

Олимпиада «Физтех» по физике, 10 класс

Вариант 10-01

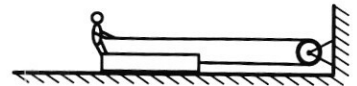
Класс 10

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

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.

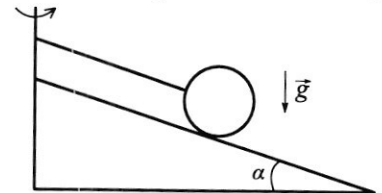
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в 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 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.

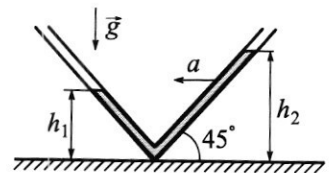
- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



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

Дано:

$$V_0 = 8 \frac{м}{с}$$

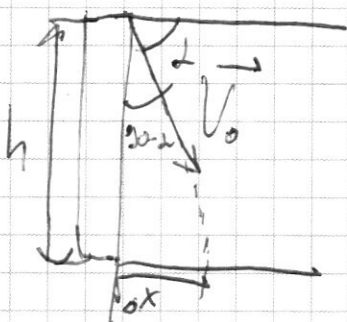
$$\alpha = 60^\circ$$

$$V_k = 2,5 V_0$$

1) $V_k = ?$

2) $t = ?$

3) $\Delta x = ?$



$$16,8 = V_0 \sin \alpha t + g t^2$$

$$16,8 = 4\sqrt{3} t + 5 t^2$$

$$t = 1,28 \text{ с}$$

$$2) V_k = V_0 \sin \alpha + g t$$

$$V_k = 4\sqrt{3} + 12,8 \approx 10,8 \frac{м}{с}$$

$$3) \Delta x = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$\Delta x = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,28 = 5,12 \text{ м}$$

Решение:

$$1) h = \frac{V_k^2 - V_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{6,25 V_0^2 - V_0^2}{2g} = \frac{5,25 V_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{5,25 \cdot 64}{20} = 16,8 \text{ м}$$

$$5 t^2 + 4\sqrt{3} t - 16,8 = 0$$

$$\frac{D}{4} = 12 + 5 \cdot 16,8 =$$

$$= 12 + 84 = 96 \approx$$

$$\approx 9,8^2$$

$$t = \frac{-2\sqrt{3} \pm \sqrt{98}}{5}$$

$$t \approx \frac{-3,4 + 9,8}{5} =$$

$$= 1,28 \text{ с}$$

$$t \approx \frac{-3,4 - 9,8}{5} =$$

$\approx -2,64$ - не
корреспондирует условию
задачи

Ответ: 1) $V_k = 10,8 \frac{м}{с}$; 2) $t = 1,28 \text{ с}$; 3) $\Delta x = 5,12 \text{ м}$

№ 2

Дано:

$$S; m; \mu;$$

$$F; g$$

$$\mu = 5m$$

- 1) P_1 - ?
- 2) F_0 - ?
- 3) V - ?

можем:

$$\begin{cases} P_1 = P_4 + P_9 \\ P_4 = mg \\ P_9 = 5mg \end{cases} \Rightarrow P_1 = mg + 5mg = 6mg$$

2) П.ч. человек упирается в лед, но ~~не~~ сила с которой он будет тянуть лед будет равной силе, с которой он упирается. П.ч. эта сила будет быть минимально:

$$2F_0 = 6mg$$

$$F_0 = 3mg$$

3) $(F > F_0)$ сл-но:

$$2F = 6mg + 6ma$$

$$a = \frac{2F - 6mg}{6m}$$

$$S = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow V = \sqrt{2aS} = \sqrt{\frac{2F - 6mg}{3m} S}$$

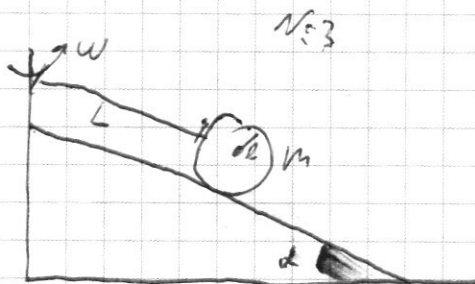
Ответ: 1) $P_1 = 6mg$; 2) $F_0 = 3mg$; 3) $V = \sqrt{\frac{2F - 6mg}{3m} S}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Draw:

m; R.L; L; w

1) $T_0 = ?$ 2) $T_B = ?$



1) $T_c = \sin L g m$

$$2) T_B = T_A + a_g \cdot m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_g = \frac{V^2}{(R+L)} \\ V = \omega(R+L) \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow T_B = \sin \alpha \cdot m + \omega^2 (R + L)$$

Требования к тем группам масс шире
находить в их среде в силу однородности.

Orbital: $T_a = \sin \alpha \cdot g_m$; $T_b = \sin \alpha \cdot g_m + \omega^2 (R + l)$

Nº 5

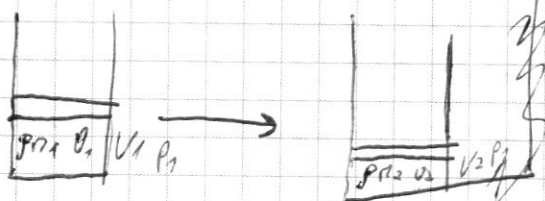
Дано:

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

$$x = 4.7$$

$$P = 85000 \text{ A}$$

$$1) \frac{p_{n_1}}{p_{n_2}} \quad 2) \frac{V_{n_1}}{V_{n_2}}$$



Решение:

$$1) R_{\text{eff}} = \sqrt{RT}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \quad \rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$V_1 = \frac{pV}{RT} \quad V_1 =$$

$$\frac{m}{M} = \frac{pV}{RT} \Rightarrow p_{H_2} = \frac{p_{H_2} \cdot V}{RT} = \frac{908 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 368} \approx 0,95 \text{ bar} = 0,0005 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{p_{H_2}}{p} = \frac{0,005}{1} = \frac{5}{10000} = \frac{1}{2000}$$

2) $pV_1 = \nu RT$ $pV_2 = \nu RT$ Т.е. процесс изотермический:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu RT \\ p_2 \frac{V_1}{\gamma} = \nu RT \end{cases} \Rightarrow \gamma = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{\gamma}$$

V_c (моль сконцентрированного раствора)

$$V_c = V_1 - V_2 = V_1 - \frac{V_1}{\gamma} = \frac{\gamma V_1 - V_1}{\gamma}$$

$$V_c = \frac{3,7 V_1}{4,7}$$

$$V_c = \frac{m}{\rho} = \frac{V_c \cdot \mu}{\rho} = \frac{3,7 V_1 \mu}{\rho \cdot 4,7}$$

$$V_{H_2} = \frac{\nu RT}{p_1} = \frac{V_1}{\gamma} = \frac{\nu RT}{\gamma p_1}$$

$$\frac{V_{H_2}}{V_c} = \frac{\frac{\nu RT}{\gamma p_1}}{\frac{3,7 V_1 \mu}{4,7 \rho}} = \frac{RT \cdot 4,7 \rho}{\gamma p_1 \cdot 3,7 \mu} = \frac{8,31 \cdot 368 \cdot 4,7 \cdot 1000}{4,7 \cdot 85000 \cdot 3,7 \cdot 0,018}$$

$$= \frac{3058,08}{183000 \cdot 3,7} = \frac{1}{53,7} = \frac{1}{18,5} = \frac{2}{37}$$

$$= \frac{RT \rho}{3,7 p_1 \mu} = \frac{8,31 \cdot 368 \cdot 1000}{3,7 \cdot 85000 \cdot 0,018} = \frac{20000}{37}$$

Ответ: 1) $\frac{p_1}{p_2} = 2000$; 2) $\frac{V_{H_2}}{V_c} = \frac{20000}{37}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

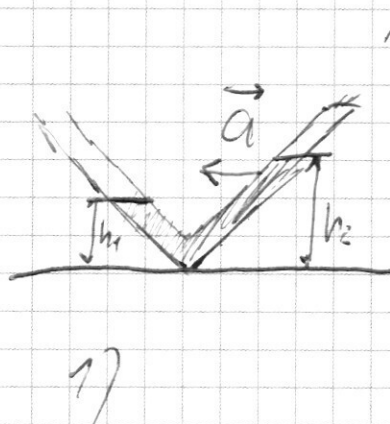
$$h_1 = 8 \text{ см}$$

$$h_2 = 12 \text{ см}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

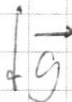
1) a - ?

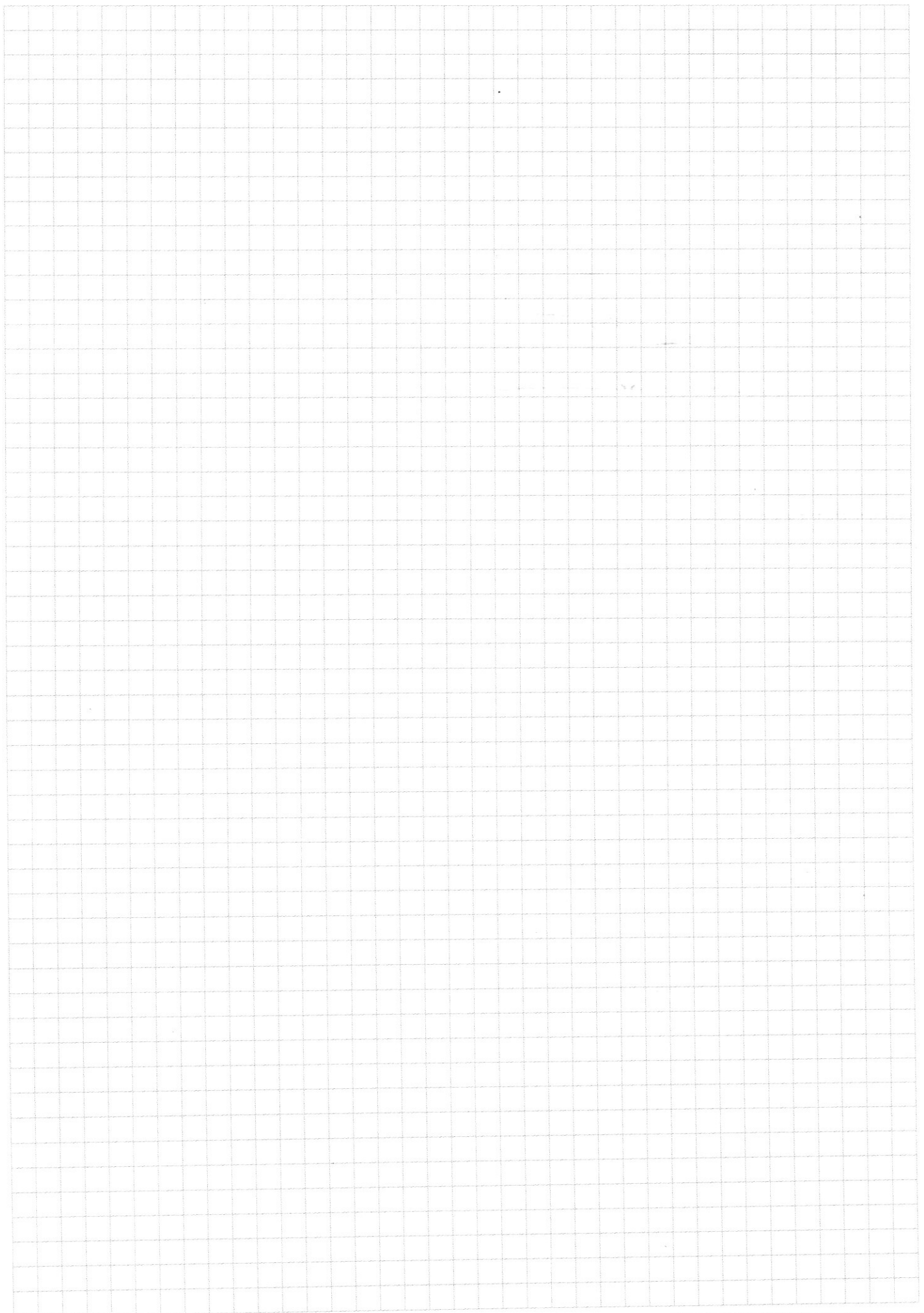
2) v - ?



№9

Решение:





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

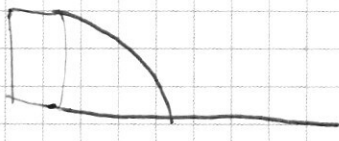
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$mgh \pm \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{2} = \frac{V_x^2 m}{2}$$

$$h = \frac{6,25 V_0^2 - V_x^2}{20}$$

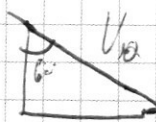
$$V_x = \sqrt{\frac{336 + 16}{352}} \approx 18,8 \frac{m}{s}$$

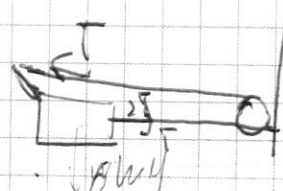
$$h = \frac{5,25 V_0^2}{20} = \frac{32 \cdot 5,25}{10} = 16,8 m$$


$$\alpha = 60^\circ$$

$$V_0 = 2,5 V_0$$

$$mgh \pm \frac{V_0^2 m}{2} = \frac{(2,5 V_0)^2 m}{2}$$

$$h = \frac{6,25 V_0^2 - V_0^2}{20}$$


$$V_0$$


$$18,75$$

$$18,75$$

$$9375$$

$$13125$$

$$15000$$

$$1875$$

$$3505125$$

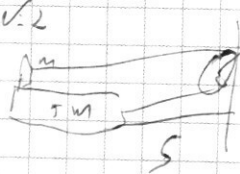
$$S$$

$$m$$

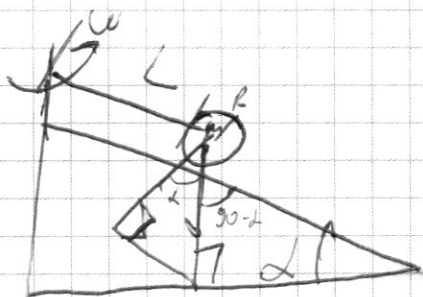
$$M = 5m$$

$$\mu$$

$$3) 2F = 5m\mu \sin \alpha$$

$$\alpha =$$


$$1) (m_1 g) 2) 3m\mu = F_0$$



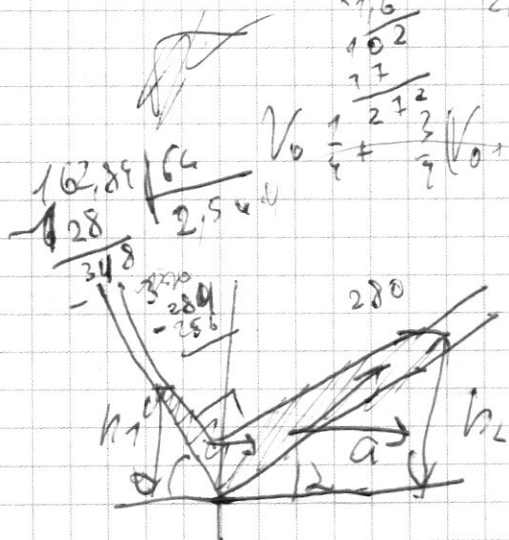
$$V_0^2 = \sqrt{3} \cdot 12 \cdot 1 + \sqrt{3} \cdot 1,6 + 2 \quad \sqrt{V_0^2} = \sqrt{3} \cdot \frac{12,8}{8} = \frac{162,8}{64}$$

$$1) \sin \alpha \cdot mg = T \cdot \frac{1}{4} + \frac{\sqrt{3}}{2} V_0 \cdot 12,8$$

$$2) V = \omega R$$

$$2,59 + 1 = 6,25 V^2 \quad \alpha = \frac{2,59 + 1}{6,25} = \frac{3,59}{6,25} = 0,5744$$

$$T = \sin \alpha \cdot mg + \frac{\omega^2 R}{m}$$

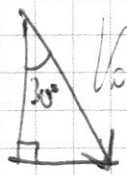


$$V_0 = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} V_0 + \frac{1}{4} V_0 + \frac{1}{4} V_0$$

$$16,8 = 0,5 \cdot 4 \sqrt{3} = \frac{9,9}{2}$$

$$5t^2 + 4t = 1,8$$

$$\alpha = 45^\circ$$



$$\frac{1}{4} = 12 + 84 = 96 \sim 98$$

$$P = \frac{mg}{2} \quad P = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$FS = \frac{mv_0^2}{2} \quad f = 4,7 \text{ pps}$$

$$16,8 = 4 \sqrt{3} \cdot t \cdot 5 + \frac{9,8}{2}$$

$$8,82$$



$$PV = \nu RT$$

$$P =$$

$$P = \frac{P_R}{P_B} RT$$

$$P_R = \frac{P_R}{RT}$$

$$\frac{P_R}{P_B} = \frac{P_R}{RT}$$

$$PV = \nu RT$$

$$P_1 V_1 = \nu_2 RT$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{4,7}$$

$$144 + 144 = 288$$

$$1530 + 2944 = 3057,08$$

$$850000 \cdot 18 = 1530000$$

$$5,31 \cdot 368 = 3057,08$$

$$V_k = V_2 - V_1 = \frac{3,701}{4,7} = \frac{3,7}{4,7}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.

Дано:

$$V_0 = 8 \frac{m}{c}$$

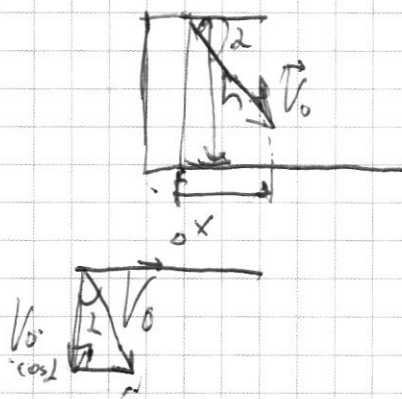
$$\alpha = 60^\circ$$

$$V_k = 2,5 V_0$$

1) V_B - ?

2) t - ?

3) Δx - ?



Решение:

$$1) h = \frac{V_k^2 - V_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{6,25 V_0^2 - V_0^2}{2g} = \frac{5,25 V_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{5,25 \cdot 64}{20} = 16,8 m$$

$$16,8 = V_0 \cos \alpha \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$16,8 = 4t + 5t^2$$

$$5t^2 + 4t - 16,8 = 0$$

$$t = 1,48 c$$

$$V_B = V_0 \cos \alpha + gt$$

$$V_B = 4 + 10 \cdot 1,48 = 18,8 \frac{m}{c}$$

2) $\Delta x = V_0 \sin \alpha \cdot t$

орб

$$\begin{array}{r} 85 \\ \times 18 \\ \hline 680 \\ 85 \\ \hline 1530 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 368 \\ \times 8,31 \\ \hline 358 \\ 1104 \\ \hline 2949 \\ 3058,08 \end{array}$$

$$P = I^2 R$$

$$\frac{W}{t} = \frac{P}{t} = \frac{I^2 R}{t} = \frac{I^2 R}{t} = \frac{I^2 R}{t}$$

$$\frac{1530}{3058} \approx \frac{1}{2}$$

$$\frac{W}{t} = \frac{P}{t} = \frac{I^2 R}{t} = \frac{I^2 R}{t}$$

$$5t^2 + 4t - 16,8 = 0$$

$$D = 16 + 5 \cdot 16,8 \cdot 4 = 352$$

$$\sqrt{352} \approx 18,8$$

$$t = \frac{-4 \pm \sqrt{18,8^2}}{2 \cdot 5}$$

$$t = \frac{-4 + \sqrt{18,8}}{10} = 1,48 c$$

$$t = \frac{-4 - \sqrt{18,8}}{10} = -2,28 c$$

не принимаем по
смыслу задачи

$$P_1 R T \cdot \gamma \quad P U = \gamma R T$$

$$R = \frac{H \cdot \gamma}{\text{моль} \cdot \text{г}}$$

$$P_1 \cdot 3.7 \cdot \mu = \frac{H}{\mu^2} = \frac{P}{M} R T$$

$$\frac{0.0005}{10000} = \frac{5}{10000}$$

$$= \frac{R T P}{P_1 3.7 \cdot \mu}$$

$$= \left(\frac{P_1 H \gamma}{P_1 + P} \right)^{-1} = \left(0.0005 \cdot 3.7 \right)^{-1}$$

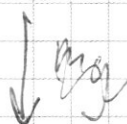
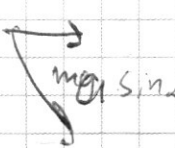
$$U = \frac{m}{M}$$

$$\rho g h_1 + x = \rho g h_2 \quad x = 2 S \sin 2 \alpha \rho g$$

$$x = 4 \rho g$$

$$a = \frac{h_2 - h_1}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$$

$$\frac{\gamma R T}{x P_1} = \frac{3.7 \gamma \mu}{\gamma R T \cdot P}$$



$$S \cdot \frac{h_1}{\sin 2} \cdot g + x = S \cdot \frac{h_2}{\sin 2} \cdot g$$

$$\frac{R T \cdot P}{P_1 \cdot 3.7 \cdot \mu} = \frac{10000 \cdot \sqrt{2}}{5 \cdot 3.7} = \frac{12000}{3.7}$$

$$P_1 V_1 = \gamma_1 R T$$

$$P_2 V_2 = \gamma_2 R T$$

$$\gamma_1 = \frac{V_1}{V_2} \quad V_1 = 4.7 V_2$$

$$P_1 V_1 = \gamma_1 R T \quad P_1 \cdot \frac{3.7}{4.7} = \gamma_1 R T$$

$$P_1 (V_1 - V_2) = R T V_2$$

$$\frac{18.85000}{8.31 \cdot 368} = \frac{1530000}{3060} =$$

$$\frac{2000}{3.7 \cdot 1530} = \frac{20000}{37} = \frac{5}{10000} \cdot \frac{1}{4.7}$$