

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-01

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.

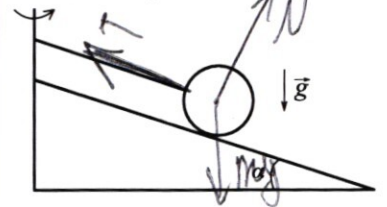
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 .



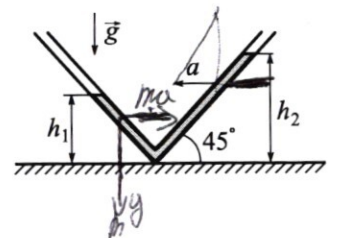
- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

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.

$$\frac{\mu}{C} \quad C^2 \quad C$$

$$\frac{\mu}{C^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $v = 2,5 v_0$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$v_y = ?$
 $v_x = ?$
 $L = ?$

WT

По 3.С.Э:

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$h = \frac{6,25v_0^2 - v_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{5,25v_0^2}{2g} = \frac{21v_0^2}{8g}$$

$$S_y = v_{0y} \tau + \frac{g\tau^2}{2}$$

$$h = v_0 \tau \cdot \sin \alpha + \frac{g\tau^2}{2}$$

$$g\tau^2 + 2v_0 \sin \alpha \tau - \frac{21v_0^2}{4g} = 0$$

$$\Delta = 4v_0^2 \sin^2 \alpha + 21v_0^2 \cdot g = v_0^2 (4 \sin^2 \alpha + 21g)$$

лишнее не подходит

$$\tau = \frac{-2v_0 \sin \alpha \pm v_0 \sqrt{4 \sin^2 \alpha + 21g}}{2g}$$

$$\tau = \frac{v_0 (\sqrt{4 \sin^2 \alpha + 21g} - 2 \sin \alpha)}{2g}$$

$$\boxed{J = \frac{8 \frac{\mu}{\text{с}} (\sqrt{3+21 \frac{\mu}{\text{с}}^2} - \sqrt{3'})}{2 \cdot 10 \frac{\mu}{\text{с}^2}}} = \frac{8 \frac{\mu}{\text{с}} (\sqrt{24'} - \sqrt{3'})}{20 \frac{\mu}{\text{с}^2}} =$$

$$= 0,4 \cdot \sqrt{3'} (2\sqrt{2'} - 1) \text{с} =$$

$$= 0,4 \cdot 1,7 (2,8 - 1) \text{с} =$$

$$= 0,68 \cdot 1,8 \text{с} = \boxed{1,2 \text{с}}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,68 \\ 1,8 \\ \hline 544 \\ + 68 \\ \hline 1,224 \end{array}$$

$$\cancel{V_y = V_0 \sin \alpha + g \frac{J^2}{2}}$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha + g J$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha + \frac{V_0 (\sqrt{4 \sin^2 \alpha + 21} - 2 \sin \alpha)}{2} =$$

$$= V_0 (\sin \alpha + \frac{\sqrt{4 \sin^2 \alpha + 21}}{2}) =$$

$$= \frac{V_0}{2} \sqrt{4 \sin^2 \alpha + 21} =$$

$$V_y = 4 \frac{\mu}{\text{с}} \sqrt{24'} = 2\sqrt{2'} \cdot \sqrt{3'} \cdot 4 \frac{\mu}{\text{с}} =$$

$$= 8 \cdot 2,3 \frac{\mu}{\text{с}} = 19,04 \frac{\mu}{\text{с}}$$

$$l = V_0 \cos \alpha \cdot \tau = \frac{V_0^2 \cos \alpha (\sqrt{4 \sin^2 \alpha + 21} - 2 \sin \alpha)}{2g}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$L = 64 \text{ м} \cdot \frac{1}{20} (\sqrt{24} - \sqrt{3}) = 1,6 \text{ м} \cdot (4,9 - 1,7) = 1,6 \text{ м} \cdot (3) = 4,8 \text{ м}$$

Ответ: $v_y = 19,04 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\tau = 1,2 \text{ с}$
 $L = 4,8 \text{ м}$

Решение

5 м
5 м = 1 м
μ

N-?
T-?
v-?

2 3-й закон Ньютона для человека

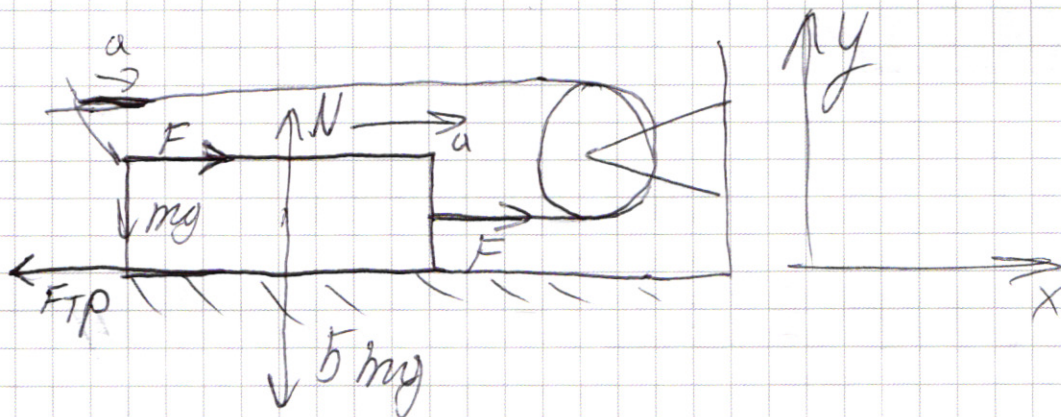
Оу: $N = 5mg + mg = 6mg$

Ох: $T + T - F_{тр} = 0$
 $2T = F_{тр}$
 $2T = \mu N$

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

Человек действует на землю (поверхность) только своей силой тяжести

(по горизонтальной оси 3-й закон Ньютона) силой реакции той, от которой он тянется, противоположно по направлению



II 3-й закон Ньютона Ox

$$-F_{тр} + 2F = 6ma$$

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

$$S'_x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_x}$$

v_0 - нач. скорость
 $v_0 = 0 \frac{м}{с}$

$$v = \sqrt{S \cdot 2a}$$

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

Ответ: $N = 6mg$

$T = 3\mu mg$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

m
 R
 L
 L
 ω
 $T - ?$
 $T_{\omega} - ?$

1) 2 3-н уравнения для шара?

$Ox: -T + mg \cdot \sin \alpha = 0$
 $T = mg \cdot \sin \alpha$

2)

Oy - перпендикулярна плоскости шина
 Ox - параллельна

$a_y = \omega^2 (R+L) \cos \alpha$

Oy 2 3-н уравнения Ox :
 $mg \cdot \sin \alpha - T_{\omega} = -m \omega^2 (R+L) \cos^2 \alpha$
 $T_{\omega} = m (g \cdot \sin \alpha + \omega^2 (R+L) \cos^2 \alpha)$
 Ответ $T = mg \cdot \sin \alpha$
 $T_{\omega} = m (g \cdot \sin \alpha + \omega^2 (R+L) \cos^2 \alpha)$

W57

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

$$P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$T = \text{const}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

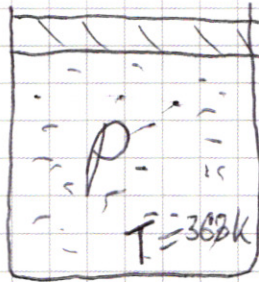
$$\rho = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\gamma = 4,7$$

$$\frac{\rho'}{\rho} = ?$$

$$\rho' = \rho_{\text{п}}$$

$$\rho = \rho_{\text{в}}$$



По 3-му Менделеевскому:

$$PV = \nu RT$$

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

$$P\mu = \frac{m}{V} RT \quad \frac{m}{V} = \rho'$$

$$\frac{P\mu}{R \cdot T} = \rho'$$

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{P\mu}{RT\rho}$$

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 368\text{K}}$$

$$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{85 \cdot 18 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 368\text{K} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}$$

$$= \frac{1530}{3058080} = 0,0005$$

Пл. и пар насыщенный
это (при сжатии)
давление будет
постоянным, а
часть ~~жидкости~~ паре
будет конденсироваться

4530

$$\begin{array}{r} 1530000 \\ 1529040 \\ \hline 960 \end{array} \quad \begin{array}{r} 305808 \\ 0,000050 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Первоначальный макет
3-к ~~Ф~~о ~~Т~~екста - компьютером

$$pV = nRT$$

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

$$\frac{V_0}{\gamma} = \frac{pV}{RT} \rightarrow V_0 = \gamma V$$

$$\frac{m_0}{M} = \gamma \frac{m}{M}$$

$$m = \rho V$$

$$m_0 = \gamma m$$

$$\rho' V_0 = \rho y \cancel{V}$$

$$V_B = \frac{-(m - m_0)}{g}$$

$$v_B = \frac{m(\gamma - 1)}{S}$$

$$V_2 = \frac{m}{S}$$

$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{\rho}{\rho'(\gamma-1)} = \frac{\rho}{\rho'} \cdot \frac{1}{\gamma-1}$$

В момент, когда
облава умиротворяет

$$pV = nRT$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

матерная мать
везде и по
ровно

М-масса
пара коле
уменьшения
объема

То-масса
пара до
уменьшения
объема

Vf-объемов

V_n - объем пор

$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{RT \rho}{p \mu (\gamma - 1)} \neq$$

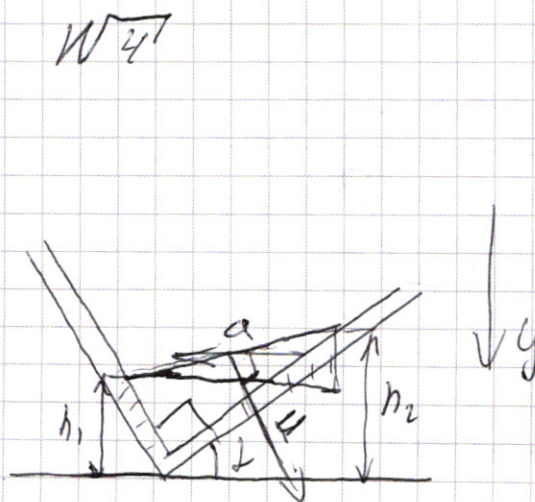
$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{8,31 \text{ А}}{0,0005 (4,4 - 1)} = \frac{2000}{3,7} \approx 540,5$$

$$\begin{array}{r} 2000 \overline{) 3,7} \\ \underline{135} \\ 150 \\ \underline{148} \\ 200 \\ \underline{185} \\ 150 \\ \underline{148} \\ 2 \end{array}$$

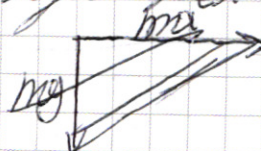
Ответ: $\frac{g_n}{g_B} = 0,0005$

$$\frac{V_n}{V_B} = 540,5$$

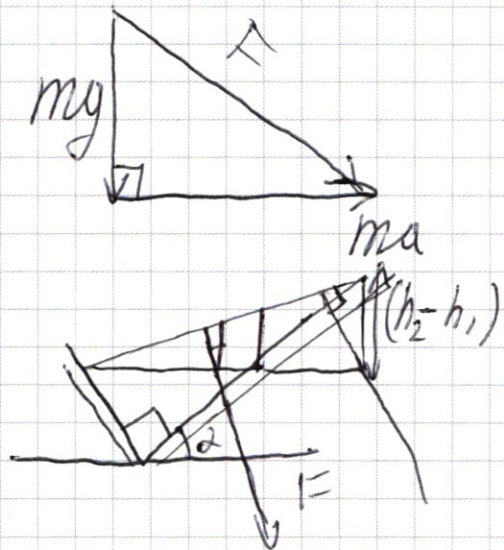
$$\begin{aligned} \angle &= 45^\circ \\ h_1 &= 0,08 \text{ м} \\ h_2 &= 0,12 \text{ м} \\ y &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$

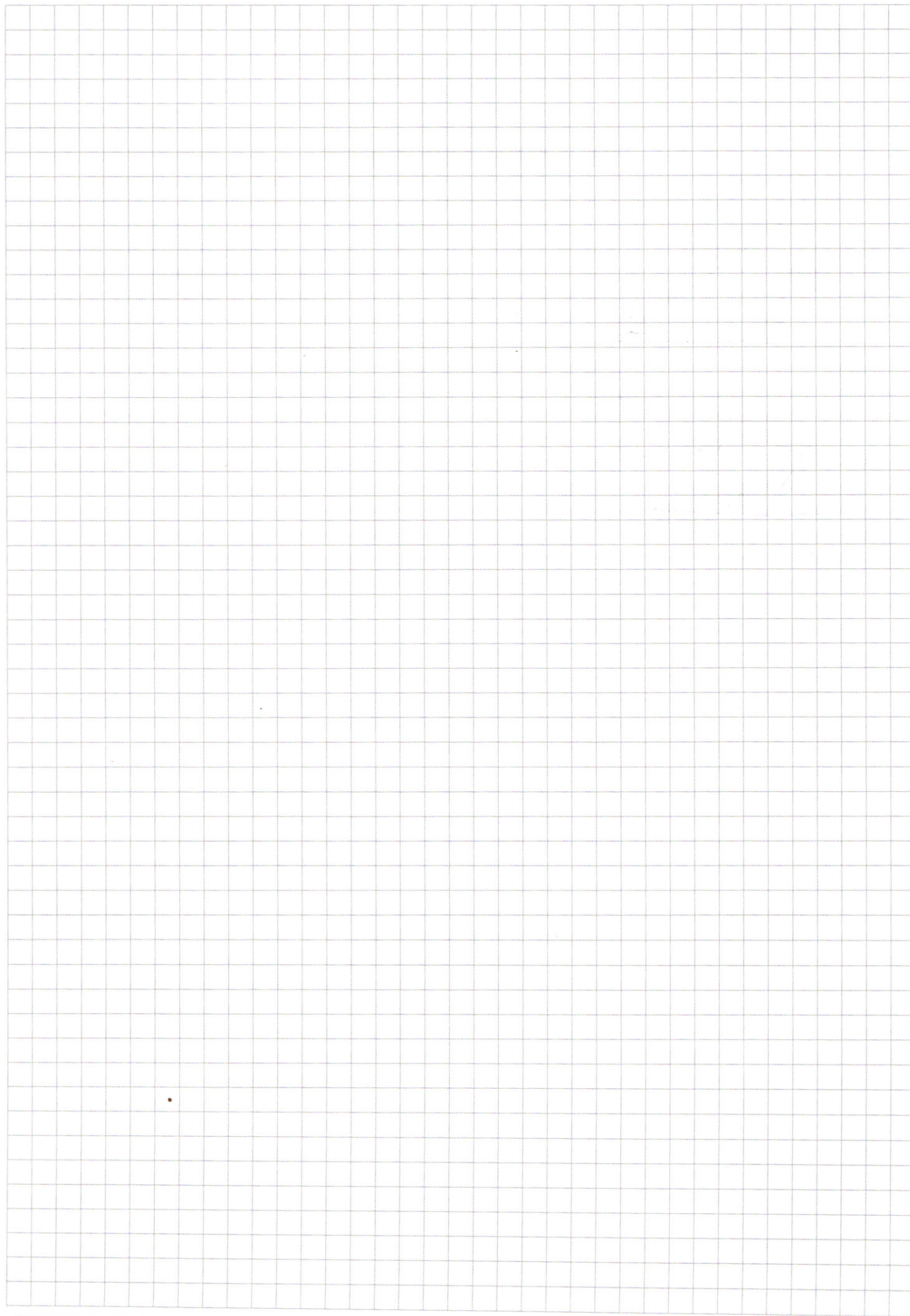


Равнодействующая сил в с.о. трубки:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten calculations and diagrams on graph paper:

Diagram 1: A particle is launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is $1,4$. The vertical displacement is $\sqrt{3}$ and $\sqrt{2}$.

Equations:

$$2gh = v_0^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$2gh = 1,5 v_0^2$$

$$h = \frac{3 v_0^2}{4g}$$

Diagram 2: A particle is launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is $1,2$. The vertical displacement is $2,5 v_0$.

Equations:

$$h = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$h = \frac{6,25 - 1}{2} = \frac{5,25}{2}$$

$$1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

Diagram 3: A right triangle with sides a , $2a$, and $3a$. The angle is 60° .

Equations:

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

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

Diagram 4: A particle is launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is $1,2$. The vertical displacement is $2,5 v_0$.

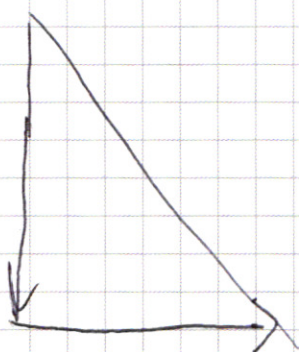
Equations:

$$h = v_0 \cdot \tau \sin \alpha + \frac{g \tau^2}{2}$$

$$\tau = -v_0 \sin \alpha + v_0 \sqrt{\sin^2 \alpha + 5,25g}$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha + gh$$

$$v_0 (\sqrt{\sin^2 \alpha + 5,25g})$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{p}{\nu} = \frac{RT}{V}$$

$$\frac{p}{\nu} = \frac{RT}{V}$$

$$\frac{pL}{\nu} = \frac{RT}{V}$$

$$\frac{p}{\nu} = \frac{RT}{V}$$

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

$$\nu = \frac{M}{M}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

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

$$P = 3,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$T = \text{const}$

~~универсальная~~ R

R -универсальная
газовая
постоянная

$$\frac{S_{\text{н}}}{S_{\text{в}}}$$

$$PV = \nu RT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$[R] = \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$S = \frac{PM}{RT}$$

KT

$\frac{1}{V}$

концентрация

$$\frac{305000}{305000}$$

$$\begin{array}{r} 8314 \\ \times 368 \\ \hline 6648 \\ 4986 \\ 2493 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 95 \\ \times 18 \\ \hline 680 \\ 95 \\ \hline 1530 \end{array}$$