

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?

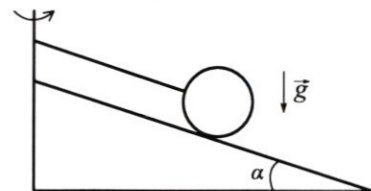
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

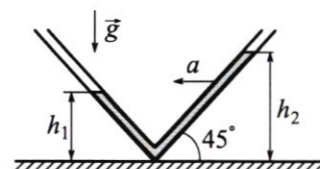


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

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

① $v_0 = 10 \frac{m}{c}$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$

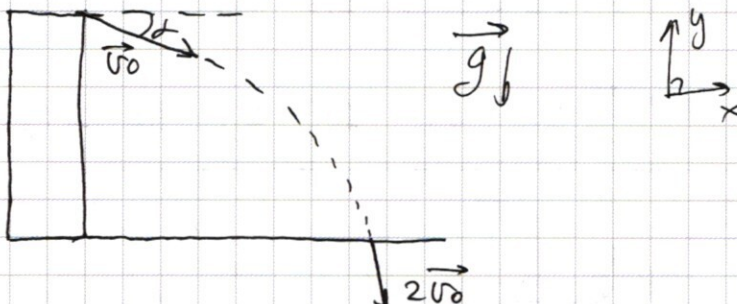
$\alpha = 30^\circ$

$v_k = 2v_0$

1). $v_{ky} = ?$

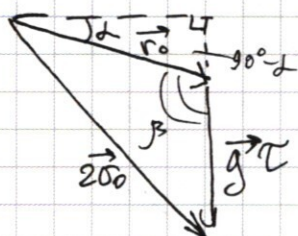
2). $\tau = ?$

3). $h = ?$



“В полёте гайка всё время приближалась к горизонтальной поверхности Земли” $\Rightarrow$ гайка была брошена под углом к горизонту вниз

2). треугольник скоростей: $2\vec{v}_0 = \vec{v}_0 + \vec{g}\tau$



$\beta = 180^\circ - (90^\circ - \alpha) = 180^\circ - 90^\circ + \alpha = 90^\circ + \alpha$

по т. кос:

$4v_0^2 = v_0^2 + g^2\tau^2 - 2v_0g\tau\cos\beta$

$\cos\beta = \cos(90^\circ + \alpha) = -\sin\alpha$

$4v_0^2 = v_0^2 + g^2\tau^2 + 2v_0g\tau\sin\alpha$

$g^2\tau^2 + 2v_0g\sin\alpha \cdot \tau - 3v_0^2 = 0$

$$\begin{cases} \tau_1 = \frac{-2v_0g\sin\alpha + \sqrt{4v_0^2g^2\sin^2\alpha - 4g^2(-3v_0^2)}}{2g^2} \\ \tau_2 = \frac{-2v_0g\sin\alpha - \sqrt{4v_0^2g^2\sin^2\alpha - 4g^2(-3v_0^2)}}{2g^2} \end{cases}$$

τ_2 — посторонний корень, т.к. время всегда > 0

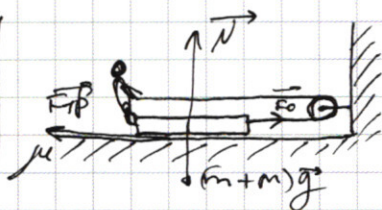
$$\begin{aligned} \tau &= \frac{-2v_0g\sin\alpha + 2v_0g\sqrt{\sin^2\alpha + 3}}{2g^2} = \frac{-v_0\sin\alpha + v_0\sqrt{\sin^2\alpha + 3}}{g} \\ &= \frac{-10 \cdot \frac{1}{2} + 10\sqrt{\frac{1}{4} + 3}}{10} = -\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1+12}{4}} = \frac{\sqrt{13}-1}{2} \approx \frac{\sqrt{12,96}-1}{2} = \\ &= \frac{3,6-1}{2} = \frac{2,6}{2} = 1,3 (c) \end{aligned}$$

$$1). \text{ из } \Delta \text{ скоростей видно, что } 200y = v_0 \sin \alpha + g\tau = \\ = 10 \cdot \frac{1}{2} + 10 \cdot 1,3 = 5 + 13 = 18 \left(\frac{m}{c} \right)$$

$$3). h = v_0 \sin \alpha \tau + \frac{g\tau^2}{2} = 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,3 + \frac{10 \cdot 1,3 \cdot 1,3}{2} = \\ = 5 \cdot 1,3 + 5 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 5 \cdot 1,3 \cdot 2,3 = 14,95 (m)$$

Ответ: 1). $18 \frac{m}{c}$; 2). $1,3 c$; 3). $14,95 m$.

② S
 m
 $M = 2m$
 μ
 $F (F > F_0)$
 F_0



$$23H: N = (m+M)g = 3mg$$

1). P - вес. Сила, действующая на опору или подвес.

- 1). $F_{\text{нук}} = ?$
- 2). $F_0 = ?$
- 3). $t = ?$

искомая сила $F_{\text{нук}} = P_{\text{системы}} = (m+M)g = 3mg$

$$2). 23H: (m+M)a = F_0 - F + \mu$$

видно, что ящик приобретёт ускорение, а то есть начнёт двигаться при:

$$F_0 \geq F + \mu$$

$$F_0 \geq \mu N$$

$$F_0 \geq 3\mu mg$$

$$\min F_0 = 3\mu mg$$

$$3). S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

$$a = \frac{F - F + \mu}{(m+M)} = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{F - 3\mu mg}} = \sqrt{\frac{6mS}{F - 3\mu mg}}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③

m
 R
 L
 α

1). $N = ?$
2). $N' = ?$

1). $23 \text{ Н} : O_y : N = mg \cos \alpha$
33 Н: шар действует на клин с такой же силой, с какой клин действует на шар

2). ϵ — радиус, на который вращается шар относительно вертикальной оси

$$\epsilon = (L + R) \cos \alpha$$

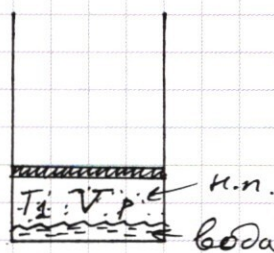
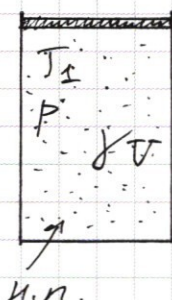
$$\omega = \frac{v}{\epsilon} \text{ — по определению } \Rightarrow v = \omega \epsilon$$

$$a = \frac{v^2}{\epsilon} \text{ — по определению } \Rightarrow a = \frac{\omega^2 \epsilon^2}{\epsilon} = \omega^2 \epsilon$$

$$\begin{aligned} 23 \text{ Н} : O_y : m a \sin \alpha &= mg \cos \alpha - N' \\ N' &= m(g \cos \alpha - a \sin \alpha) = \\ &= m(g \cos \alpha - \omega^2 \epsilon \sin \alpha) = \\ &= m(g \cos \alpha - \omega^2 (L + R) \cos \alpha \sin \alpha) = \\ &= m \cos \alpha (g - \omega^2 (L + R) \sin \alpha) \end{aligned}$$

Ответ: 1). $mg \cos \alpha$; 2). $m \cos \alpha (g - \omega^2 (L + R) \sin \alpha)$.

⑤ $\gamma = 5,6$
 $\rho_b = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
 $t_1 = 27^\circ \text{C} \Rightarrow T_1 = 300 \text{ К}$
 $p = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$



1). $\frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{вода}}} = ?$
2). $\frac{V_{\text{пара}}}{V_{\text{вода}}} = ?$

Давление насыщенного пара при одной и той же температуре — одинаковое. В нашем случае процесс изотермический $\Rightarrow$ давление насыщенного пара сохраняется.

$pV = \nu RT$ - уравнение Менделеева - Клапейрона

$\nu = \frac{m}{\mu}$ - по определению

$m = \rho V$ - по определению

Получаем: $pV = \frac{m}{\mu} RT$

$$pV = \frac{\rho V}{\mu} RT$$

$$p = \frac{\rho}{\mu} RT$$

$$p = \frac{p\mu}{RT} \Rightarrow p_{\text{пара}} = \frac{p\mu}{RT_1}$$

$$1). \frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{вода}}} = \frac{p\mu}{RT_1 p_0} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 300 \cdot 1000} = \frac{2130}{831} \cdot 10^{-5} \approx 2,6 \cdot 10^{-5}$$

$$2). p \delta V = \frac{m}{\mu} RT$$

$$pV = \frac{m - \Delta m}{\mu} RT$$

Δm - часть воды, которая
сконденсировалась

$$\frac{pV}{p \delta V} = \frac{(m - \Delta m) RT \mu}{\mu m RT} \Rightarrow \frac{1}{\delta} = \frac{m - \Delta m}{m}$$

$$m = \delta m - \delta \Delta m$$

~~$$m = \delta m - \delta \Delta m$$~~

$$\delta \Delta m = m(\delta - 1)$$

$$m = \frac{\delta \Delta m}{\delta - 1}$$

$$\frac{V_{\text{пара}}}{V_{\text{вода}}} = \frac{(m - \Delta m) p_0}{p_n \Delta m} = \frac{m - \Delta m}{\Delta m} \cdot \frac{1}{\delta} = \frac{\frac{\delta \Delta m}{\delta - 1} - \Delta m}{\Delta m} \cdot \frac{1}{\delta} =$$

$$= \frac{\frac{\delta}{\delta - 1} - 1}{\delta} = \frac{1}{(\delta - 1)\delta} = \frac{1}{(5,6 - 1) \cdot 2,6 \cdot 10^{-5}} = \frac{10^5}{4,6 \cdot 2,6} = \frac{10^4}{11,96} \cdot 10^3 \approx$$
$$\approx 8,4 \cdot 10^3$$

Ответ: 1). $2,6 \cdot 10^{-5}$; 2). $8,4 \cdot 10^3$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

④

$g = 10 \frac{m}{c^2}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $a = 4 \frac{m}{c^2}$
 $h_1 = 10 \text{ cm}$
 $h_2 = ?$
 2). $U = ?$

треугольник ускорений
при переходе в неинерциальную систему отсчёта:

~~$\vec{g}^* = \vec{g} + (-\vec{a})$~~

$\vec{g}^* = \vec{g} + (-\vec{a})$
 $\vec{g}^* - \vec{g} \Rightarrow \text{эффективная}$

$\vec{g}$ всегда $\perp$ поверхности воды
 (т.к. вода, как и любое другое тело, стремится занять положение с наименьшей потенциальной энергией)

$\Downarrow$

в нашем случае $\vec{g}^* \perp$ поверхности воды

1).

$\Rightarrow$ поверхность располагается под углом β к горизонту

получаем: $\tan \beta = \frac{|\vec{a}|}{|\vec{g}|} = \frac{a}{g}$

$\alpha = 45^\circ \Rightarrow$ треугольники β/β

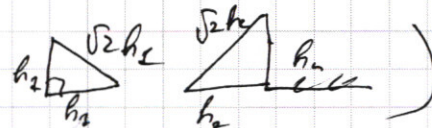
$\tan \beta = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2}$

$\frac{a}{g} = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} \Rightarrow ah_1 + ah_2 = gh_2 - gh_1 \Rightarrow gh_2 - ah_2 = ah_1 + gh_1$
 $h_2(g - a) = h_1(a + g) \Rightarrow h_2 = \frac{h_1(a + g)}{g - a}$
 $= \frac{10(4 + 10)}{10 - 4} = \frac{140}{6} \approx 23,3 \text{ (cm)}$

2). $S = \frac{v^2}{2g}$, S — расстояние, на которое сместится вода в трубке, когда ускорение исчезнет

ускорение, действующее на воду в этот момент $= g \cos \alpha$

всего воды (по длине) (сумма диагоналей Δ :



$$\sqrt{2} h_1 + \sqrt{2} h_2 = l$$

сместится вода на ~~l/2~~ $\frac{\sqrt{2} h_2 - \sqrt{2} h_1}{2} = S = \frac{v^2}{2g \cos \alpha}$

$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{2} (h_2 - h_1)}{2} &= \frac{v^2}{2g \cos \alpha} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2g \cos \alpha \sqrt{2} (h_2 - h_1)}{2}} = \\ &= \sqrt{g \cos \alpha \sqrt{2} (h_2 - h_1)} = \\ &= \sqrt{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{2} (23,3 - 10)} = \\ &= \sqrt{10 \cdot 13,3} = \sqrt{133} \approx \\ &\approx \sqrt{132,25} = 11,5 \left(\frac{m}{c} \right) \end{aligned}$$

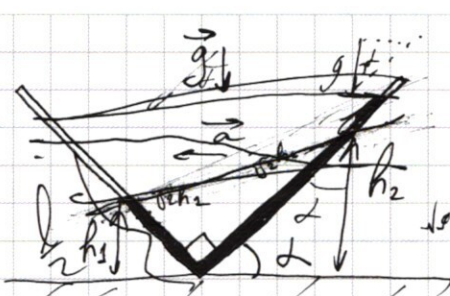
Ответ: 1). 23,3 см; 2). ~~11,5~~ 11,5 $\frac{m}{c}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

④ $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $a = 4 \frac{м}{с^2}$
 $h_1 = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$

1). $h_2 = ?$ 23,3 см

2). $v = ?$

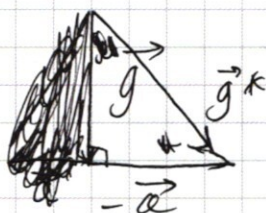


$$\begin{array}{r} 340 \pm 6 \\ - 12 \\ \hline 20 \\ - 18 \\ \hline 2 \\ - 18 \\ \hline \end{array}$$

при переходе в инерциальную систему отсчета
 Δ ускорений: $\vec{g}^* = \vec{g} + (-\vec{a})$

$g^* - g \rightarrow$ эффективное

$g' = \frac{g}{\cos \alpha}$
 $S = \frac{v^2}{2g'}$
 $\frac{v^2(h_2 - h_1)}{2} = \frac{v^2}{2g \cos \alpha}$
 $v = \sqrt{2g(h_2 - h_1) \cos \alpha}$
 $= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 23,3 \cdot \cos 45^\circ} = 14,68$

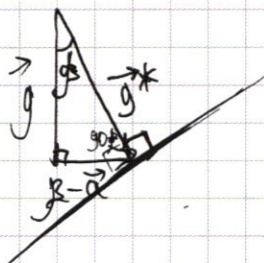


Сила тяжести
 действующая на
 каплю воды

g всегда $\perp$ поверхности воды (т.к. вода как и
 любое другое тело стремится
 занять положение с наименьшей
 энергией потенциальной энергии)



в нашем случае $g^* \perp$ поверхности воды



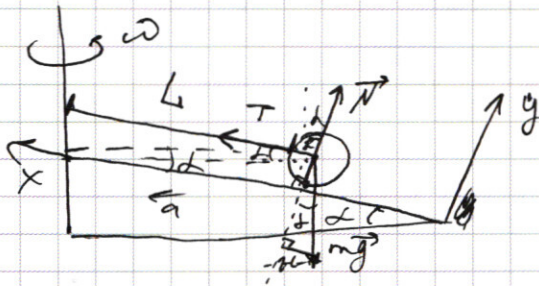
$\tan \beta = \frac{|\vec{a}|}{|\vec{g}|} = \frac{a}{g}$

$\Rightarrow$ поверхность воды расположена относительно
 горизонта под углом β

Получаем:

$\tan \beta = \frac{h_2 - h_1}{L} = \frac{a}{g}$
 $L = \frac{h_2 - h_1}{\frac{a}{g}} = \frac{g(h_2 - h_1)}{a}$
 $S_{\text{поверх}} = \frac{h_2 + h_1}{2} L = \frac{h_2 + h_1}{2} \cdot \frac{g(h_2 - h_1)}{a} = \frac{g(h_2^2 - h_1^2)}{2a}$
 $\tan \beta = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} = \frac{a}{g} \Rightarrow g h_2 - g h_1 = a h_1 + a h_2$
 $g h_2 - a h_2 = a h_1 + g h_1$
 $h_2 = \frac{h_1(a + g)}{g - a} = \frac{50(4 + 10)}{10 - 4} = \frac{540}{6} = 90 \text{ см}$
 $h_2 = 90 \text{ см}$

3) m
 R
 L
 α
 L
3) $N' = ?$
2) $N' = ?$
 ω



23H: Оу: $N + mg \cos \alpha$
 $N = mg \cos \alpha$

1) $N = mg \cos \alpha$
(используется как сила реакции на клин)
33H: $\Rightarrow$ же силой, которая действует на шар

2) α - радиус на котором вращается шар относительно вертикальной оси

$$r = (L + R) \cos \alpha$$

$\omega = \frac{v}{r}$ - по определению $\Rightarrow v = \omega r$

$a = \frac{v^2}{r}$ - по определению $\Rightarrow a = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r$
Рассмотрим момент отрыва:

23H: Оу: ~~$N' = ?$~~

$$\cos \alpha = \frac{a}{g} \Rightarrow x = \frac{a}{\cos \alpha}$$

$$m a \sin \alpha = m g \cos \alpha - N'$$

$$a \sin \alpha = g \cos \alpha$$

$$N' = m g \cos \alpha - m a \sin \alpha$$

$$N' = m (g \cos \alpha - a \sin \alpha) =$$

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

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

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

$$\sqrt{144} = 12$$

$$\sqrt{121} = 11$$

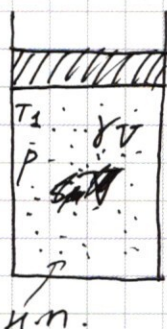
$$\begin{array}{r} 144 \\ -121 \\ \hline 23 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \overline{) 11} \\ 2 \quad 3 \quad 2 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11,5 \\ \times 11,5 \\ \hline 11,5 \\ 126,5 \\ \hline 132,25 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5



$$p_b = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}, \mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

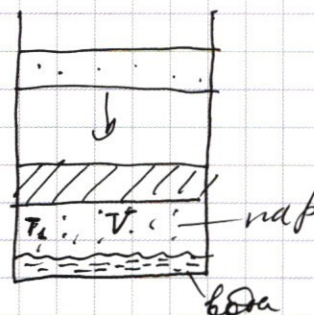
$$t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 273 + 27 = 300\text{K}$$

$$p = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

1). $\frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{вода}}} = ?$

2). $\frac{V_{\text{пара}}}{V_{\text{вода}}} = ?$, когда $V_{\text{пара}} \downarrow 9,6 (\times)$



Давление насыщенного пара при одной и той же температуре — одинаково. В нашем случае процесс изотермический, значит давление насыщенного пара сохраняется

$$\frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{вода}}} = \frac{\mu}{RT}$$

$$pV = \nu RT \text{ — уравнение Менделеева-Клапейрона}$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$pV = \frac{pV}{\mu} RT$$

$$p = \frac{p}{\mu} RT$$

$$p = \frac{p\mu}{RT} \Rightarrow p_{\text{пара}} = \frac{p\mu}{RT_1}$$

$$1). \frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{вода}}} = \frac{p\mu}{RT_1 p_b} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 300 \cdot 1000} = \frac{355 \cdot 0,018}{831 \cdot 300} =$$

$$= \frac{355 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{831 \cdot 3 \cdot 10^2} = \frac{355 \cdot 6}{831} \cdot 10^{-5} = \frac{2130}{831} \cdot 10^{-5} \approx 2,6 \cdot 10^{-5}$$

$$\begin{array}{r} 355 \\ \times 355 \\ \hline 2130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2130 \overline{) 831} \\ - 1662 \overline{) 3,56} \\ \hline 4680 \\ - 4155 \\ \hline 5250 \\ - 4986 \\ \hline 264 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 2,6 \\ \hline 1662 \\ \times 831 \\ \hline 4986 \end{array}$$

	1	2	3	4	5
p	+	+	+	+	+
n	+	+	+		+
μ					
RT					

$$p \delta V = \frac{m}{\mu} RT$$

$$pV = \frac{m - \Delta m}{\mu} RT$$

$$\frac{p \delta V}{pV} = \frac{(m - \Delta m) RT \mu}{\mu m RT}$$

$$\frac{\delta}{\gamma} = \frac{m - \Delta m}{m}$$

$$m = \gamma m - \gamma \Delta m$$

$$\gamma \Delta m = \gamma m - m$$

$$\gamma \Delta m = m(\gamma - 1)$$

$$m = \frac{\gamma \Delta m}{\gamma - 1}$$

$$\frac{V_{\text{дога}}}{V_{\text{дога}}} = \frac{(m - \Delta m) p_0}{\gamma m \Delta m} = \boxed{\text{получается } 6,2 \cdot 10^{-5}}$$

$$= \frac{m - \Delta m}{\Delta m} \cdot \frac{1}{\gamma} = \frac{\gamma \Delta m}{\gamma - 1} - \Delta m \cdot \frac{1}{\gamma} =$$

$$= \frac{\frac{\gamma}{\gamma - 1} - 1}{\gamma} = \frac{\gamma - (\gamma - 1)}{(\gamma - 1)\gamma} = \frac{\gamma - \gamma + 1}{(\gamma - 1)\gamma} =$$

$$= \frac{1}{(\gamma - 1)\gamma} = \frac{1}{(5,6 - 1) \cdot 2,6 \cdot 10^{-5}} =$$

$$= \frac{10^5}{4,6 \cdot 2,6} = \frac{10^5 \cdot 10 \cdot 10}{46 \cdot 26} = \frac{10^7}{46 \cdot 26} =$$

$$= \frac{10^7}{1196} = \frac{10^4}{1196} \cdot 10^3 \approx 8,4 \cdot 10^3$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 46 \\ \times 26 \\ \hline 276 \\ + 92 \\ \hline 1196 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1196 \\ \times 10000 \\ \hline 11960000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ - 9568 \\ \hline 4320 \\ - 3588 \\ \hline 7320 \\ - 7176 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 185 \\ \times 1196 \\ \hline 9 \\ \hline 10764 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 1196 \\ \hline 3 \\ \hline 3588 \\ 153 \\ \times 1196 \\ \hline 6 \\ \hline 7176 \end{array}$$

ответ: 1). $2,6 \cdot 10^{-5}$;
2). $8,4 \cdot 10^3$.

$$\textcircled{2} \quad x = \frac{-10 \cdot \frac{1}{2} \pm 10 \sqrt{\frac{1}{4} + 5}}{10} = -\frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + 5} =$$

$$= -\frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1 + 12}{4}} = \frac{\sqrt{13}}{2} - \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{13} - 1}{2} \approx \frac{\sqrt{12,96} - 1}{2} = \frac{3,6 - 1}{2} =$$

$$= \frac{2,6}{2} = 1,3$$

$$\begin{array}{l} 3 \cdot 3 = 9 \\ 4 \cdot 4 = 16 \end{array}$$

$$\textcircled{3} \quad 11 \ 12 \ 13 \ 14 \ 15 \ 16$$

$$\begin{array}{r} 3,5 \\ \times 3,5 \\ \hline 175 \\ \hline 105 \\ \hline 12,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,6 \\ \times 3,6 \\ \hline 216 \\ \hline 108 \\ \hline 12,96 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

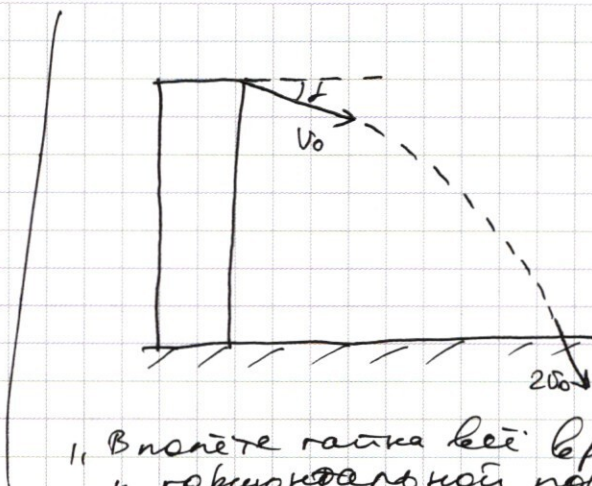
① $v_0 = 10 \frac{m}{s}$
 $g = 10 \frac{m}{s^2}$
 $\alpha = 30^\circ$

$v_k = 2v_0$

1) v_y при падении = ?

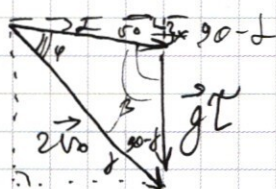
2) $T_{пол.} = ?$

3) $h = ?$



1. Всплывте гайка всё время приближалась к горизонтальной поверхности земли!

↑
гайка была брошена под углом к горизонту вниз



2). Δ скорости

$$2\vec{v}_0 = \vec{v}_0 + \vec{g}T$$

$$\beta = 180^\circ - (90^\circ - \alpha) = 180^\circ - 90^\circ + \alpha = 90^\circ + \alpha$$

по т. кос! $4v_0^2 = v_0^2 + g^2T^2 - 2v_0gT\cos\beta$

$$\cos\beta = \cos(90^\circ + \alpha) = -\sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{x}{v_0}$$

$$x = v_0 \sin\alpha$$

$$\varphi + \beta + 90^\circ - \alpha = 180^\circ$$

$$\varphi + 90^\circ + \alpha + 90^\circ - \alpha = 180^\circ$$

$$\varphi + \alpha - \alpha = 0$$

$$90^\circ + \alpha - \alpha = 90^\circ$$

$$4v_0^2 = v_0^2 + g^2T^2 + 2v_0gT\sin\alpha$$

$$g^2T^2 + 2v_0g\sin\alpha \cdot T + v_0^2 - 4v_0^2 = 0$$

$$g^2T^2 + 2v_0g\sin\alpha \cdot T - 3v_0^2 = 0$$

$$T_1 = \frac{-2v_0g\sin\alpha + \sqrt{4v_0^2g^2\sin^2\alpha - 4g^2(-3v_0^2)}}{2g^2}$$

$$T_2 = \frac{-2v_0g\sin\alpha - \sqrt{4v_0^2g^2\sin^2\alpha + 12g^2v_0^2}}{2g^2} \quad \text{--- н.к.}$$

$$T = \frac{-2v_0g\sin\alpha + \sqrt{4v_0^2g^2\sin^2\alpha + 4 \cdot 3g^2v_0^2}}{2g^2} =$$

$$= \frac{-2v_0g\sin\alpha + 2v_0g\sqrt{\sin^2\alpha + 3}}{2g^2} = \frac{-v_0\sin\alpha + v_0\sqrt{\sin^2\alpha + 3}}{g} = 1.3(s)$$

$$1). 2v_{0y} = v_{0ym} + g\tau = 10 \cdot \frac{1}{2} + 10 \cdot 1,3 = 5 + 13 = 18 \text{ (м/с)}$$

и Δ скорости видно, что

$$3). h = v_0 \sin \alpha \cdot \tau + \frac{g\tau^2}{2} = 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,3 + \frac{10 \cdot 1,3 \cdot 1,3}{2} = 5 \cdot 1,3 + 5 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 5 \cdot 1,3 (1 + 1,3) = 5 \cdot 1,3 \cdot 2,3 = 14,95 \text{ (м)}$$

$$\begin{array}{r} 2,3 \\ \times 1,3 \\ \hline + 69 \\ 23 \\ \hline 299 \end{array}$$

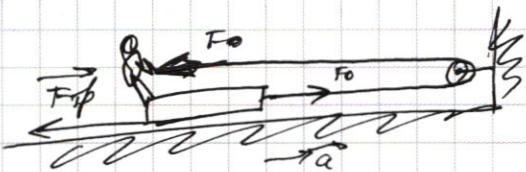
$$\begin{array}{r} 1,3 \\ \times 2,995 \\ \hline 1495 \end{array}$$

Ответ: 1). $18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2). $1,3 \text{ с}$; $14,95 \text{ м}$.

$$\textcircled{2} \quad v = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$N = (m + M)g = (m + 2m)g = 3mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = 3\mu mg$$



1). Р- все. Сила действующая на ступу и т.д.

$$\text{искомая сил Фрик} = \text{Рштенны} = (m + M)g = (m + 2m)g = 3mg$$

$$2). \text{ на } 23 \text{ Н: } (m + M)a = F_0 - F_{\text{тр}}$$

а ~~то~~ ~~чтобы~~ ~~двигаться~~:
видно, что ацик приобретает ускорение, а то есть начнёт двигаться

~~условие срабатывания:~~

при $F_0 \geq F_{\text{тр}}$
 $F_0 \geq 3\mu mg$
при $\min F = 3\mu mg$

$$3). s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow at^2 = 2s \Rightarrow t^2 = \frac{2s}{a} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \text{ м}}{F - 3\mu mg}} = \sqrt{\frac{6 \text{ м}}{F - 3\mu mg}}$$

$$a = \frac{F_0 - F_{\text{тр}}}{(m + M)} = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

Ответ: 1). 3 мг ; 2). 3 мг ; 3). $\sqrt{\frac{6 \text{ м}}{F - 3\mu mg}}$.