

Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 10

Вариант 10-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без

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 $2V_0$.

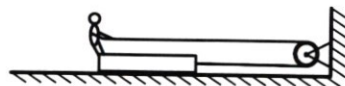
1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.

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?

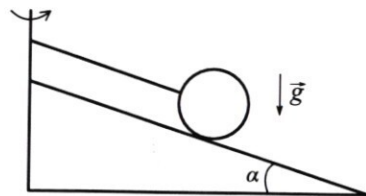
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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.

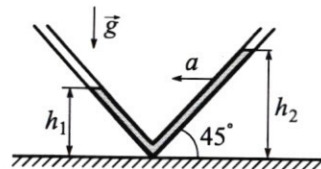


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

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

$t = 27^\circ\text{C}$ $P = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$\rho = 1,21 \text{ кг/м}^3$ $\gamma = 5,6$

$V_{\text{но}} = \frac{V_n \cdot R \cdot T}{P}$ $V_{\text{лк}} = \frac{V_n R T}{P}$

$V_l = \frac{m_l}{\rho_l}$ $\rho_l = 600 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{л}} = \frac{m_{\text{л}} - m_{\text{л+в}}}{M}$

$m_b = m_{\text{л}} - m_{\text{л+в}}$

$V_{\text{но}} = \frac{(m_{\text{л}} - m_{\text{л+в}}) \cdot R \cdot T}{P \cdot M} \cdot V_{\text{но}} - V_{\text{лк}}$

$m_b = \frac{(V_{\text{но}} - V_{\text{лк}}) \cdot P \cdot M}{R T}$

$V_l = \frac{P M P (V_{\text{но}} - V_{\text{лк}})}{R T}$

$V_n = V_{\text{лк}}$

$\rho_{\text{л}} = 600$

$\frac{\rho_n}{\rho_b} = 825$

$27,6 \cdot 3,55$

$80,39$

$0,803$

$8,31$

$27,6 \cdot 3,55$

$9,0804$

121
 1165
 450
 355
 7105
 711

684
 635
 54

355 | 231
 3324 | $0,4271$
 -2260
 1662
 598
 -581 = const
 -1630

165
 900

$20 \cdot 8,31$
 $1,46 \cdot 3,55$

$P V = \frac{m}{M} \cdot R T$

$P = \frac{P R T}{M}$

$2,3129$
 $27,6$

121
 1165
 450
 355
 7105
 711

684
 635
 54

355 | 231
 3324 | $0,4271$
 -2260
 1662
 598
 -581 = const
 -1630

165
 900

$20 \cdot 8,31$
 $1,46 \cdot 3,55$

$P V = \frac{m}{M} \cdot R T$

$P = \frac{P R T}{M}$

$2,3129$
 $27,6$

121
 1165
 450
 355
 7105
 711

684
 635
 54

355 | 231
 3324 | $0,4271$
 -2260
 1662
 598
 -581 = const
 -1630

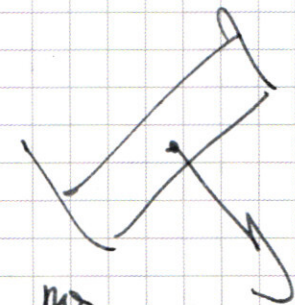
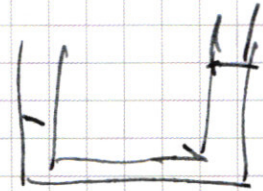
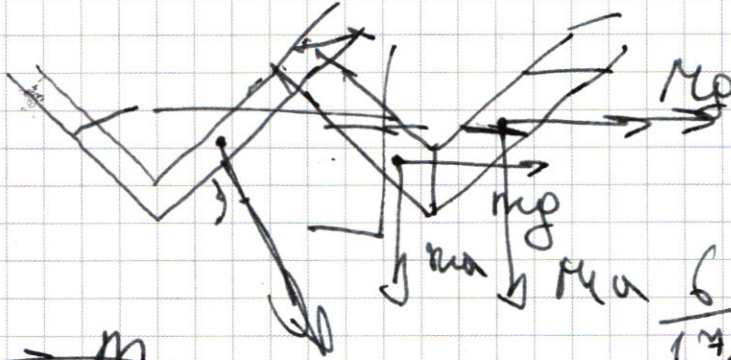
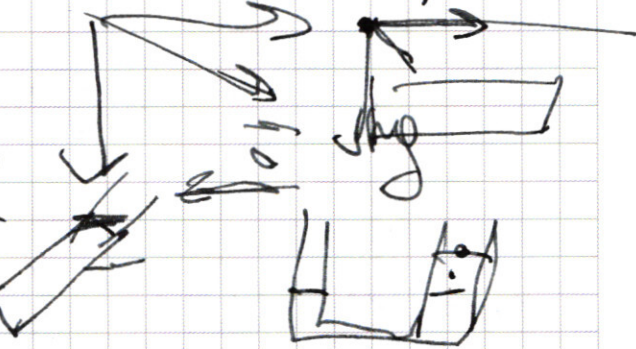
165
 900

$20 \cdot 8,31$
 $1,46 \cdot 3,55$

4.

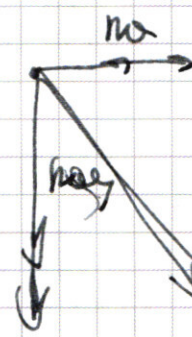
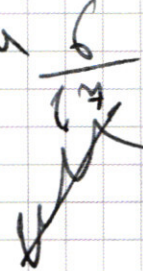
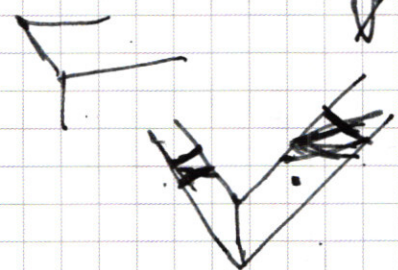
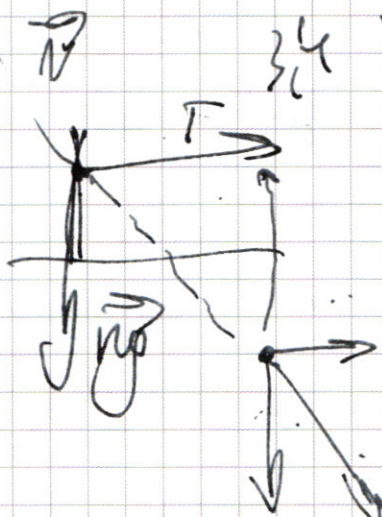
$$g \cdot l^2 = v_0^2 / (1 + 4 - 2)$$

$P =$



$a = m.$

$m = F$



$$m_1 g h_1 + m_2 g h_2$$

$$\frac{60}{51} \cdot \frac{17}{35} = \frac{40}{3} = 2$$



(заполняется секретарем)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание №5

$P = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Па}$; $t = 27^\circ\text{C}$ (температура пара), M - молярная масса
 $t = \text{const}$ (условие изотермического процесса);
1) Найти: $\frac{\rho_p}{\rho}$ (где ρ_p - плотность пара (поверхности)).

Решение:

П.к. пар изначално насыщенный, и температура не меняется, и процесс происходит медленно $\Rightarrow$ плотность пара (всегда насыщенного) не изменяется. П.к. плотность пара зависит от температуры и его насыщенности.
 $\Rightarrow P = \text{const}$.

Выразим массу воды (испарившейся за время эксперимента):

$m_v = m_{p0} - m_{p1}$ (где m_v - масса воды, m_{p0} - начальная масса пара, m_{p1} - конечная масса пара) (реш 2 условия)

П.к. дана плотность воды, чтобы найти отношение плотностей пара и воды, нужно найти плотность пара: по уравнению Менделеева - Клапейрона:

Задание № 4

$\alpha = 45^\circ$; $h_1 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$; h_2 ; $a = 4 \text{ м/с}^2$

1) найти h_2 - ?

Решение:

перейдем в ИСО, связанную с пружиной $\Rightarrow$
 п.к. при условии масло в пружине не
 движется, ко. эту (масло, пружина)
 систему действует только силы
 тяжести, реакции и инерции $\Rightarrow$

$\Rightarrow$
 F_i - сила инерции
 а значит ускорение

$a = 4 \text{ м/с}^2$

F_i действует на

масло $\Rightarrow$ п.к. F_i не

сменяется по направлению, равновесие

сдвигается роствитивно, если уровень

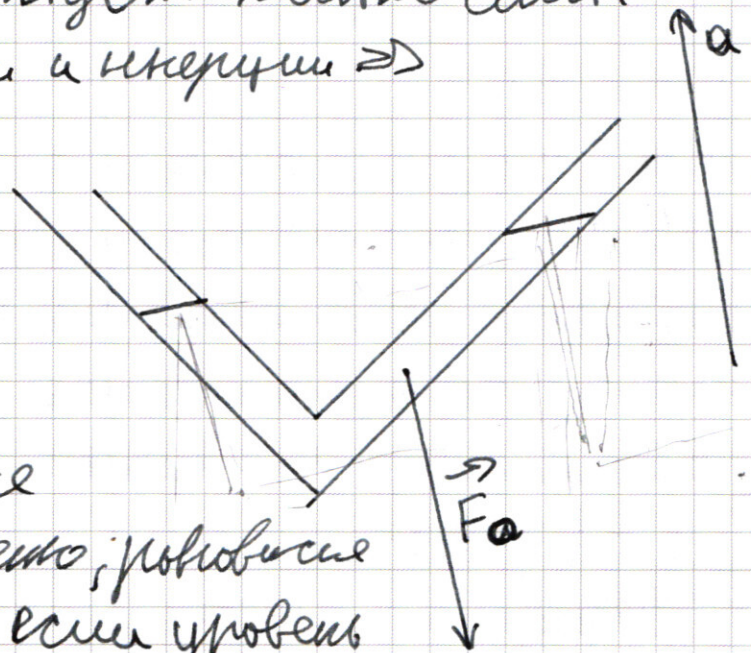
возв. в пруж. в масле пружина движется ртвн

относительно силы F_0 , то есть нулев

(где F_0 - вектор равнодействующей F_i и mg)
 $\angle \beta$ - угол между F_i и вертикалью
 (острый) $\Rightarrow \angle \beta = \frac{F_i}{mg} \Rightarrow$ протации

h_1 и h_2 по ось a / $a \parallel F_0$ падает $\Rightarrow$

$h_{a1} = h_1 \cdot \cos \beta$; $h_{a2} = h_2 \cdot \cos \beta \Rightarrow$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5 (Продолжение)

$P \cdot V_{\text{пар}} = \frac{m_{\text{пар}}}{M} \cdot R \cdot t$ (где $V_{\text{пар}}$ - объем пара во время проверки экскрементов; $m_{\text{пар}}$ - масса пара во время экскрементов; R - газовое постоянное; $\Rightarrow$

$$P = \frac{m_{\text{пар}}}{V_{\text{пар}} \cdot M} \cdot R \cdot t \quad \left(\frac{m_{\text{пар}}}{V_{\text{пар}}} = \rho_{\text{пар}} \right) \Rightarrow$$

$$P = \frac{\rho_{\text{пар}} \cdot R \cdot t}{M} \Rightarrow \rho_{\text{пар}} = \frac{P \cdot M}{R \cdot t}; \Rightarrow$$

$$\rho_{\text{пар}} = \frac{P_{\text{пар}}}{P} = \frac{P \cdot M}{P \cdot R \cdot t}$$

$$\frac{P_{\text{пар}}}{P} = \frac{(3,55 \cdot 10^3)(18 \cdot 10^{-3})}{(10^3) \cdot 8,31 \cdot (300)} \quad (\text{все значения в системе СИ})$$

$$(M = 18 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; P = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}; t = 27^\circ\text{C} \rightarrow t = (27 + 273)\text{K})$$

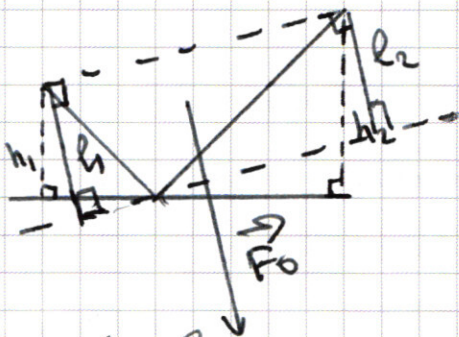
$$\frac{P_{\text{пар}}}{P} = \frac{3,55 \cdot 18}{10^3 \cdot 8,31 \cdot 3} \approx 0,4271 \cdot 10^{-5} \approx 4,271 \cdot 10^{-6}$$

Ответ1: Отношение плотностей пара и воды соответственно равно $4,271 \cdot 10^{-6}$.

2) Найти отношение объема пара к объему воды:

Задача 1-2 ч / (Продолжение 1)

логарифмический и тригонометрический геометрический
рисунки и формулы в тетради:



полюс равновесия рассматриваемое при $l_1 = l_2 \Rightarrow$
 $\angle(F_0; m_p) = \beta \Rightarrow$

$$\frac{l_1}{\cos(\alpha - \beta)} = \frac{h_1}{\cos \alpha} = \frac{l_2}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{h_2}{\cos \alpha} \Rightarrow$$

и. к. $l_1 = l_2 \Rightarrow$

$$\frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos(\alpha - \beta)} = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow h_2 = h_1 \cdot \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)}$$

$$\cos \beta = \frac{m_p}{F_0} = \frac{m_p g}{\sqrt{F_0^2 + m_p^2 g^2}} \Rightarrow$$

$$h_2 = h_1 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{\cos \frac{m_p g}{\sqrt{F_0^2 + m_p^2 g^2}}}{\cos \alpha} + \sin \alpha \cdot \frac{m_p g}{\sqrt{F_0^2 + m_p^2 g^2}}$$

$$\cos \alpha \cdot \cos \frac{m_p g}{\sqrt{F_0^2 + m_p^2 g^2}} - \sin \alpha \cdot \frac{m_p g}{\sqrt{F_0^2 + m_p^2 g^2}}$$

$$\Rightarrow h_2 = 0,01 \cdot \frac{2\sqrt{2} \cdot \frac{10}{\sqrt{116}} + 2\sqrt{2} \cdot \frac{10}{\sqrt{116}}}{2\sqrt{2} \cdot \frac{10}{\sqrt{116}} - 2\sqrt{2} \cdot \frac{10}{\sqrt{116}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5 (Продолжение 2)

м.к. уже писали ранее $m_b = m_{n0} - m_{n1}$

м.к. ~~тогда~~ ^{так} всегда частицы $\Rightarrow$ для него справедливо уравнение Менделеева-Клайперона:

$P \cdot V_{n0} = \frac{m_{n0}}{\mu} \cdot R \cdot t$ (где V_{n0} и m_{n0} - объем и масса пара изначально соответственно)

$P \cdot V_{n1} = \frac{m_{n1}}{\mu} \cdot R \cdot t$ (где V_{n1} и m_{n1} - объем и масса пара в конце соответственно) $\Rightarrow$

вычтем из первого уравнение второе:

$$P(V_{n0} - V_{n1}) = \frac{(m_{n0} - m_{n1}) \cdot R \cdot t}{\mu} \Rightarrow \text{м.к. } (m_{n0} - m_{n1} = m_b) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow : m_b = \frac{P(V_{n0} - V_{n1}) \cdot \mu}{R \cdot t}; \text{ по уравнению}$$

~~Менделеева - Клайперона:~~

~~$$V_{n0} = \frac{m_{n0} \cdot R \cdot t}{\mu} \Rightarrow$$~~

$$V_b = \frac{P(V_{n0} - V_{n1}) \cdot \mu}{R \cdot t \cdot P}; \Rightarrow \text{м.к. } V_{n1} = \frac{V_{n0}}{\gamma} (\text{по усм.}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_b = \frac{P \cdot (1 - \frac{1}{\gamma}) \cdot V_{n0} \cdot \mu}{R \cdot t \cdot P}; \text{ м.к. } V_n = V_{n0} \cdot \frac{1}{\gamma} \Rightarrow$$

Задача 1.04 (Буроминский 2:

$$h_2 = 0,01 \cdot \frac{\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}}}{\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}}}$$

$$h_2 = 0,01 \cdot \frac{\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}}}{\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}}}$$

$$h_2 = 0,01 \cdot \left(\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}} \right)^2$$

$$\left(\cos \frac{10}{\sqrt{116}} - i \sin \frac{10}{\sqrt{116}} \right) \left(\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}} \right)$$

$$h_2 = 0,01 \cdot \frac{1 + 2 \cos \frac{10}{\sqrt{116}} \cdot i \sin \frac{10}{\sqrt{116}}}{\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}}}$$

$$\cos^2 \frac{10}{\sqrt{116}} - \sin^2 \frac{10}{\sqrt{116}} \Rightarrow$$

$$h_2 = 0,01 \cdot \frac{1 + i \sin \frac{20}{\sqrt{116}}}{\cos \frac{10}{\sqrt{116}} + i \sin \frac{10}{\sqrt{116}}}$$

$$\cos \frac{20}{\sqrt{116}}$$

$$\cos \angle \beta = \frac{mp}{\sqrt{ma^2 + mp^2}} = \frac{q}{\sqrt{a^2 + q^2}} \Rightarrow$$

$$\sin \angle \beta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + q^2}} \Rightarrow$$

$$m \cdot h_1 \cdot h_2 = h_1 \cdot \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} \Rightarrow$$

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta}; \alpha = 45^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_2 = h_1 \cdot \frac{q}{a^2 + q^2} \cdot \frac{a}{a^2 + q^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5 (Эксперимент 3)
Отношение объёмов газа и температуры соответственно
равно $(\frac{V_n}{V_0})$:

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{\cancel{V_0} \cdot \frac{1}{\gamma}}{\frac{P \cdot V_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \cdot M}{R \cdot t \cdot p}};$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{R \cdot t \cdot p}{P \cdot M \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \cdot V}$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{R \cdot t \cdot p}{P \cdot M (\gamma - 1)}$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{(8,31) \cdot (300) \cdot (10^3)}{(3,55 \cdot 10^5) \cdot (18 \cdot 10^{-3}) \cdot (5,6 - 1)}$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{8,31 \cdot 3 \cdot 10^3}{3,55 \cdot 18 \cdot 4,6} \approx 0,0804 \cdot 10^3 = 80,4$$

Ответ: отношение объёмов газа и температуры соответственно - 80,4
Ответ (одн.): 1) : $4,241 \cdot 10^{-5}$; 2) : 80,4.

Задача № 4 (Промислене 3): $\Rightarrow$

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{\frac{g}{\sqrt{a^2+g^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2+g^2}}}{\frac{g}{\sqrt{a^2+g^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2+g^2}}} \Rightarrow$$

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{g+a}{g-a}$$

$$h_2 = 0,01 \cdot \frac{10+4}{10-4} = \frac{7}{3} \cdot 10^{-2} (\text{м.})$$

Ответ(4): высота h_2 равна $\frac{7}{3} \cdot 10^{-2} (\text{м.}) \Rightarrow$

$h_2 \approx 23,3) \text{ см.}$

2) после изрезкования ускорение
ямы и массы 3С 7 равны:

$\Delta E_n = \Delta E_k \Rightarrow$ (где E_n и E_k - энергия потенциальная
и энергия кинетическая) $\Rightarrow$

$E_{n1} = m_1 g h_1 + m_2 g h_2$; где m_1, m_2 - массы
массы в левом и правом колесе соотв.

$$E_k = \frac{(m_1 + m_2) \cdot v^2}{2}$$

$$E_{k2} = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) \Rightarrow$$

$$m_k \cdot \Delta E_n = E_{n2} - E_{n1} \Rightarrow \Delta E_n = g(m_1 h_1 + m_2 h_2 - \frac{(m_1 + m_2)(h_1 + h_2)}{2})$$

$$\Rightarrow \Delta E_n = g(m_1 h_1 + m_2 h_2 - \frac{m_1 h_1}{2} - \frac{m_2 h_2}{2} - \frac{m_1 h_2}{2} - \frac{m_2 h_1}{2})$$

$$\Delta E_n = g \left(\frac{m_1 h_1 + m_2 h_2 - m_2 h_1 - m_1 h_2}{2} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 4 (Продолжение 4):

$$\Delta E_n = \rho \left(\frac{m_1(h_1 - h_2) - m_2(h_1 - h_2)}{2} \right)$$

$$\Delta E_n = \frac{\rho}{2} \cdot (m_1 - m_2)(h_1 - h_2) \Rightarrow$$

$$\Delta E_k = \frac{(m_1 + m_2) \cdot v^2}{2} \quad (\text{где } v - \text{скорость истечения}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(m_1 + m_2) \cdot v^2}{2} = \frac{\rho}{2} \cdot (m_1 - m_2) \cdot (h_1 - h_2)$$

$$v^2 = \frac{(m_1 - m_2)(h_1 - h_2) \cdot \rho}{m_1 + m_2}$$

м. к. масса - const $\Rightarrow m_1 = h_1 \cdot S_0 \cdot \rho$

$m_2 = h_2 \cdot S_0 \cdot \rho \Rightarrow$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{S_0 \cdot \rho (h_1 - h_2) \cdot (h_1 - h_2)}{S_0 \cdot \rho (h_1 + h_2)}$$

$$v^2 = \frac{(h_1 - h_2)^2}{h_1 + h_2}$$

$$v = \sqrt{\frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}}$$

$$v = \frac{\frac{40}{3} - 60}{\sqrt{\frac{40}{3} + 60}} = \frac{\frac{40 - 180}{3}}{\sqrt{\frac{40 + 180}{3}}} = \frac{4}{\sqrt{3}} = \frac{4}{3} \sqrt{3} \text{ (см/с)}$$

Задача 4 (Задание 5)

Ответ 2):

$$v = \frac{4\sqrt{3}}{3} \approx \frac{4}{1,7} \approx 2,35 \text{ (м/с)} \approx 2,35 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Ответ 2) в скорости потока $2,35 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$

Ответ: ось y : 1): $23,6 \text{ см}$ 2): $2,35 \text{ (м/с)}$

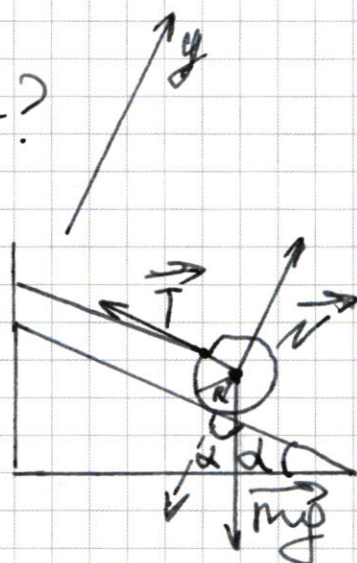
Задача:

α, m, R, L

1) (сила давления шара на клин) - ?

Решение:

Рассмотрим силы, действующие на шар: где N - сила реакции клина, T - сила упругости пружины:



по III закону Ньютона:

$$|\vec{P}| = |\vec{N}| \Rightarrow N - \text{искомая сила} \Rightarrow$$

Рассмотрим II закон Ньютона для оси Oy :

$$N \cdot \sin \alpha - mg = m \cdot 0 \Rightarrow$$

$$N = \frac{mg}{\sin \alpha} \Rightarrow P = \frac{mg}{\sin \alpha} \Rightarrow$$

Ответ 1): сила давления шара равна $P = \frac{mg}{\sin \alpha}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) ω - угловая скорость.

3) P - полная сила

на P - ?

III 3-й закон Ньютона:
 $P = N \Rightarrow N$ - реакция

упругости $\Rightarrow$

Рассмотрим II 3-й закон Ньютона для Ox и Oy :

$$Ox: -T \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha = -m \cdot a \quad (\text{равноускоренное движение}) \Rightarrow$$

$$Oy: -mg + N \cdot \cos \alpha + T \cdot \sin \alpha = 0 \cdot m \Rightarrow$$

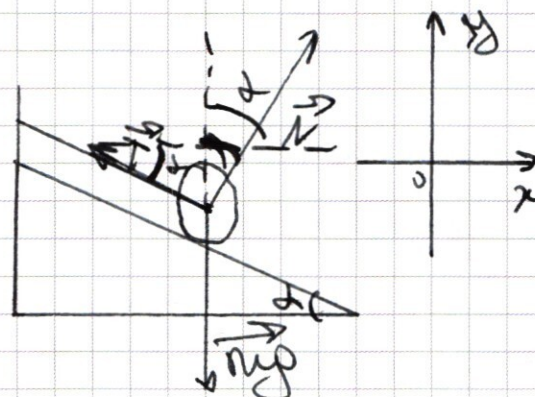
$$T = \frac{mg - N \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \Rightarrow$$

$$Ox: \left(\frac{-mg + N \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha = -m \cdot a$$

$$\frac{N \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} - mg \cdot \cos \alpha + N \cdot \sin \alpha = -ma$$

$$N \left(\frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\sin \alpha} \right) - mg \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = ma \cdot (-1)$$

$$\frac{N}{\sin \alpha} = m \left(\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} + a \right) \Rightarrow$$



Задача 3 (Продолжение 1):

$$\Rightarrow N = m \cdot \cos \alpha \cdot g$$

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

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

a - нормальное (центростремительное) ускорение $\Rightarrow$

$$a = \frac{v^2}{(R+L) \cdot \cos \alpha} \quad \text{где } v - \text{ скорость шара,}$$

$(R+L) \cdot \cos \alpha$ - расстояние до центра масс.

$$\text{т.к. } v = \omega \cdot R \Rightarrow$$

$$a = \omega^2 \cdot (R+L) \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

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

$$\text{т.к. } N = P \Rightarrow$$

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

Ответ 2): сила давления при вращении
потом: $P = m \cdot \cos \alpha (g - \omega^2(R+L) \cdot \sin \alpha)$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

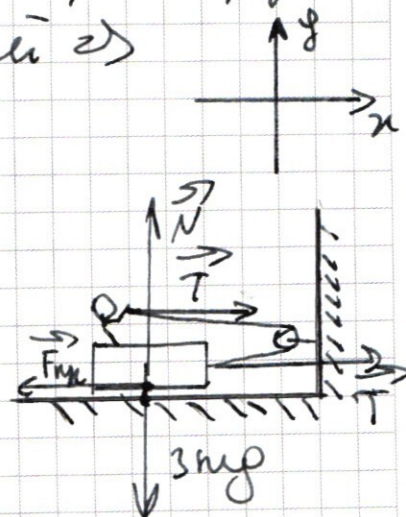
Задание № 2

$S, m, M = 2m, \mu$

1) т.к. упругие нити действуют по системе из человека и ящика только горизонтально в вертикальной оси действуют только сила тяжести и сила нормальной реакции опоры (пола) $\Rightarrow$ По II закону Ньютона для вертикальной оси:
$$+(m+M)g = N \Rightarrow N = 3mg$$

Ответ 1): вес ящика и человека во время движения равен $3mg$.

2) По III закону Ньютона сила упругости нити равна силе, которую прикладывает человек к ней $\Rightarrow$ распишем силы на рисунке: силы рассставлены для человека и ящика, как системы $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ где T - сила упругости нити, $F_{тр}$ - сила трения



Задача 122 (Продолжение 1)

Рассмотрим II 3-х флюидов для горизонтальной оси

Ох: $T \cdot 2 - F_{\text{тр}} = m \cdot 0$ (ускорение равно 0, ускорит сила T - минимально) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{F_{\text{тр}}}{2} \Rightarrow$$

т.к. $F_{\text{тр}} = \mu N \Rightarrow$ т.к. $N = 3 \text{ мн} \Rightarrow$

$$F_{\text{тр}} = 3 \text{ мн} \Rightarrow T = \frac{3 \text{ мн}}{2} \Rightarrow$$

Ответ 2): минимальное усилие человека для сдвига равно $\frac{3 \text{ мн}}{2}$.

3) $F/F > T \Rightarrow$ система движется ~~пер~~ равноускоренно $\Rightarrow \vec{F} \uparrow \vec{T} \uparrow F > T \Rightarrow$:

По II 3-му флюиду:

$$a = \frac{F \cdot 2 - F_{\text{тр}}}{m} \Rightarrow$$

$$a = \frac{2F - 3 \text{ мн}}{m} \Rightarrow$$

Запишем уравнение движения для системы:

$$\vec{S} = \vec{0} + \frac{\vec{a}_x t^2}{2} \Rightarrow \text{для Ох:}$$

$$S_x = \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow (a_x = a) \Rightarrow$$

$$S_x = \left(\frac{2F - 3 \text{ мн}}{m} \right) \cdot \frac{t^2}{2} \Rightarrow$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 2 (Продолжение 2):

$$t^2 = \frac{2mS}{2F - 3\mu mg} \Rightarrow$$

$$t = \sqrt{\frac{2mS}{2F - 3\mu mg}}$$

Ответ: 3) время полета: $t = \sqrt{\frac{2mS}{2F - 3\mu mg}}$

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

Задача 1):

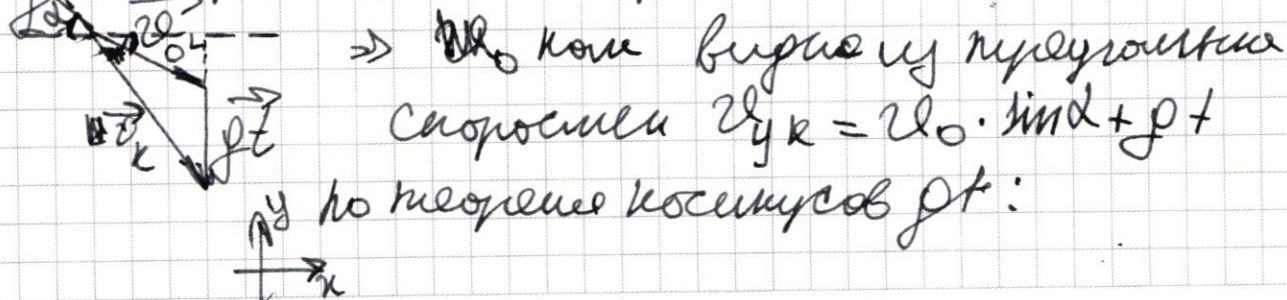
П.к. камня всегда увеличивается $\Rightarrow$ её бросим
вниз и вверх:

$v_0 = v_{окс}$; $\alpha = 30^\circ$ $v_k = 2v_0$, где
 v_k — конечная скорость.

1) v_{yk} — ?

Как рассчитать предельную скорость?

Решим задачу в конце полета:



$$|p+|^2 = v_0^2 + 4v_0^2 - 2 \cdot \cos \beta \cdot v_0 \cdot 2v, \text{ где } \beta = \angle(v_0; v_k)$$

по теореме Пифагора:

$$(v_{0x})^2 + (v_{0y} + p+)^2 = v_k^2 \Rightarrow$$

$$v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha + (v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + p^2 + 2pt \cdot v_0 \cdot \sin \alpha) = 4v_0^2$$

$$v_0^2 / 4 - \cos^2 \alpha$$

$$4v_0^2 - v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha - v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2pt \cdot v_0 \cdot \sin \alpha = p^2 + 2$$

$$4v_0^2 - v_0^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) - 2pt \cdot v_0 \cdot \sin \alpha = p^2 + 2$$

$$3v_0^2 - 2pt \cdot v_0 \cdot \sin \alpha - p^2 + 2 = 0$$

$$t^2 p^2 + 2pt \cdot v_0 \cdot \sin \alpha - 3v_0^2 = 0$$

$$D_1 = p^2 \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 3 \cdot v_0^2 \cdot p^2 = (3 + \sin^2 \alpha) \cdot p^2 \cdot v_0^2$$

$$t_{1,2} = \frac{-p v_0 \cdot \sin \alpha \pm \sqrt{p^2 \cdot v_0^2 \cdot (3 + \sin^2 \alpha)}}{p^2}$$

$$t = p v_0 \cdot \frac{\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha}{p^2} \Rightarrow$$

$$v_{ky} = p \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \Rightarrow$$

$$v_{ky} = g^2 \cdot v_0 \cdot (\sqrt{3 + \sin^2 \alpha} - \sin \alpha)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1 (Упрощенная)

$$v_{ky} = \cancel{p^2 \cdot v_0 \cdot (\sqrt{3 + \cancel{1128}} - \cancel{1128})} \Rightarrow$$

$$v_{ky} = 100 \cdot 10 \cdot (\sqrt{3 + \frac{1}{4}} - \frac{1}{2}) =$$

$$= 10^3 \cdot (\frac{\sqrt{13}}{2} - \frac{1}{2}) = 10^3 \cdot (\frac{\sqrt{13} - 1}{2})$$

По теореме косинусов:

$$p^2 + t^2 = v_0^2 (1 + 4 - 4 \cdot \cos \beta)$$

по теореме косинусов:

$$v_0^2 + v_0^2 = v_0^2 + p^2 + t^2 - 2 \cdot \cos(\frac{90^\circ + \alpha}{2}) \cdot v_0 \cdot p + 2 \cdot \cos(\frac{90^\circ + \alpha}{2}) \cdot v_0 \cdot t$$

$$3v_0^2 - p^2 - t^2 + 2 \cdot \cos(90^\circ + \alpha) \cdot v_0 \cdot p + 2 \cdot \cos(90^\circ + \alpha) \cdot v_0 \cdot t = 0$$

$$p^2 + t^2 - (2 + \cos 120^\circ \cdot v_0 \cdot p) t - 3v_0^2 = 0$$

$$D_1 = \cos^2 120^\circ \cdot v_0^2 \cdot p^2 + 3 \cdot v_0^2 \cdot p^2 =$$

$$= (3 + \cos^2 120^\circ) \cdot v_0^2 \cdot p^2$$

$$t = \frac{\cos 120^\circ \cdot v_0 \cdot p + \sqrt{3 + \cos^2 120^\circ}}{2}$$

$$\Rightarrow t = \frac{-\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10 + \sqrt{10^2 \cdot 3 + \frac{1}{4}}}{10^2}; t = \frac{\sqrt{13} - 1}{2}$$

В корректном решении
каждый ответ по 2

Ответ 2): время погребения фото $\frac{\sqrt{13}-1}{2}$.

Перемещение и 1 год:

$$v_{yk} = v_{y0} + \rho t$$

$$v_{yk} = v_0 \cdot \sin \alpha + \rho \cdot \frac{\sqrt{13}-1}{2}$$

$$v_{yk} = 10 \cdot \frac{1}{2} + 10 \cdot \frac{\sqrt{13}-1}{2}$$

$$v_{yk} = 5 + 5\sqrt{13} > 5$$

$$v_{yk} = 5\sqrt{13}$$

Ответ 1): Вертикальная составляющая
конечной скорости равна $5\sqrt{13}$

3) По формуле уравнения
по вертикали:

$$S_y = \frac{v_{ky}^2 - v_0^2}{2\rho}$$

$$S_y = h \Rightarrow h = \frac{(5\sqrt{13})^2 - 10^2}{2 \cdot 10}$$

$$= \frac{345 - 100}{20} = \frac{245}{20} = 12,25 \text{ м.}$$

Ответ 3) высота скачка равна 12,25 м.

Ответ: а) 1) $5\sqrt{13}$; 2) $\frac{\sqrt{13}-1}{2}$; 3) 12,25 м.