

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 10-01

Класс 10

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

1. Камень бросают с вышки со скоростью $V_0 = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. В полете камень все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью $2,5V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.
- 2) Найти время полета камня.
- 3) Найти горизонтальное смещение камня за время полета.

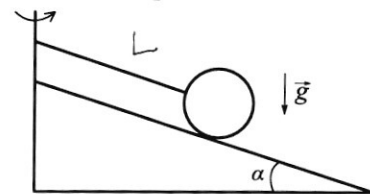
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 $M = 5m$. 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 F_0 надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

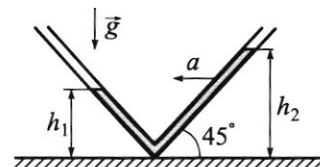
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.



- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, 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 уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.

- 1) Найдите ускорение a трубки.
- 2) С какой максимальной скоростью V будет двигаться жидкость относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет»)?



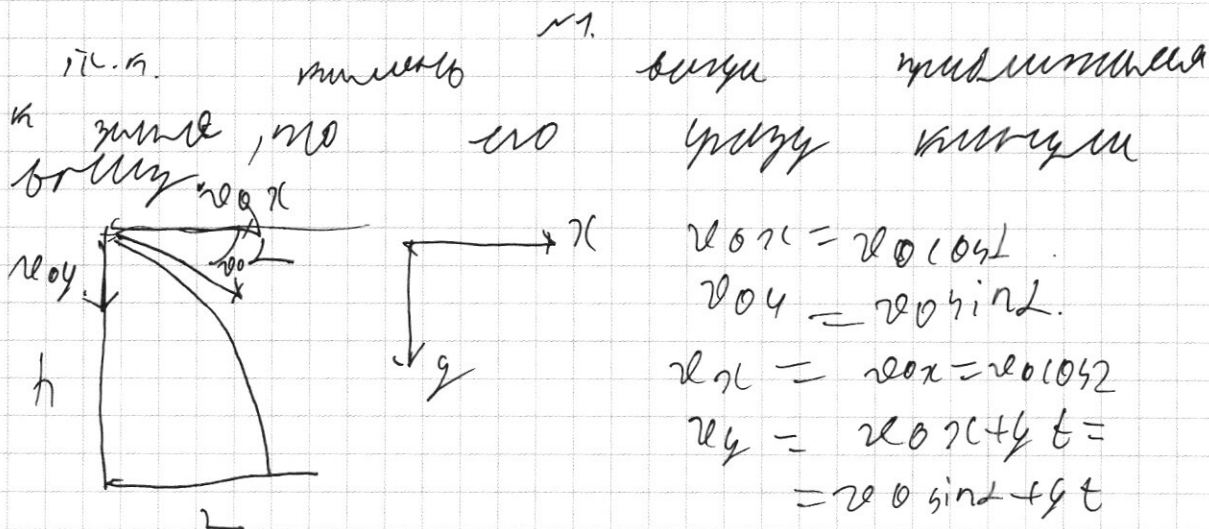
Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.

5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95°C и давлении $P = 8,5 \cdot 10^4$ 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 $\gamma = 4,7$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Найти: время полета $t_{\text{пол}}$, горизонтальное расстояние x .

$$v_{ky} = v_{0y} = v_0 \sin \alpha \Rightarrow v_{ky} = \sqrt{(2,5 \cdot 10)^2 - (v_0 \cos \alpha)^2}$$

$$= 10 \sqrt{6,25 - 10^2} = 10 \sqrt{6,25 - 1} = 10 \sqrt{5,25} = 10 \sqrt{21} \approx 19,6 \text{ м/с}$$

Итак: $v_{ky} = v_{0y} + g t_{\text{пол}}$

$$t_{\text{пол}} = \frac{v_{ky} - v_{0y}}{g} = \frac{10 \sqrt{21} - v_0 \sin \alpha}{10}$$

$$= 0,8 (\sqrt{21} - \sqrt{3}) = 0,4 (2\sqrt{21} - \sqrt{3}) \approx 0,453 (2\sqrt{21} - 1) \approx 0,4 \cdot 1,75 \cdot 1,25 = 1,74 \text{ с}$$

Найти: время $t_{\text{пол}}$ по горизонтальной составляющей.

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \Rightarrow t_{\text{пол}} = 0,1 \cdot 1,274 = 1,274 \text{ с}$$

$$= 4 \cdot 1,274 = 5,096 \text{ м}$$

Ответ: 1) 1,274 с 2) 1,274 с 3) 5,096 м.



20
√5

1) Запишем уравнение состояния.

$pV = \nu RT$, где p - давление
паров; V - объем паров; ν - кол-во

молекул; R - универсальная газовая постоянная; T - температура паров.

$pV = \frac{m}{M} RT$, где m - масса пара; M - молярная масса

$pV = \frac{\rho_{\text{пар}} V}{M} RT$, где $\rho_{\text{пар}}$ - плотность пара

$p = \frac{\rho_{\text{пар}}}{M} RT$

$$\rho_{\text{пар}} = \frac{p \cdot M}{RT} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18}{8,3 \cdot 366} =$$

$$= \frac{1530 \cdot 10^3}{3054} \cdot 21 \text{ м}^3 \approx 0,521 \text{ м}^3$$

$$\frac{\rho_{\text{пар}}}{\rho} = \frac{0,521 \text{ м}^3}{11 \text{ м}^3} = 0,5$$

2) Пусть пусть изначальный объем V .
После того как паровый объем $\frac{V}{2}$ уменьшится

вдвое, то температура $\Rightarrow$ если бы было
только пар и в объеме $\frac{V}{2}$ считалось
было бы изотермическим процессом.

$(V - \frac{V}{2})$ паров, т.е. то же количество
паров в объеме $(V - \frac{V}{2})$ паров, т.е. те

же паров. Отсюда следует, что
 $\frac{V}{2}$ паров. Это значит, что

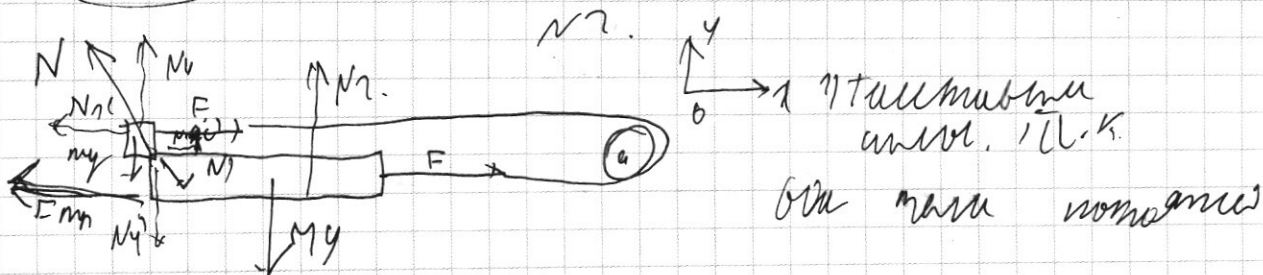
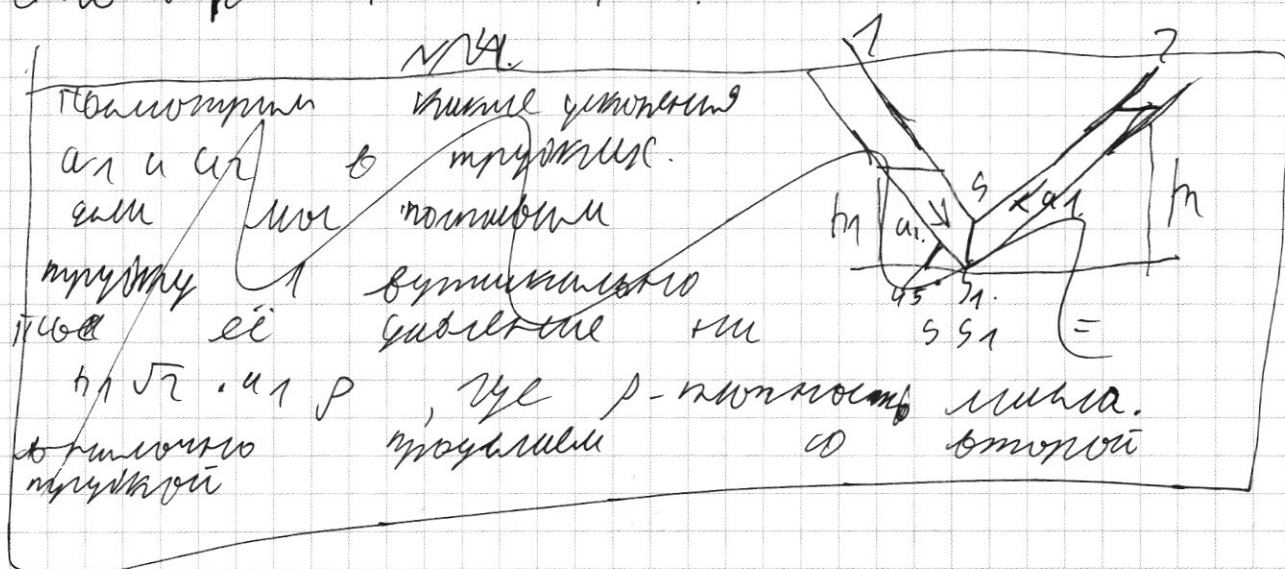
$$K = \frac{\frac{V}{2}}{(V - \frac{V}{2}) \frac{\rho_{\text{пар}}}{\rho}} = \frac{\frac{V}{2} \rho}{(V - \frac{V}{2}) \rho_{\text{пар}}} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \frac{\frac{v\rho}{\gamma}}{\left(\frac{v\gamma-v}{\gamma}\right)\rho_{\text{жидк}}} = \frac{v\rho}{(v\gamma-v)\rho_{\text{жидк}}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{жидк}}} \cdot \frac{1}{\gamma-1}$$

$$\approx 2 \cdot \frac{1}{3,7} = \frac{2}{3,7} \approx 0,54$$

Ответ: 1) 0,5 2) 0,54.



Второй закон Ньютона:

$$\sum F = 0 \Rightarrow N_y - m_y = 0; \quad N_y' + M_y - N_2 = 0$$

Итак, тогда по 3-му закону $\vec{N} = \vec{N}' \Rightarrow M_y = N_y'$

$$N_2 = N_y' + M_y = N_y + M_y = m_y + M_y = (m + M)y = 6 \text{ тн}$$

2) в момент времени t_0 блок находится в состоянии покоя. Сила трения $F_{тр} = \mu N$.
 Значит $N = F$.

Значит $F = 0$, $F \neq N$, $F_{тр} = 0$, $N = N_1$, $N_1 = N$.

$$F + N_1 - F_{тр} = 0.$$

$$F + F_{тр} = 0.$$

$$F_{тр} = 2F$$

$$F = \frac{F_{тр}}{2} = \frac{\mu N_1}{2} = \frac{\mu 6 \text{ мН}}{2} = \boxed{3 \text{ мН}}$$

3) $F = 6 \text{ мН}$

$$F = 6 \text{ мН}$$

3) теперь сила F больше, чем сила трения. Блок будет двигаться. Сила трения $F_{тр} = \mu N$.
 Значит $N = F$.

Значит $F = 6 \text{ мН}$, $N = 6 \text{ мН}$, $F_{тр} = \mu N = 3 \text{ мН}$.

$$R = F + N_1 - F_{тр} = 2F - F_{тр} = 2 \cdot 6 \text{ мН} - 3 \text{ мН} = 9 \text{ мН}$$

$$a = \frac{R}{m} = \frac{9 \text{ мН}}{6 \text{ мН}} = 1.5 \text{ м/с}^2$$

$$v = at$$

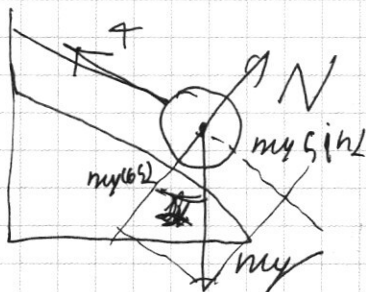
$$v = 1.5 \cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{1.5}$$

Значит $v = 1.5 \cdot t$, $t = \frac{v}{1.5}$

$$v = a \cdot t = \sqrt{2s \cdot a} = \sqrt{2 \cdot 25 \cdot 1.5} = \sqrt{75} = 8.66 \text{ м/с}$$

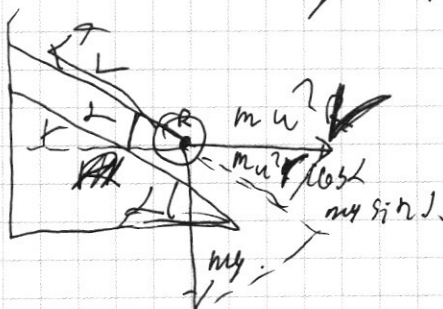
Ответ: 1) 6 мН; 2) 3 мН; 3) $\sqrt{75} \text{ м/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

[illegible]

$$\boxed{T = mgsin \alpha}$$

2) кровь активно циркулирует и из нее
не берется, би. кровь размножается
то новое, при этом уже
проявляется упрощение ина

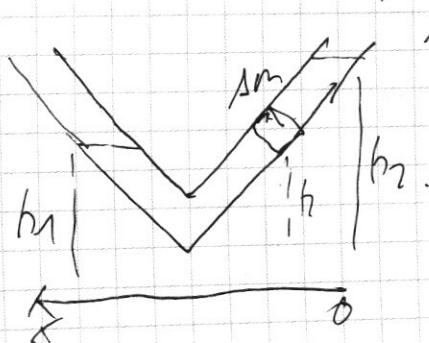


$$T = m g \sin \theta + m u^2 \cos^2 \theta$$

$$T = (L+R) \cos \theta \Rightarrow T = m g \sin \theta + m u^2 \cos^2 \theta =$$

$$= m g \sin \theta + u^2 \cos^2 \theta = \boxed{m (g \sin \theta + u^2 \cos^2 \theta)}$$

Ans: 1) $y \sin L$; 2) $m(y \sin L + u^2(1 - \sin^2 L))$



1) Показатель для функции
инной Δn ~~на~~ ~~разности~~
увеличении n ~~на~~ ~~разности~~ $=$
 $= p_y(h_2 - h_1) - p_y(h_1 - h_1) =$
 $= p_y(h_2 - h_1)$

Из 0 x 7mL израсходовано

$$\rho g (h_2 - h_1) \cos 45^\circ = \Delta m \frac{a}{s}$$
~~$$\rho g (h_2 - h_1) \cos 45^\circ \cdot \frac{s}{5} = \Delta m a$$~~

↓ мин время для минуса Δ .

$$\rho g (h_2 - h_1) \cos 45^\circ = \frac{\rho g h_2}{5}, \text{ где } s \text{ — неизвестно}$$

$$\rho g (h_2 - h_1) \cos 45^\circ = \rho (h_1 + h_2) a.$$

$$a = \frac{\rho g \cos 45^\circ (h_2 - h_1)}{h_1 + h_2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{4}{20} =$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10 \cdot \frac{1}{5} = \sqrt{2} \text{ м/с}^2 \approx \boxed{1,41 \text{ м/с}^2}$$

2) Переносом в а. отменили аббревиатуру

до тех пор пока уровень
не сравняется с уровнем
свободной поверхности воды.
когда они сравняются,

то давление на поверхности
→ тех же воды будет равным

давлению воды в
первом б. 2.

$$\frac{\rho v_0^2}{2} + \rho g h_1 + p = \rho g h_2$$

$$\frac{\rho v_0^2}{2} + \rho g \frac{h_1 + 3h_2}{4} = \frac{\rho v_{\text{max}}^2}{2} + \rho g \frac{3h_1 + h_2}{4}$$

так как $v_0 = 0 \Rightarrow$

~~$$\rho g (h_1 + 3h_2) = \rho v_{\text{max}}^2 + \rho g (3h_1 + h_2)$$~~

$$\Rightarrow \rho g (h_1 + 3h_2) = \rho v_{\text{max}}^2 + \rho g (3h_1 + h_2)$$

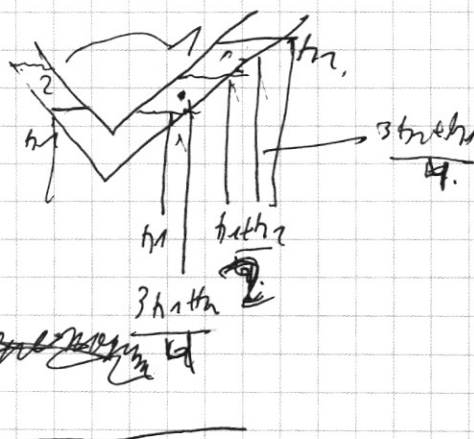
$$2 \rho g h_2 = \rho v_{\text{max}}^2 + 2 \rho g h_1$$

$$v_{\text{max}}^2 = g (h_2 - h_1) = \frac{40 \text{ м}^2}{\text{с}^2}$$

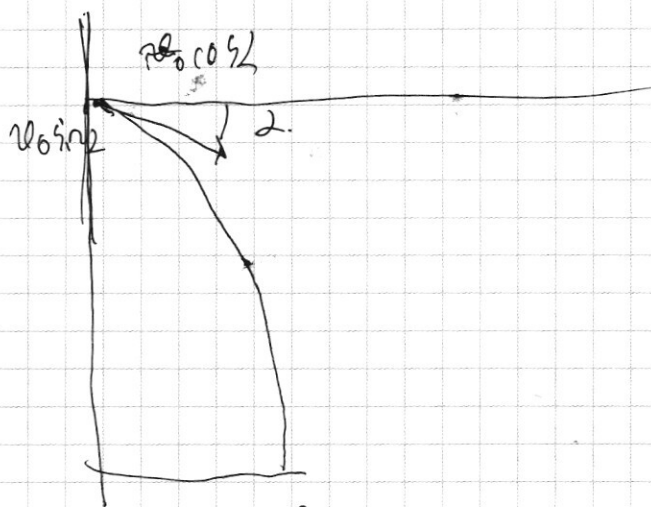
$$v_{\text{max}} = \sqrt{g (h_2 - h_1)} = \sqrt{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,12 \text{ м} - 0,08 \text{ м})} =$$

$$= 0,251 \text{ м/с} = \boxed{0,63 \text{ м/с}}$$

ответ: 1) 1,41 м/с²; 2) 0,63 м/с



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{array}{r} 2,82 \\ \times 1,75 \\ \hline 1410 \\ 494 \\ 282 \\ \hline 4,9350 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,125 \\ \times 4,2 \\ \hline 4,725 \\ 4,725 \\ \hline 1,125 \\ \hline 4,9350 \end{array}$$

$$(v_0 \cos \alpha)^2 + (v_0 \sin \alpha \cdot t)^2 = (1,5 v_0)^2$$

$$v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot t^2 + 2 v_0 \sin \alpha \cdot t = 6,25 v_0^2$$

$$t^2 + 2 \sin \alpha \cdot t = 6,25$$

$$\sqrt{6,25 v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha} = v_0 \sqrt{6,25 - 1} = v_0 \sqrt{5}$$

$$v_0 \sqrt{5} = v_0 \sin 60^\circ \cdot t + 1,5 v_0$$

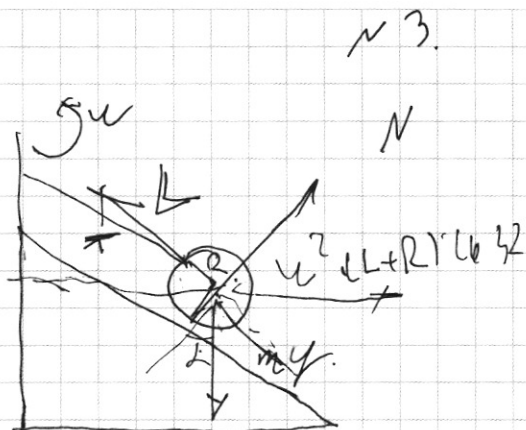
$$v_0 \sqrt{5} = v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot t + 1,5 v_0$$

$$v_0 \sqrt{5} = v_0 + \frac{10,7}{\sqrt{3}} t$$

$$t = \frac{v_0 (\sqrt{5} - 1) \sqrt{3}}{10,7}$$

$$\begin{array}{r} 4,9350 \\ \times 0,4 \\ \hline 1,9740 \\ 4,9350 \\ \hline 1,9740 \\ \hline 1,9740 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,125 \\ \times 5,696 \\ \hline 6,408 \\ 1,125 \\ \hline 6,408 \\ \hline 6,408 \end{array}$$

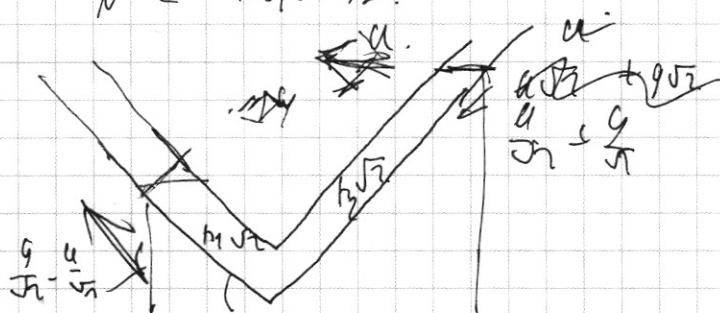


$$\begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 0 \\ 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9 \\ 9 \\ \hline 0 \\ 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9 \\ 9 \\ \hline 0 \\ 9 \end{array}$$

2,2

$$T = mg \sin \alpha$$

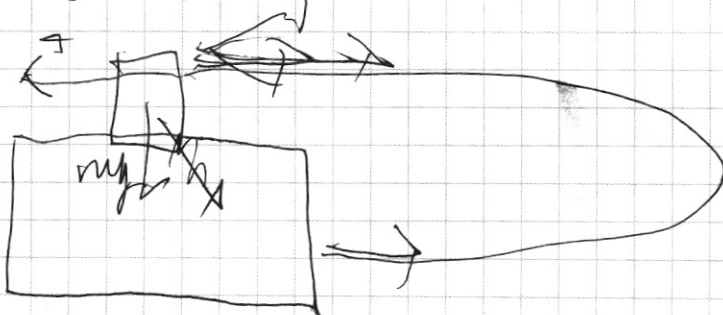
$$N = mg \cos \alpha$$



$$\begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 0 \\ 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9 \\ 9 \\ \hline 0 \\ 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9 \\ 9 \\ \hline 0 \\ 9 \end{array}$$

$$P \left(\frac{a}{h} + \frac{g}{h} \right) h \sin \alpha = h \sin \alpha \left(\frac{a}{h} + \frac{g}{h} \right)$$

$$(a + g) h \sin \alpha = h \sin \alpha (a + g)$$



2,2

$$\begin{array}{r} 5 \\ 2 \\ 9 \\ 0 \\ 6 \\ 4 \\ \hline 5 \\ 2 \\ 9 \\ 0 \\ 6 \\ 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ 2 \\ 9 \\ 0 \\ 6 \\ 4 \\ \hline 5 \\ 2 \\ 9 \\ 0 \\ 6 \\ 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 8 \\ 2 \\ \hline 6 \\ 8 \\ 2 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$pV = \sqrt{RT}$$

$$pV =$$

$$pV = \frac{m}{M} \cdot RT$$

$$pV = \frac{\nu R}{M} RT$$

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

$$p = m \cdot k \cdot$$

$$\frac{p \cdot M}{m \cdot k}$$

$$U = \sqrt{RT}$$

$$\frac{pM}{m \cdot k}$$

$$18$$

$$18,5$$

$$18,5$$

$$144$$

$$153,0$$

$$368$$

$$18,5$$

$$1104$$

$$1444$$

$$3054,4$$

$$200 \quad | \quad 3,2$$

$$5$$

$$0,65$$

$$200 \quad | \quad 3,2$$

$$185$$

$$0,540$$

$$150$$

$$148$$

$$20$$

$$2M$$

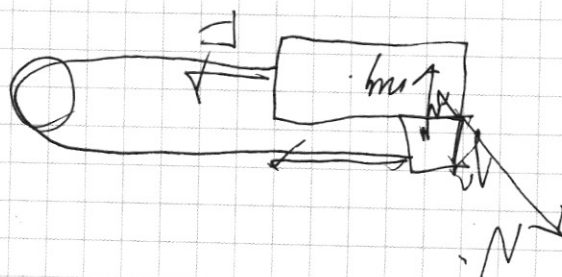
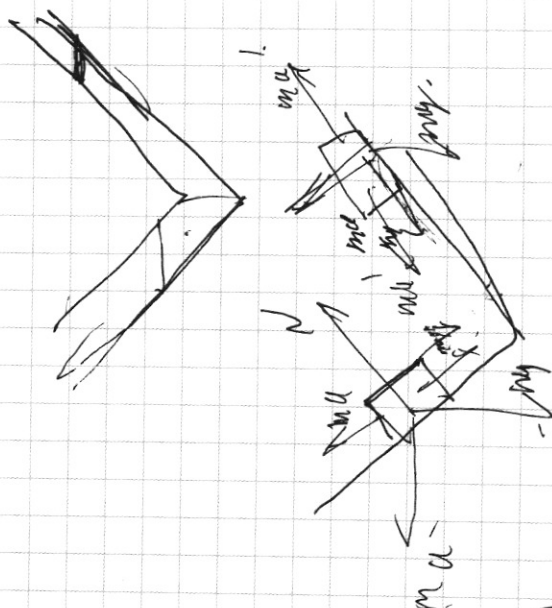
$$+ 48$$

$$368$$

$$18,5$$

$$1830$$

$u \leftarrow u'$



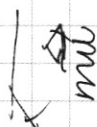
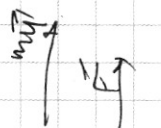
$$m_1 - m_2 =$$

$$m_1 - m_2 = m_1$$

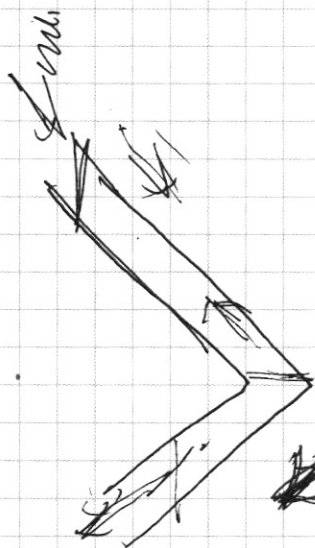
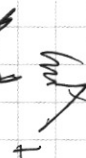
$$m_1' = m_1 + m_2$$

$$m_1 - F - m_2$$

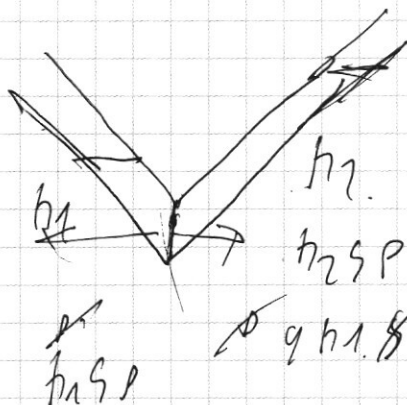
$$m_1 =$$



$$F + m_2 = m_1$$



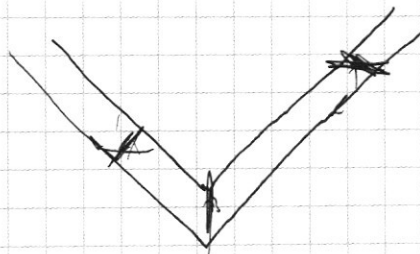
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$q h_1 = \rho a h_2$$

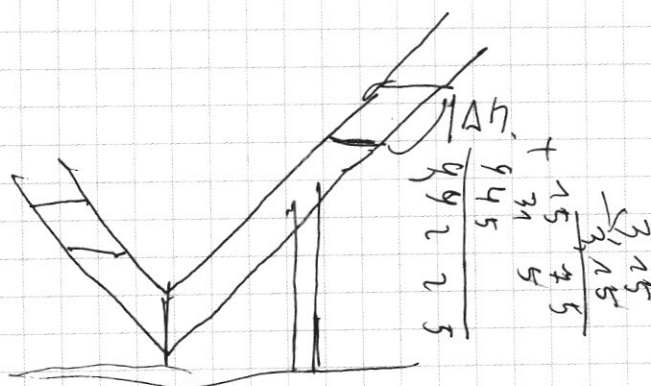
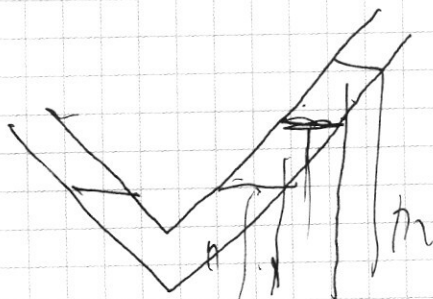
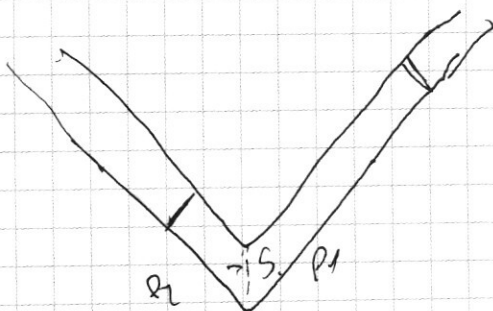
$$\rho h_2 =$$

$$q h_1 = a h_2$$



$$\frac{q h_1}{2} + \rho h_2 = \text{const}$$

$$q \left(\frac{h_1 + h_2}{4} \right) - \rho \left(\frac{h_1 + h_2}{4} \right) = \frac{h_1 + h_2}{2}$$



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

$$\frac{h_1 + 3h_2}{4}$$

