_{\text{H}_2} = \rho_{\text{H}_2} V_1 = 2,58 \cdot 10^{-2} V_1 \text{ кг} = 25,8 \cdot 10^{-3} V_2 \text{ кг}$$

$$V_2 = \mu_{\text{H}_2} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{H}_2}} \Rightarrow V_2 = \mu_{\text{H}_2} \cdot \frac{1}{25,8 \cdot 10^{-3}}$$

$$\mu_{\text{H}_2} = V_2 \cdot \rho_{\text{H}_2} = 25,8 \cdot 10^{-3} V_2 \text{ кг}; \quad \mu_0 = \rho_0 V_0 = 1000 V_0 \text{ кг}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\mu = 2$

$M = 2m$

1) $O_y: N = Mg + mg = 2mg + mg = 3mg$

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

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

$v_0 = 0 \Rightarrow \frac{3m}{2} = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{3m}{2}}{a}} = \sqrt{\frac{3m}{F - 3\mu mg}} = \sqrt{\frac{6m}{F - 3\mu mg}}$

$\sqrt{\frac{M \cdot \mu}{\mu - \frac{m \cdot \mu}{c^2}}} = \sqrt{c^2} = c$

$\mu = 3$

$N = mg \cos \alpha$ - в начале

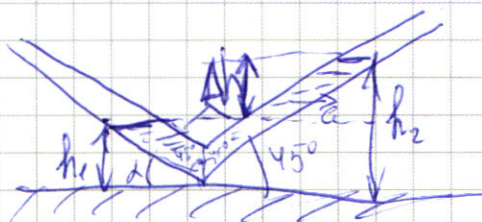
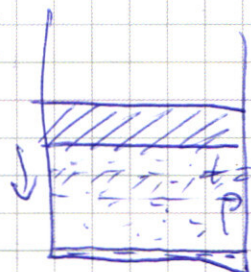
$\cancel{v = \omega R} \Rightarrow a_y = \omega^2 R$

$a_y = \omega^2 (l + \frac{1}{2}R)$

$\cancel{N = mg \cos \alpha} = mg \cos \alpha - N_1 = -m a_y = -m \omega^2 (l + \frac{1}{2}R) \Rightarrow$

$\Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha - m \omega^2 (l + \frac{1}{2}R) = m(g \cos \alpha - \omega^2 (l + \frac{1}{2}R))$

$h_2 - ?$ $v_2 - ?$


$$y = 5,6$$


$$V_1 = 5,6 V_2 = 8 V_2$$

$$\rho_6 = 10^9 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ t/cm}^3$$

$$AM = 18^\circ/\text{month} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ 1/month}$$

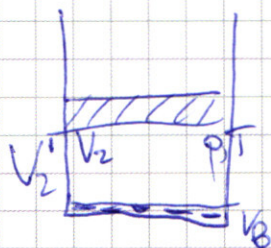
$$S_{no} \approx S_{n-1} \approx \frac{\Delta \mu}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^8 \cdot 12 \cdot 10^{-10}}{8,31 \cdot 300} = \frac{18 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 3} = \frac{355 \cdot 12}{831 \cdot 3} \cdot 10^{-2} =$$

$$p = \frac{2 \gamma T}{r} \Rightarrow \gamma = \frac{p r}{2 T}$$

$$g = \frac{p \cdot h}{2\pi} = 0,43 \cdot 6 \cdot 10^{-2} = 2,58 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

$$= 25,8 \text{ g/m}^3 = 25,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{S_{H.2}}{S_0} = \frac{S_{H.1}}{S_0} = \frac{25,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{1^2 \text{ m}^3} = 25,8 \cdot 10^{-3}$$



$$V_2' = V_2 + V_b = \frac{V_1}{\gamma} + V_b$$

$$pV_1 = \frac{m_n}{\mu_n} RT \Rightarrow V_1 = \frac{m_n RT}{p \mu_n} = \frac{8,31 \cdot 300}{2,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} \text{ m}^3 =$$

$$\approx \frac{281.3}{255.18} \cdot 10^2 \text{ m}_n = \frac{2.34}{6} \cdot 10^2 \text{ m}_n = \frac{234}{6} \text{ m}_n = 39 \text{ m}_n.$$

$$V_2 = \frac{V_1}{g} = \frac{38 \text{ m/s}}{5,6} = 7,09 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{V_{u2}}{g_u}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ 4 \overline{) 3324} \\ \underline{32} \\ 4 \\ \underline{40} \\ 24 \\ \underline{24} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5980 \\ 5814 \\ \hline 1630 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \overline{) 355} \\ \underline{810} \\ 740 \end{array} \quad \begin{array}{r} 355 \\ \underline{210} \\ 240 \approx \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1210 \\ + 1065 \\ \hline 2275 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8.31 \cdot 300 \\ \hline 2.5 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot V_n \end{array}$$

$$M_n = 39 M_n.$$

$$\begin{array}{r} 390 \overline{) 156} \\ 385 \overline{) 156} \end{array} \approx 0.89$$

$$\begin{array}{r} 500 \\ - 448 \\ \hline 520 \end{array} \approx 7,09$$

$$\begin{array}{r} 504 \\ \times 16 \\ \hline \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N=1$

$v_y = 0$

$d = 30^\circ$

$v_0 = 10 \text{ м/с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

S_1

S_2

S

h

v_x

v_y

$v_0 \cos \alpha$

$2v_0$

$v_0 \sin \alpha$

v_1

v_2

v_3

v_4

v_5

v_6

v_7

v_8

v_9

v_{10}

v_{11}

v_{12}

v_{13}

v_{14}

v_{15}

v_{16}

v_{17}

v_{18}

v_{19}

v_{20}

v_{21}

v_{22}

v_{23}

v_{24}

v_{25}

v_{26}

v_{27}

v_{28}

v_{29}

v_{30}

v_{31}

v_{32}

v_{33}

v_{34}

v_{35}

v_{36}

v_{37}

v_{38}

v_{39}

v_{40}

v_{41}

v_{42}

v_{43}

v_{44}

v_{45}

v_{46}

v_{47}

v_{48}

v_{49}

v_{50}

v_{51}

v_{52}

v_{53}

v_{54}

v_{55}

v_{56}

v_{57}

v_{58}

v_{59}

v_{60}

v_{61}

v_{62}

v_{63}

v_{64}

v_{65}

v_{66}

v_{67}

v_{68}

v_{69}

v_{70}

v_{71}

v_{72}

v_{73}

v_{74}

v_{75}

v_{76}

v_{77}

v_{78}

v_{79}

v_{80}

v_{81}

v_{82}

v_{83}

v_{84}

v_{85}

v_{86}

v_{87}

v_{88}

v_{89}

v_{90}

v_{91}

v_{92}

v_{93}

v_{94}

v_{95}

v_{96}

v_{97}

v_{98}

v_{99}

v_{100}

v_{101}

v_{102}

v_{103}

v_{104}

v_{105}

v_{106}

v_{107}

v_{108}

v_{109}

v_{110}

v_{111}

v_{112}

v_{113}

v_{114}

v_{115}

v_{116}

v_{117}

v_{118}

v_{119}

v_{120}

v_{121}

v_{122}

v_{123}

v_{124}

v_{125}

v_{126}

v_{127}

v_{128}

v_{129}

v_{130}

v_{131}

v_{132}

v_{133}

v_{134}

v_{135}

v_{136}

v_{137}

v_{138}

v_{139}

v_{140}

v_{141}

v_{142}

v_{143}

v_{144}

v_{145}

v_{146}

v_{147}

v_{148}

v_{149}

v_{150}

v_{151}

v_{152}

v_{153}

v_{154}

v_{155}

v_{156}

v_{157}

v_{158}

v_{159}

v_{160}

v_{161}

v_{162}

v_{163}

v_{164}

v_{165}

v_{166}

v_{167}

v_{168}

v_{169}

v_{170}

v_{171}

v_{172}

v_{173}

v_{174}

v_{175}

v_{176}

v_{177}

v_{178}

v_{179}

v_{180}

v_{181}

v_{182}

v_{183}

v_{184}

v_{185}

v_{186}

v_{187}

v_{188}

v_{189}

v_{190}

v_{191}

v_{192}

v_{193}

v_{194}

v_{195}

v_{196}

v_{197}

v_{198}

v_{199}

v_{200}

v_{201}

v_{202}

v_{203}

v_{204}

v_{205}

v_{206}

v_{207}

v_{208}

v_{209}

v_{210}

v_{211}

v_{212}

v_{213}

v_{214}

v_{215}

v_{216}

v_{217}

v_{218}

v_{219}

v_{220}

v_{221}

v_{222}

v_{223}

v_{224}

v_{225}

v_{226}

v_{227}

v_{228}

v_{229}

v_{230}

v_{231}

v_{232}

v_{233}

v_{234}

v_{235}

v_{236}

v_{237}

v_{238}

v_{239}

v_{240}

v_{241}

v_{242}

v_{243}

v_{244}

v_{245}

v_{246}

v_{247}

v_{248}

v_{249}

v_{250}

v_{251}

v_{252}

v_{253}

v_{254}

v_{255}

v_{256}

v_{257}

v_{258}

v_{259}

v_{260}

v_{261}

v_{262}

v_{263}

v_{264}

v_{265}

v_{266}

v_{267}

v_{268}

v_{269}

v_{270}

v_{271}

v_{272}

v_{273}

v_{274}

v_{275}

v_{276}

v_{277}

v_{278}

v_{279}

v_{280}

v_{281}

v_{282}

v_{283}

v_{284}

v_{285}

v_{286}

v_{287}

v_{288}

v_{289}

v_{290}

v_{291}

v_{292}

v_{293}

v_{294}

v_{295}

v_{296}

v_{297}

v_{298}

v_{299}

v_{300}

v_{301}

v_{302}

v_{303}

v_{304}

v_{305}

v_{306}

v_{307}

v_{308}

v_{309}

v_{310}

v_{311}

v_{312}

v_{313}

v_{314}

v_{315}

v_{316}

v_{317}

v_{318}

v_{319}

v_{320}

v_{321}

v_{322}

v_{323}

v_{324}

v_{325}

v_{326}

v_{327}

v_{328}

v_{329}

v_{330}

v_{331}

v_{332}

v_{333}

v_{334}

v_{335}

v_{336}

v_{337}

v_{338}

v_{339}

v_{340}

v_{341}

v_{342}

v_{343}

v_{344}

v_{345}

v_{346}

v_{347}

v_{348}

v_{349}

v_{350}

v_{351}

v_{352}

v_{353}

v_{354}

v_{355}

v_{356}

v_{357}

v_{358}

v_{359}

v_{360}

v_{361}

v_{362}

v_{363}

v_{364}

v_{365}

v_{366}

v_{367}

v_{368}

v_{369}

v_{370}

v_{371}

v_{372}

v_{373}

v_{374}

v_{375}

v_{376}

v_{377}

v_{378}

v_{379}

v_{380}

v_{381}

v_{382}

v_{383}

v_{384}

v_{385}

v_{386}

v_{387}

v_{388}

v_{389}

v_{390}

v_{391}

v_{392}

v_{393}

v_{394}

v_{395}

v_{396}

v_{397}

v_{398}

v_{399}

v_{400}

v_{401}

v_{402}

v_{403}

v_{404}

v_{405}

v_{406}

v_{407}

v_{408}

v_{409}

v_{410}

v_{411}

v_{412}

v_{413}

v_{414}

v_{415}

v_{416}

v_{417}

v_{418}

v_{419}

v_{420}

v_{421}

v_{422}

v_{423}

v_{424}

v_{425}

v_{426}

v_{427}

v_{428}

v_{429}

v_{430}

v_{431}

v_{432}

v_{433}

v_{434}

v_{435}

v_{436}

v_{437}

v_{438}

v_{439}

v_{440}

v_{441}

v_{442}

v_{443}

v_{444}

v_{445}

v_{446}

v_{447}

v_{448}

v_{449}

v_{450}

v_{451}

v_{452}

v_{453}

v_{454}

v_{455}

v_{456}

v_{457}

v_{458}

v_{459}

v_{460}

v_{461}

v_{462}

v_{463}

v_{464}

v_{465}

v_{466}

v_{467}

v_{468}

v_{469}

v_{470}

v_{471}

v_{472}

v_{473}

v_{474}

v_{475}

v_{476}

v_{477}

v_{478}

v_{479}

v_{480}

v_{481}

v_{482}

v_{483}

v_{484}

v_{485}

v_{486}

v_{487}

v_{488}

v_{489}

v_{490}

v_{491}

v_{492}

v_{493}

v_{494}

v_{495}

v_{496}

v_{497}

v_{498}

v_{499}

v_{500}

v_{501}

v_{502}

v_{503}

v_{504}

v_{505}

v_{506}

v_{507}

v_{508}

v_{509}

v_{510}

v_{511}

v_{512}

v_{513}

v_{514}

v_{515}

v_{516}

v_{517}

v_{518}

v_{519}

v_{520}

v_{521}

v_{522}

v_{523}

v_{524}

v_{525}

v_{526}

v_{527}

v_{528}

v_{529}

v_{530}

v_{531}

v_{532}

v_{533}

v_{534}

v_{535}

v_{536}

v_{537}

v_{538}

v_{539}

v_{540}

v_{541}

v_{542}

v_{543}

v_{544}

v_{545}

v_{546}

v_{547}

v_{548}

v_{549}

v_{550}

v_{551}

v_{552}

v_{553}

v_{554}

v_{555}

v_{556}

v_{557}

v_{558}

v_{559}

v_{560}

v_{561}

v_{562}

v_{563}

v_{564}

v_{565}

v_{566}

v_{567}

v_{568}

v_{569}

v_{570}

v_{571}

v_{572}

v_{573}

v_{574}

v_{575}

v_{576}

v_{577}

v_{578}

v_{579}

v_{580}

v_{581}

v_{582}

v_{583}

v_{584}

v_{585}

v_{586}

v_{587}

v_{588}

v_{589}

v_{590}

v_{591}

v_{592}

v_{593}

v_{594}

v_{595}

v_{596}

v_{597}

v_{598}

v_{599}

v_{600}

v_{601}

v_{602}

v_{603}

v_{604}

v_{605}

v_{606}

v_{607}

v_{608}

v_{609}

v_{610}

v_{611}

v_{612}

v_{613}

v_{614}

v_{615}

v_{616}

v_{617}

v_{618}

v_{619}

v_{620}

v_{621}

v_{622}

v_{623}

v_{624}

v_{625}

v_{626}

v_{627}

v_{628}

v_{629}

v_{630}

v_{631}

v_{632}

v_{633}

v_{634}

v_{635}

v_{636}

v_{637}

v_{638}

v_{639}

v_{640}

v_{641}

v_{642}

v_{643}

v_{644}

v_{645}

v_{646}

v_{647}

v_{648}

v_{649}

v_{650}

v_{651}

v_{652}

v_{653}

v_{654}

v_{655}

v_{656}

v_{657}

v_{658}

v_{659}

v_{660}

v_{661}

v_{662}

v_{663}

v_{664}

v_{665}

v_{666}

v_{667}

v_{668}

v_{669}

v_{670}

v_{671}

v_{672}

v_{673}

v_{674}

v_{675}

v_{676}

v_{677}

v_{678}

v_{679}

v_{680}

v_{681}

v_{682}

v_{683}

v_{684}

v_{685}

v_{686}

v_{687}

v_{688}

v_{689}

v_{690}

v_{691}

v_{692}

v_{693}

v_{694}

v_{695}

v_{696}

v_{697}

v_{698}

v_{699}

v_{700}

v_{701}

v_{702}

v_{703}

v_{704}

v_{705}

v_{706}

v_{707}

v_{708}

v_{709}

v_{710}

v_{711}

v_{712}

v_{713}

v_{714}

v_{715}

v_{716}

v_{717}

v_{718}

v_{719}

v_{720}

v_{721}

v_{722}

v_{723}

v_{724}

v_{725}

v_{726}

v_{727}

v_{728}

v_{729}

v_{730}

v_{731}

v_{732}

v_{733}

v_{734}

v_{735}

v_{736}

v_{737}

v_{738}

v_{739}

v_{740}

v_{741}

v_{742}

v_{743}

v_{744}

v_{745}

v_{746}

v_{747}

v_{748}

v_{749}

v_{750}

v_{751}

v_{752}

v_{753}

v_{754}

v_{755}

v_{756}

v_{757}

v_{758}

v_{759}

v_{760}

v_{761}

v_{762}

v_{763}

v_{764}

v_{765}

v_{766}

v_{767}

v_{768}

v_{769}

v_{770}

v_{771}

v_{772}

v_{773}

v_{774}

v_{775}

v_{776}

v_{777}

v_{778}

v_{779}

v_{780}

v_{781}

v_{782}

v_{783}

v_{784}

v_{785}

v_{786}

v_{787}

v_{788}

v_{789}

v_{790}

v_{791}

v_{792}

v_{793}

v_{794}

v_{795}

v_{796}

v_{797}

v_{798}

v_{799}

v_{800}

v_{801}

v_{802}

v_{803}

v_{804}

v_{805}

v_{806}

v_{807}

v_{808}

v_{809}

v_{810}

v_{811}

v_{812}

v_{813}

v_{814}

v_{815}

v_{816}

v_{817}

v_{818}

v_{819}

v_{820}

v_{821}

v_{822}

v_{823}

v_{824}

v_{825}

v_{826}

v_{827}

v_{828}

v_{829}

v_{830}

v_{831}

v_{832}

v_{833}

v_{834}

v_{835}

v_{836}

v_{837}

v_{838}

v_{839}

v_{840}

v_{841}

v_{842}

v_{843}

v_{844}

v_{845}

v_{846}

v_{847}

v_{848}

v_{849}

v_{850}

v_{851}

v_{852}

v_{853}

v_{854}

v_{855}

v_{856}

v_{857}

$$(v_0)^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + \left(\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} + g S_2 \right)^2$$

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

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

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

$$\left(\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} + g S_2 \right)^2 = v_0^2 \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha (4 - \cos^2 \alpha) =$$

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

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} + g S_2 = v_0^2 \cdot \cos \alpha \sqrt{4 - \cos^2 \alpha} =$$

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

$$g S_2 = \frac{100 \cdot \sqrt{3}}{4} - 25 \sqrt{39} = \frac{100 \sqrt{3}}{4} - 25 \sqrt{39} =$$

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

$$S_2 = 2,5(\sqrt{39} - \sqrt{3})$$

$$\Rightarrow S = S_1 + S_2 = \frac{5\sqrt{3}}{2} + \frac{5\sqrt{39} - 5\sqrt{3}}{2} =$$

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

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

$$t_{\text{пол}} = t_{\text{пол.}} + t_{\text{max}} = 1 + \frac{\sqrt{13} - 1}{2} = \frac{\sqrt{13} + 1}{2} c$$

$$v_y = \frac{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} + g S_2}{v_0 \cos \alpha} = \frac{\frac{100 \cdot \sqrt{3}}{4} + 25 \sqrt{39} - 25 \sqrt{3}}{5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{5 \sqrt{13}}{2\sqrt{3}} =$$

$$= 5 \sqrt{13} \text{ м/с}$$

$$h = v_y t_{\text{max}} + \frac{g t_{\text{max}}^2}{2} = \frac{5 \sqrt{13} \cdot (\sqrt{13} - 1)}{2} + \frac{10 \cdot (4 - 2\sqrt{13})}{2 \cdot 2} =$$

$$= \frac{5 \cdot 13 - 5 \sqrt{13} + 80 - 5 \sqrt{13}}{2} = \frac{100 - 10 \sqrt{13}}{2} =$$

$$= 50 - 5 \sqrt{13} \text{ м}$$