

Рег. №: Ф10-А-0016

Класс участия: 10 класс

Место проведения: Долгопрудный
(Москва)

Дата проведения: 23 февраля 2020 г.

Время начала (местное): 11:00



Олимпиада школьников «Физтех» по физике

Заключительный этап 2020 г.

Анкета участника

Данная анкета предъявляется участником вместе с документом, удостоверяющим личность, при входе на олимпиаду. По окончании написания олимпиады анкета обязательно вкладывается в работу. Работа без предоставления анкеты недействительна и не проверяется. Анкета без подписей недействительна.

<u>Буфеев</u>	<u>Арсений</u>	<u>Константинович</u>	<u>15.05.2003</u>	<u>16 лет</u>
Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст
<u>Российская Федерация</u>		<u>г Москва</u>	<u>г Москва</u>	
Страна		Регион	Населенный пункт	
<u>Паспорт гражданина РФ</u>	<u>45 18</u>	<u>081638</u>	<u>30.05.2017</u>	<u>770-088</u>
Документ, удостоверяющий личность	Серия	Номер	Дата Выдачи	Код Подразделения
<u>Российская Федерация</u>	<u>Московская обл</u>		<u>г Долгопрудный</u>	
Страна школы	Регион Школы		Населенный Пункт Школы	
<u>10 класс</u>	<u>ГБОУ "ФИЗТЕХ-ЛИЦЕЙ" ИМ.П.Л.КАПИЦЫ</u>			
Класс обучения	Полное название образовательного учреждения			
<u>+7 905 774 60 99</u>	<u>abufeev57@gmail.com</u>			
Мобильный телефон	E-mail			

Согласие на обработку персональных данных

Я согласен на сбор, хранение, использование, распространение (передачу) и публикацию своих персональных данных, а также олимпиадных работ, в том числе в сети "Интернет". Я согласен, что мои персональные данные будут ограничено доступны организаторам олимпиады для решения административных и иных рабочих задач. Я проинформирован, что под обработкой персональных данных понимаются действия (операции) с персональными данными в рамках выполнения Федерального закона №152 от 27 июля 2006 г., конфиденциальность персональных данных соблюдается в рамках исполнения Операторами законодательства Российской Федерации. Я согласен на получение информационных писем от организаторов олимпиады на E-mail, указанный при регистрации.

Я подтверждаю, что все указанные мной данные верны и в указанном виде будут использованы при печати диплома олимпиады в случае его получения. Я согласен на передачу данных в государственный информационный ресурс о детях, проявивших выдающиеся способности, созданный во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации № 1239 от 17 ноября 2015 г.

Я подтверждаю, что ознакомлен с Положением и Регламентом проведения олимпиады школьников "Физтех", а также с правилами оформления и условиями проверки работы.

«23» февраля 2020 г.

Подпись участника олимпиады

Буфеев Н.А.
ФИО законного представителя

мать
Степень родства

Подпись законного представителя

**Анкета без подписи недействительна.
Анкета обязательно должна быть вложена в работу!**

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

р.1.

Дано:

$$v_0 = 8 \frac{м}{с}; g = 10 \frac{м}{с^2}$$

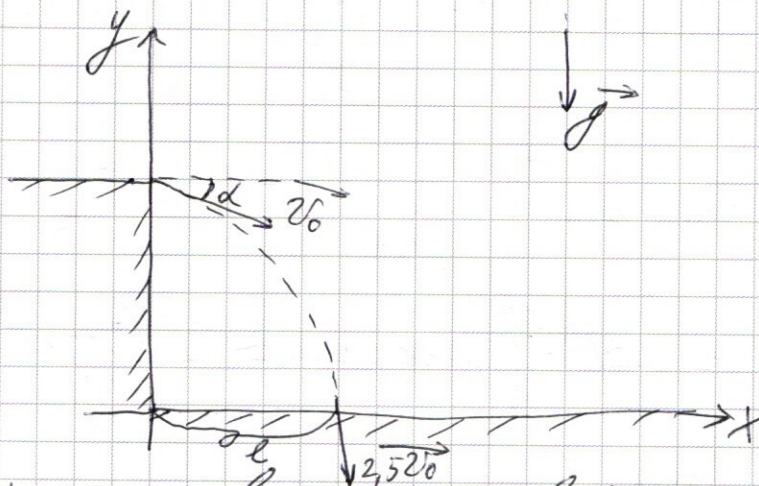
$$\alpha = 60^\circ$$

$$v = 2,5 v_0$$

1) v_x ?

2) $t_{пол}$?

3) l ?



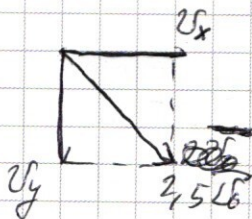
Т.к. по условию камень всё время приближается к поверхности Земли $\Rightarrow v_{0y} < 0$ (т.е. камень летит вниз).

на ox :

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

на oy :

$$v_y = -v_0 \sin \alpha - g t_{пол}$$



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

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$v^2 = (2,5 v_0)^2 = v_x^2 + v_y^2$$

$$6,25 v_0^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha + g t_{пол})^2$$

$$6,25 v_0^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 v_0 \sin \alpha g t_{пол} + g^2 t_{пол}^2$$

$$6,25 v_0^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha + 2 v_0 \sin \alpha g t_{пол} + g^2 t_{пол}^2$$

$$t_{пол} \cdot g^2 + t_{пол} \cdot 2 v_0 \sin \alpha g - 5,25 v_0^2 = 0$$

$$t_{пол} = \frac{-2 v_0 \sin \alpha g \pm \sqrt{4 v_0^2 \sin^2 \alpha g^2 + 4 \cdot 5,25 v_0^2 g^2}}{2 g^2} =$$

$$= \frac{-2V_0 \sin \alpha \pm 2V_0 g \sqrt{\sin^2 \alpha + 5,25}}{2g^2} = \frac{-V_0 \sin \alpha \pm V_0 \sqrt{\sin^2 \alpha + 5,25}}{g}$$

$$t_{\text{пол}} = \frac{-V_0 \sin \alpha + V_0 \sqrt{\sin^2 \alpha + 5,25}}{g} \quad \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$t_{\text{пол}} = \frac{8 \left(\sqrt{\frac{3}{4} + \frac{21}{4}} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 8}{10} = \frac{\frac{\sqrt{24} - \sqrt{3}}{2} \cdot 4}{5} =$$

$$= \frac{2(\sqrt{24} - \sqrt{3})}{5} = \frac{2(5 - 1,7)}{5} = 1,32 \text{ c}$$

$$V_y = |V_y| = g t_{\text{пол}} + V_0 \sin \alpha = 10 \cdot 1,32 + 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$= 13,2 + 6,8 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$l = V_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{пол}} = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,32 = 5,28 \text{ м}$$

Ответ:

$$1) V_y = g t_{\text{пол}} + V_0 \sin \alpha = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) t_{\text{пол}} = \frac{V_0 (\sqrt{\sin^2 \alpha + 5,25} - \sin \alpha)}{g} = 1,32 \text{ c}$$

$$3) l = V_0 \cos \alpha t_{\text{пол}} = 5,28 \text{ м}$$

2.

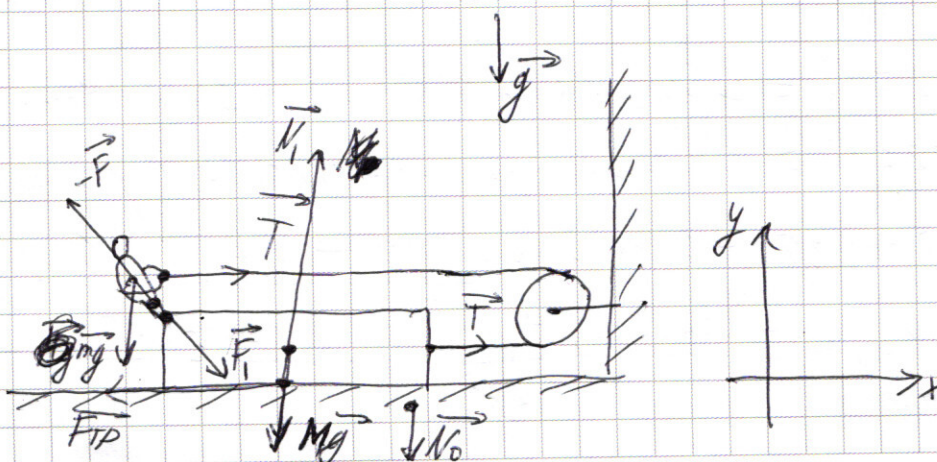
$$m, M = 5m,$$

$$M, S.$$

$$1) N_0 - ?$$

$$2) T - ?$$

$$3) V - ?$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\vec{F}$ — сила, с которой человек действует на ящик (молотки).

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \text{ — II 3.л.}$$

для ящика:

на ox :

$$T + F_x = \mu N,$$

на oy :

$$N_1 = Mg + F_y,$$

для человека:

на ox :

$$T = F_x,$$

на oy :

$$mg = F_y,$$

$\vec{N}_0$ — сила давления ящика с человеком на ~~пол~~ ^{пол}.

$$|\vec{N}_0| = |\vec{N}_1|; N_0 = N_1 \text{ — по III 3.л.}$$

$$N_0 = Mg + F_y = 5mg + mg = 6mg \quad \boxed{N_0 = 6mg}$$

$$T + F_x = \mu(Mg + F_y)$$

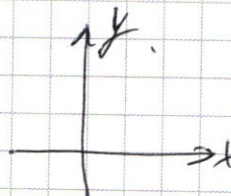
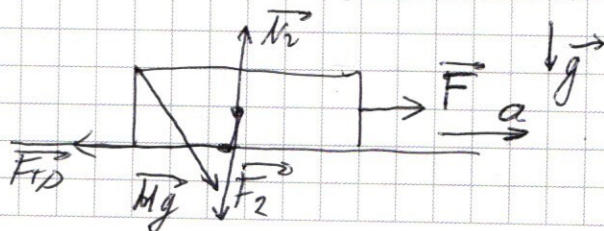
$$2T = \mu(5mg + mg)$$

$$F_0 = T$$

$$F_0 = T = \frac{\mu \cdot 6mg}{2} = 3\mu mg$$

$$\boxed{F_0 = 3\mu mg}$$

если $\vec{F} = \text{const}$ и $F > F_0$



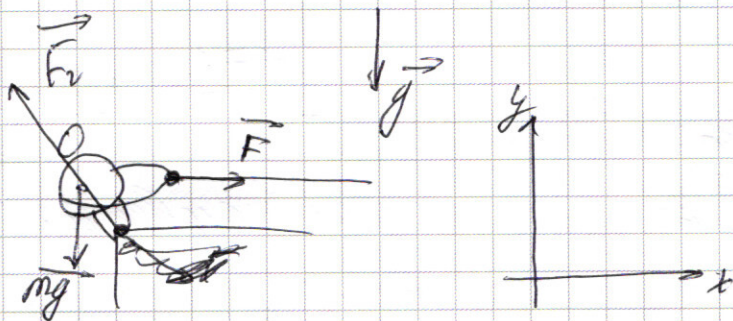
для мушкетера:

на ox :

$$Ma = F + F_{x2} - \mu N_2$$

на oy :

$$N_2 = F_{y2} + Mg$$



для человека:

на ox :

$$F = F_{x2}$$

на oy :

$$F_{y2} = mg = F_{y2}$$

$$5ma = F + F_{x2} - \mu(F_{y2} + Mg)$$

$$5ma = F + F - \mu(mg + 5mg)$$

$$5ma = 2F - 3\mu mg$$

$$a = \frac{2F - 3\mu mg}{5m}$$

$$S = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2aS}$$

$$v = \sqrt{\frac{2S(2F - 3\mu mg)}{5m}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

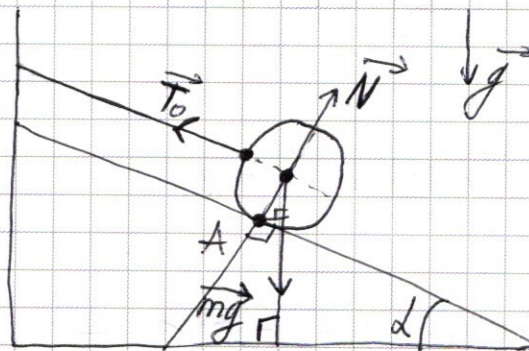
Ответ: 1) $N_0 = 6mg$
 2) $F_0 = 3\mu mg$
 3) $v = \sqrt{\frac{2S(2F - 3\mu mg)}{5m}}$

✓ 3.

m, R, α, L, ω

1) $T_0 = ?$

2) $T = ?$



$$\sum M = 0$$

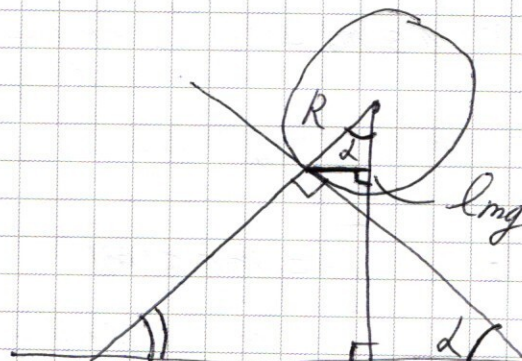
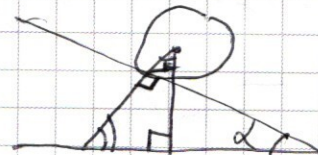
относительно точки A:

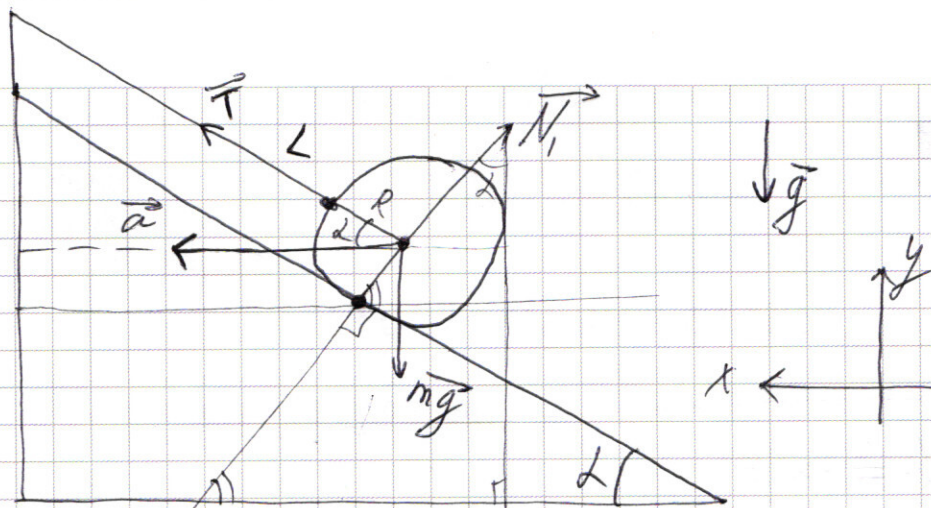
~~$T_0 R = mg R \sin \alpha$~~
 $T_0 R = mg R \sin \alpha$
 $T_0 = mg \sin \alpha$

l_F — плечо силы

$$l_{T_0} = R$$

$$l_{mg} = R \sin \alpha$$





φ — ~~радиус~~ радиус окружности, по которой
главметая мала

$$\varphi = (L+R) \cdot \cos \alpha$$

$$\boxed{a = \omega^2 \varphi}$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} - \text{II. 3.л.}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

на ось:

$$ma = T \cos \alpha - N \sin \alpha$$

на ось:

$$N \cos \alpha + T \sin \alpha = mg \Rightarrow N = \frac{mg - T \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$ma = T \cos \alpha - \frac{(mg - T \sin \alpha) \sin \alpha}{\cos \alpha} \quad | \cdot \cos \alpha; \alpha \neq 0$$

$$m\omega^2 \varphi \cos \alpha = T \cos^2 \alpha - mg \sin \alpha + T \sin^2 \alpha$$

$$T(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = mg \sin \alpha + m\omega^2 \varphi \cos \alpha$$

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

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

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

Ответ: 1) $T_0 = mg \sin \alpha$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.

$$T = 95^\circ\text{C} = 368\text{K}$$

$$p = 8,5 \cdot 10^4 \text{Па}$$

$$T = \text{const}; V \downarrow$$

$$1) \frac{\rho_1}{\rho_2} - ?$$

$$2) \frac{V_1}{V_2} - ?$$

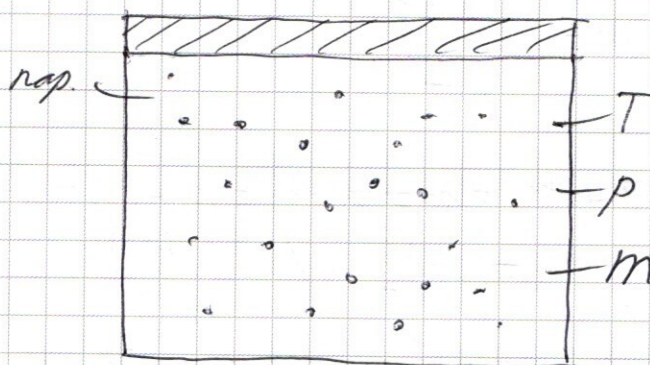
$$\gamma = 4,7$$

$$\rho_2 = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

ρ_1 - плотность пара

ρ_2 - плотность воды



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

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

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

$$\begin{cases} pV = \frac{m}{\mu} RT \\ m = V\rho_1 \end{cases}$$

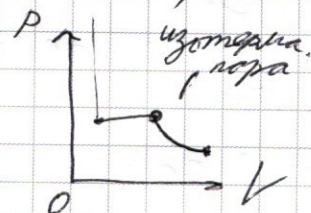
$$\Rightarrow pV = \frac{V\rho_1 RT}{\mu} \Rightarrow \rho_1 = \frac{p\mu}{RT}$$

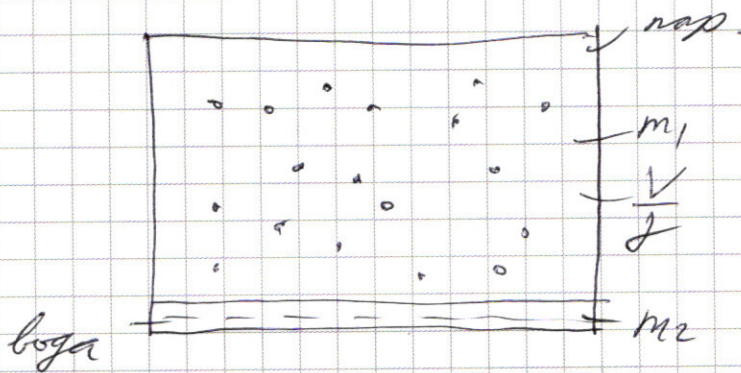
Т.к. пар насыщенный, т.е. $\varphi = 1$ (или 100%) $\Rightarrow$

$$p = \text{const}$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{p\mu}{RT}}{\rho_2} = \frac{p\mu}{RT\rho_2}$$

$$= \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 368 \cdot 10^3} = \frac{8,5 \cdot 0,18}{8,31 \cdot 368} = \frac{1,53}{3058,08} \approx 0,0005$$





$$p \frac{V}{\gamma} = \frac{m_1}{\mu} RT \Rightarrow m_1 = \frac{pV\mu}{RT\gamma}$$

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

$$m_1 + m_2 = m \Rightarrow m_2 = m - m_1 = \frac{pV\mu}{RT} - \frac{pV\mu}{RT\gamma} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{pV\mu}{RT} \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)$$

V_1 - объём пара

V_2 - объём воды

$$m_1 = V_1 \rho_1 \Rightarrow V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}$$

$$m_2 = V_2 \rho_2 \Rightarrow V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{m_1}{\rho_1}}{\frac{m_2}{\rho_2}} = \frac{m_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 \cdot m_2} = \frac{\frac{pV\mu}{RT\gamma} \cdot \rho_2}{\rho_1 \cdot \frac{pV\mu}{RT} \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)} =$$

$$= \frac{\frac{\rho_2}{\gamma}}{\rho_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)} = \frac{\rho_2}{\gamma \rho_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)} = \frac{\rho_2}{\rho_1 (\gamma - 1)}$$

$$\bullet \frac{\rho_1}{\rho_2} = 0,0005 = \frac{5}{10.000} = \frac{1}{2.000} \Rightarrow \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^{-1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} =$$

$$= 2.000$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{2.000}{\gamma - 1} = \frac{2.000}{4,7 - 1} \approx 540$$

Ответ: 1) $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{p\mu}{RT\rho_2} \approx 0,0005$

2) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1(\gamma - 1)} \approx 540$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.

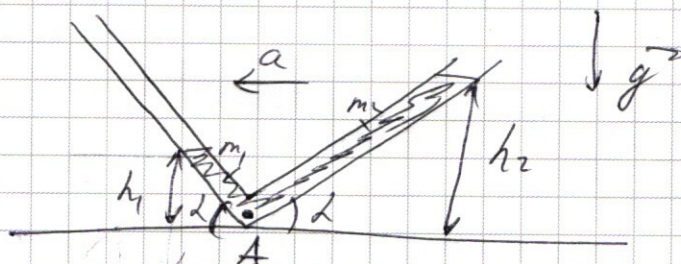
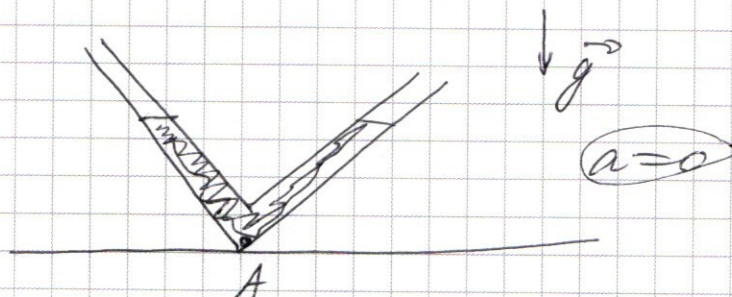
$$\alpha = 45^\circ, g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$h_1 = 8 \text{ см}$$

$$h_2 = 12 \text{ см}$$

1) a - ?

2) v - ?



$$\sum \vec{F} = m\vec{a} - \text{II 3.л.}$$

m_1 - масса воды
в левом колене

m_2 - масса воды
в правом колене.

~~$$S \rho g h_1 + m_1 a = S \rho g h_2 + m_2 a$$~~

$$S \rho g h_1 + \rho S h_1 a = S \rho g h_2 + \rho S h_2 a$$

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

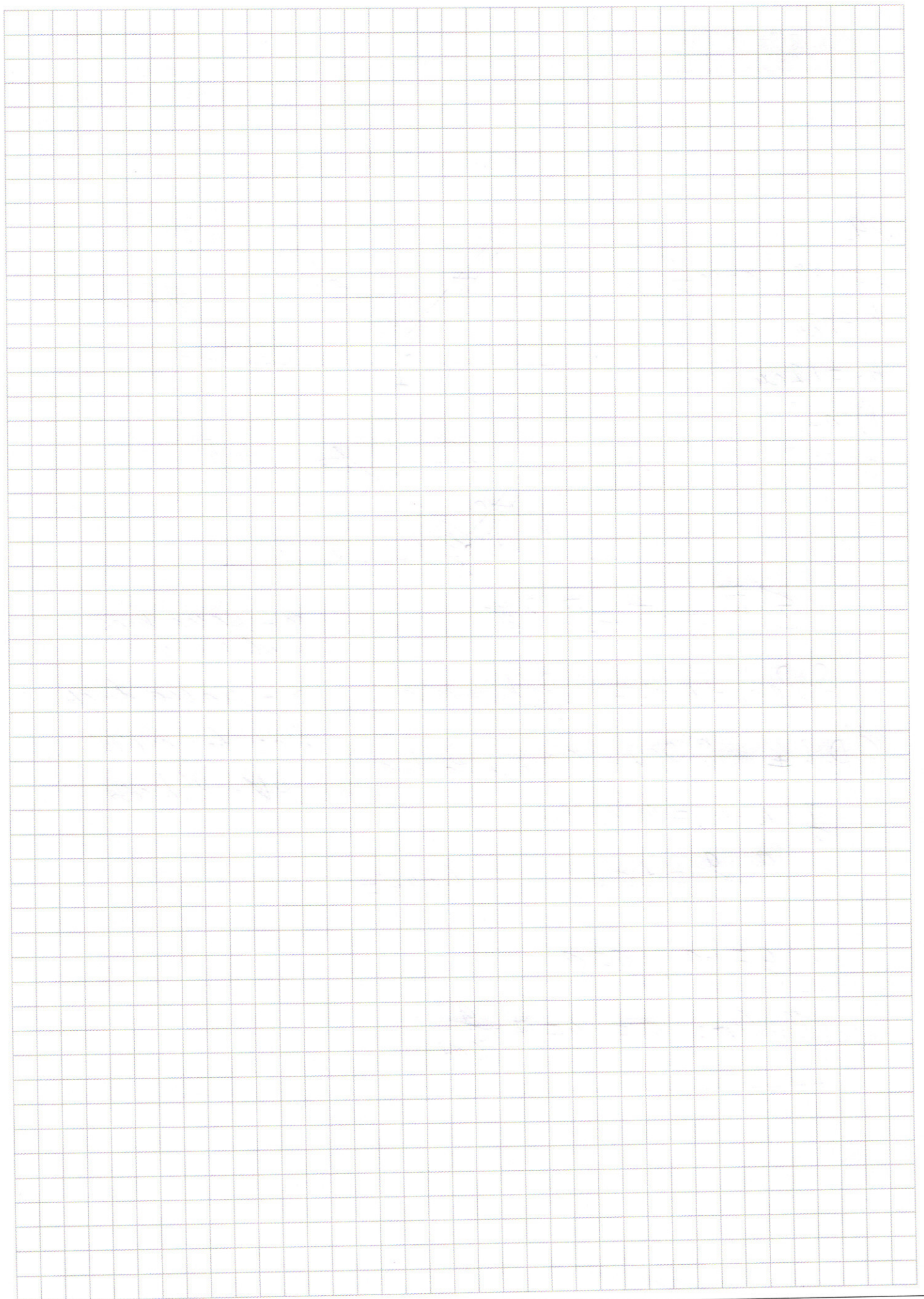
$$m = \rho V = \rho S h \cos \alpha$$

$$\frac{g}{a} = \tan \alpha$$

$$\tan 45^\circ = 1$$

$$g = 1 \cdot a; g = a$$

Ответ: $a = \frac{g}{\tan \alpha}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 2,5 \\ \times 2,5 \\ \hline 125 \\ 50 \\ \hline 6,25 \end{array}$$

$$\sqrt{426^2 g^2 (\sin^2 \alpha + 5,25)}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$f_{max} = \frac{v_0 (\sqrt{\sin^2 \alpha + 5,25} - \sin \alpha)}{g}$$

$$= \frac{8 \left(\sqrt{\frac{3}{4} + 5,25} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{10} \cdot \frac{5}{4} = \frac{1}{2} \frac{M}{C}$$

$$\boxed{1,53}$$

$$\sqrt{\frac{3}{4} + \frac{21}{4}} = \sqrt{\frac{24}{4}} - \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{24} - \sqrt{3}}{2}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 0,185 \\ \hline 0,850 \\ 144 \\ \hline 1,5385 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ \times 1,4 \\ \hline 196 \end{array}$$

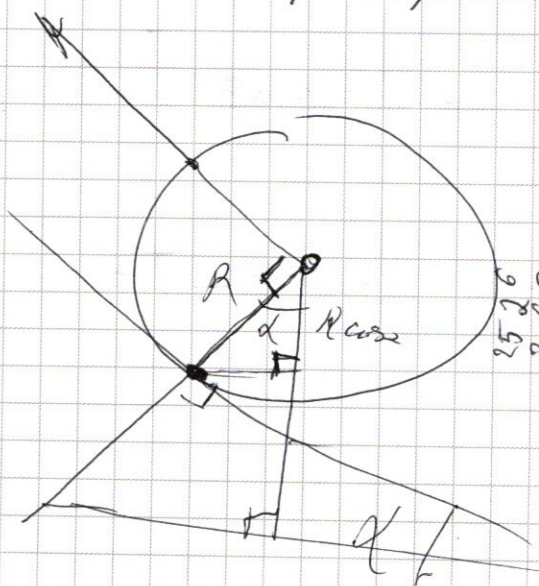
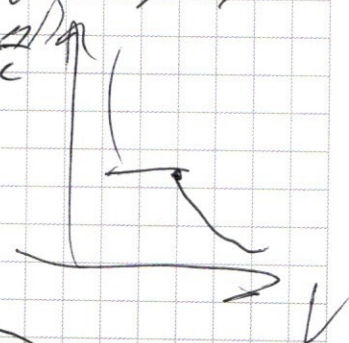
$$\begin{array}{r} 1,7 \\ \times 1,7 \\ \hline 119 \\ 119 \\ \hline 2,89 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,8 \\ \times 1,8 \\ \hline 144 \\ 18 \\ \hline 3,24 \end{array}$$

$$0,4 \cdot 3,3$$

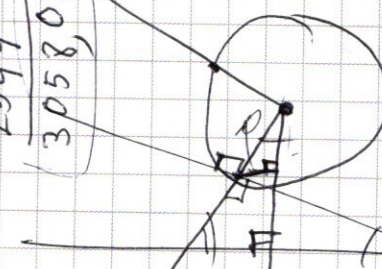
$$\begin{array}{r} 3,3 \\ \times 0,4 \\ \hline 1,32 \end{array}$$

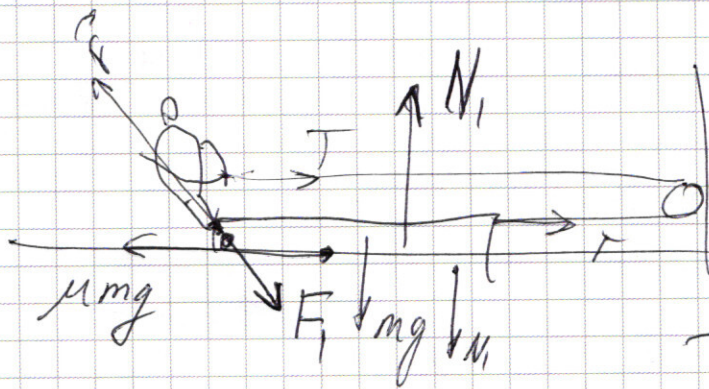
$$13,2 + 4 \cdot \sqrt{3} = 13,2 + 6,8 = 20$$



$$\begin{array}{r} 2526 \\ \times 368 \\ \hline 368 \\ 15264 \\ 75792 \\ \hline 305808 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,32 \\ \times 4 \\ \hline 5,28 \end{array}$$





m
 $M = 5m$
 $\mu, 0.5$
 $\Phi? N_0?$

$$N_1 = mg$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} - \text{УЗ}$$

для блока:

по x:

$$F_x = T$$

по y:

$$F_y = Mg$$

$$F_{y1} = F_y \quad 368 \quad \frac{18}{2}$$

для шара:

по x: по y:

$$N_1 = F_{y1} + mg$$

по x:

$$T + F_x = \mu N_1$$

$$T + F_x = \mu (F_{y1} + mg)$$

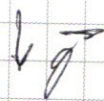
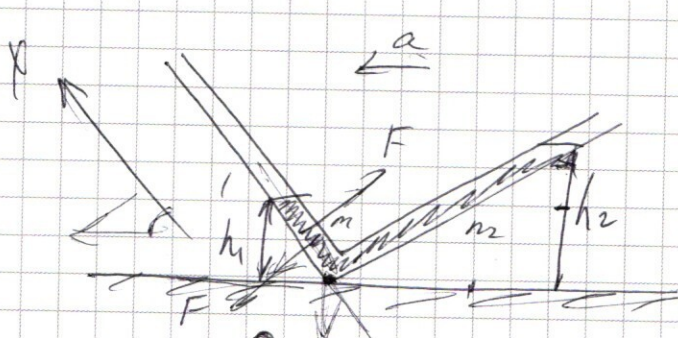
$$N_1 = |N_1| = |N_0| - \text{УЗ}$$

$$N_0 = F_{y1} + mg = Mg + mg = g(5m + m) = 6mg$$

$$T = \mu (F_{y1} + mg) - F_x = \mu (Mg + mg) - T = 6mg\mu - 6mg =$$

$$\begin{array}{r} 0000 \\ 80808 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0000 \\ 15305 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\alpha = 45^\circ$



Φ — площадь ~~трубы~~ трубы.

где t — толщина:

$$m \cos \alpha$$

$$m a \cos \alpha = \rho g h_1 \cos \alpha$$

$$m a = \rho g h_1$$

$$m a = \rho g h_1$$

$$m a = \rho g h_1$$

$$h_1 S \rho a = \rho g h_1$$

$$\frac{a}{g} = S$$

$$m = \rho V \rho = h_1 S \rho$$

$$m = \rho S (h_1 + h_2) \cos \alpha$$

$$\rho g h_1 + \frac{m a}{S} = \rho g h_2$$

$$\rho g h_1 + \frac{h_1 S \rho a}{S} = \rho g h_2$$

$$g h_1 + a h_1 = g h_2$$

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

$$\rho g h_2 - \rho g h_1 = m a$$

$$\cos \alpha \rho g (h_2 - h_1) = \rho S (h_1 + h_2) \cos \alpha a$$

$$\rho g (h_2 - h_1) = (h_1 + h_2) a$$

$$S \rho g h_1 + m a \cos \alpha = \rho g h_2 +$$

$$\rho g h_1$$

$$m a \cos \alpha$$

$$S \rho g h_1 + m a \cos \alpha = \rho g h_2 + \rho g h_1 \cos \alpha$$

$$g h_1 + a h_1 \cos \alpha = h_2 g + a h_2 \cos \alpha$$

$$g (h_1 - h_2) + a \cos \alpha (h_2 - h_1) = 0$$

$$h_2 a \cos \alpha (h_2 - h_1) = g (h_2 - h_1)$$

$$\frac{a}{g} = \frac{h_2 - h_1}{h_2 \cos \alpha} = \tan \alpha$$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

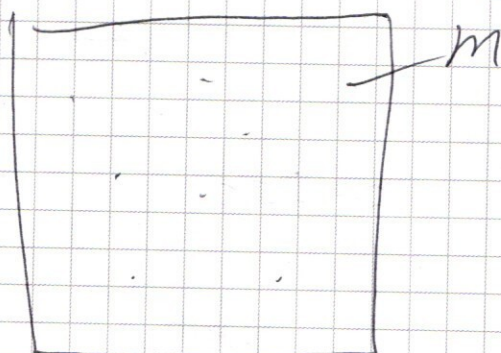
$$\frac{1530000}{4} \cdot \frac{305808}{0,0005}$$

$$\approx 3 \cdot 10^9$$

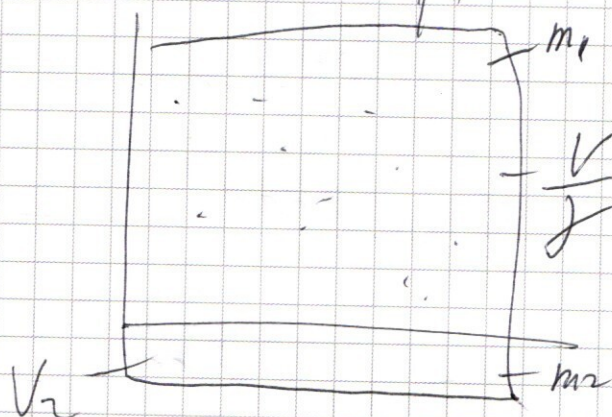
$$V_1 = \frac{V}{2}$$

$$\begin{array}{r} 305808 \\ \times 0,0005 \\ \hline 1529040 \end{array}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{2}} = \frac{1}{2 - 1} = 1$$



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



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{m_1}{\rho_1}}{\frac{m_2}{\rho_2}} = \frac{m_1 \rho_2}{\rho_1 m_2} = \frac{m_1 \rho_2}{\rho_1 m_2}$$

$$p \frac{V}{2} = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{pV\mu}{RT} = \frac{pV\mu}{RT}$$

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

$$m_2 = m - m_1 = \frac{pV\mu}{RT} - \frac{pV\mu}{RT} =$$

$$= \frac{pV\mu}{RT} \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{pV_1}{RT} P_2}{P_1 \frac{pV_1}{RT} \left(1 - \frac{1}{j}\right)} = \frac{\frac{P_2}{j}}{P_1 \left(1 - \frac{1}{j}\right)}$$

$$= \frac{P_2}{P_1 \left(1 - \frac{1}{j}\right) j} = \frac{P_2}{P_1 (j-1)} = \frac{P_2}{P_1 (j-1)}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = 0,0005 = \frac{5}{10000} = \frac{1}{2000}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 2000$$

$$\begin{array}{r} 670 \\ \times 3 \\ \hline 2010 \end{array}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{2000}{j-1} = \frac{2000}{3} \approx 670$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ \times 580 \\ \hline 4060 \\ 1740 \\ \hline 2146,0 \end{array}$$

$$2000 \mid 3,7$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \boxed{540} \\ \times 3,7 \\ \hline 3780 \\ 1520 \\ \hline 1998,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 600 \\ \times 3,7 \\ \hline 4200 \\ 1800 \\ \hline 2220,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20.000 \\ - 185 \\ \hline 19815 \\ - 128 \\ \hline 19687 \end{array} \quad \begin{array}{r} 37 \\ \hline 540 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 540 \\ \hline 3280 \\ 1620 \\ \hline 1998,0 \end{array}$$