

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

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

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?

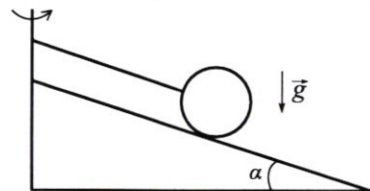
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

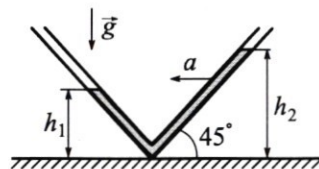


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

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.



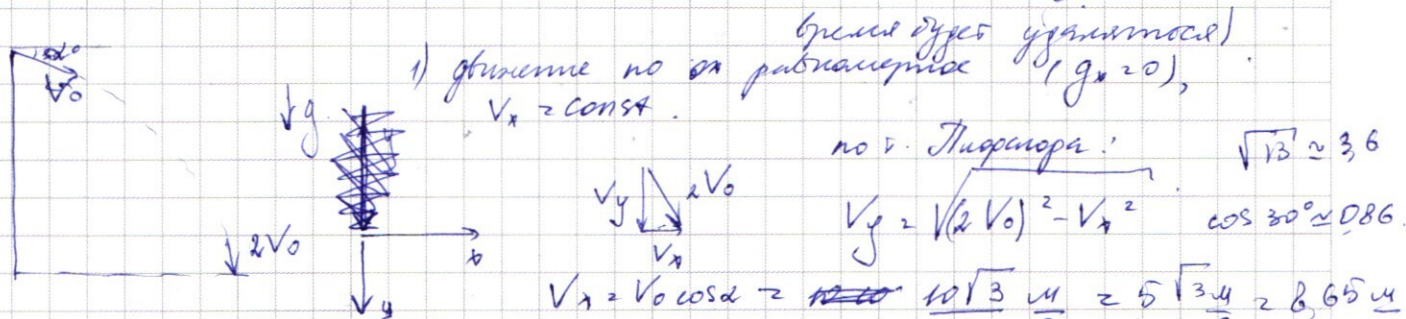
5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 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

①. Таня все время приближается $\Rightarrow$ бросила $\angle 30^\circ$ (иначе кане. по

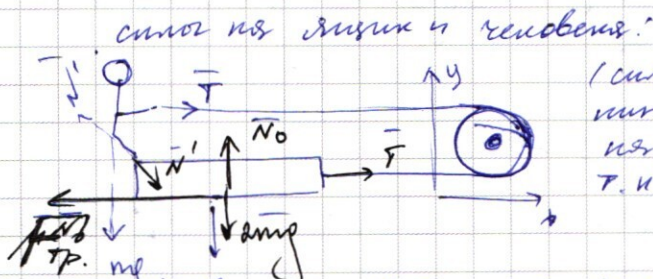
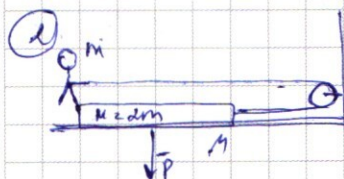


$$V_y = \sqrt{400 - \frac{100 \cdot 3}{1}} = \sqrt{1600 - 300} = \sqrt{1300} = \frac{10\sqrt{13}}{1} = 5\sqrt{13} \approx 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) ~~по~~ по oy : $V_{oy} + g\tilde{t} = V_y \quad \tilde{t} = \frac{V_y - V_{oy}}{g} = \frac{(5\sqrt{13} - 5)\text{м/с}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{(\sqrt{13} - 1)\text{с}}{2} \approx 1,3 \text{ с}$

3) ~~Н~~ $H = \frac{V_y^2 - V_{oy}^2}{2g} = \frac{100 \cdot \frac{13\text{м}^2}{\text{с}^2} - 25 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{1200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{1100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 55 \text{ м}$

$H = 15 \text{ м}$ ответ.



(сила натяжения нити направлена из центра колеса на точку крепления нити к грузу т.е. нить перпендикулярна).

1) При движении сила давления сист-мы на шарик, равен по модулю N_0 условию равновесия (в з-н. моментов, $\sum M = 0$).

по oy (шарик): $N_0 = 2mg + N_y'$

по oy (шарик): $N_y' = mg$

сила давления $|P| = |N_0|$, $P = 3mg$ ответ.

полная сила реакции $P_0 = \sqrt{(1^2 + 2^2)} 3mg = \sqrt{5} 3mg = \sqrt{N_0^2 + F_{gr}^2}$

2) F_{min} - сила, при которой система находится в равновесии при $\alpha = 0$, или иначе $F_{gr} = \mu N_0$.

по ox (шарик): $F_{min} + N_x' = F_{gr}$

по ox (шарик): $F_{min} = N_x'$

$F_{gr} = 2F_{min} \Rightarrow F_{min} = \frac{F_{gr}}{2} = \frac{\mu 3mg}{2} = 1,5 \mu mg$

$F_{min} = 1,5 \mu mg$ ответ.

3) на ось y движение

в 3-м направлении

$a_{\text{цм}} = a_{\text{цм}} = a$, т.к. нет осн. движения
 $\vec{m}\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$ кинем. связь.

ос (равновесие): $ma = F - N'$

ос (движение): $2ma = F - F_{\text{тр}} + N'$ $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu N_0$

движение с нулевой нач. скоростью. $S = \frac{at^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$

$ma = F - (\mu mg - F + F_{\text{тр}})$

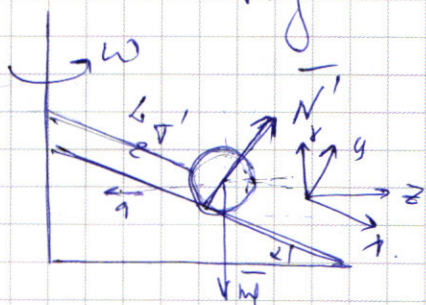
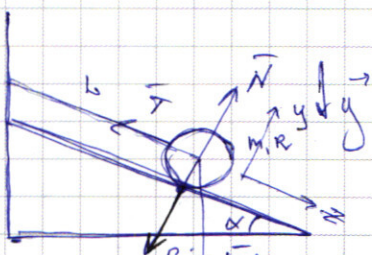
$ma = F - \mu mg + F - F_{\text{тр}}$

$3ma = 2F - F_{\text{тр}} \rightarrow a = \frac{2F}{3m} - \mu g$

$t = \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{2F - 3\mu mg}}$ ответ.

$t = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu mg}}$

3)



1) система в покое:

в 3-м направлении не ос: $a = 0$

$\vec{N} + \vec{T} + \vec{mg} = m\vec{a}$, $mg \cos \alpha = N$

$|N| = |P| \Rightarrow P = mg \cos \alpha$ ответ

2) в 3-м направлении по ос:

~~Т' sin alpha - N' cos alpha = ma~~

$T' \cos \alpha - N' \sin \alpha = ma$

ос: $0 = T' \sin \alpha + N' \cos \alpha - mg$

$\frac{ma + N' \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mg - N' \cos \alpha}{\sin \alpha}$

$ma \sin \alpha + N' \sin^2 \alpha = mg \cos \alpha - N' \cos^2 \alpha$

$N' = mg \cos \alpha - ma \sin \alpha = m(g \cos \alpha - \omega^2 (R + r) \cos \alpha \sin \alpha)$

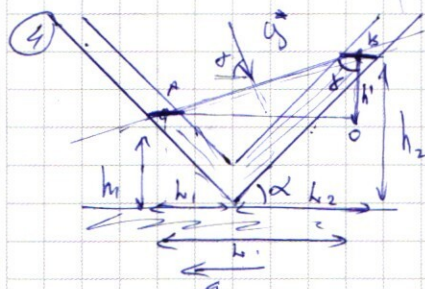
ответ.

$\vec{N} + \vec{T} + \vec{mg} = m\vec{a}$

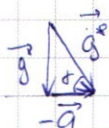
$a = \omega^2 S$
 S - расстояние от ос до центра шара.
 $S = R + r$

$a = \omega^2 (R + r) \cos \alpha$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) движется с ускорением $\Rightarrow$ уровень жидкости, установленный соотв. по g^* (перп. к силе).



расшир. и сформулированные трезв. к АОВ.

$$h_2 = h' + h_1, \quad h_2 \geq h_1 \quad (\alpha = 45^\circ),$$

$$h_1 \geq h_2$$

$$h \geq h_1 + h_2$$

$$\frac{h'}{h} = \frac{a}{g} \quad h' = \frac{a}{g} h = \frac{a}{g} (h_1 + h_2) = \frac{4}{10} h = \frac{a}{g} (h_1 + h_1 + h').$$

$$g h' = 2 a h_1 + a h' \quad h' = \frac{2 a h_1}{-a + g}, \quad h_2 = \frac{2 a h_1}{-a + g} + h_1 = \frac{a + g}{-a + g} h_1.$$

$$h_2 = \frac{1 + 10}{10} h_1 = \frac{11}{10} h_1 = \frac{11}{10} \cdot 10 \text{ см} = 11 \text{ см} \quad \boxed{11 \text{ см}} \quad \text{ответ}$$

2) когда трубка станет движущегося равномерно, возникнут колебания жидкости, нет трения $\Rightarrow$ можем применить ЗСЭ.

в мом. когда уровень жидкости в трубках сравняется она будет находиться на $H_0 = \frac{h_1 + h_2}{2}$.

Вдоль всей массы воды m , в левой трубке до при $a \neq 0$.

$$m \frac{h_1}{h_1 + h_2} \text{ в правой } \frac{m h_2}{h_1 + h_2}.$$

ЗСЭ

$$ЗСЭ \quad \frac{1}{2} \left(\frac{m h_1}{h_1 + h_2} g \right) h_1 + \frac{1}{2} \left(\frac{m h_2}{h_1 + h_2} g \right) h_2 = \frac{m g H_0}{2} + \frac{m v^2}{2}.$$

Умножив $\frac{1}{2}$ перед E_p , т.к. рассматриваем с.и. системы; нулевую энергию $\Rightarrow$ на $\frac{1}{2}$ вынесем).
расположим ее относительно центра масс

$$\left(\frac{h_1^2 + h_2^2}{h_1 + h_2} \right) g - H_0 g = v^2 \quad \rightarrow \quad \left(\frac{h_1^2 + h_2^2}{h_1 + h_2} \right) - \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{v^2}{g}.$$

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

$$V = \sqrt{\frac{(h_2 - h_1)^2}{2(h_1 + h_2)} g}$$

$$V = \sqrt{\frac{(\frac{40}{3} - 10)^2}{2(\frac{110}{3} + 10)} \cdot 10 \frac{m^2}{c^2}}$$

$$V = \sqrt{\frac{(\frac{40}{3})^2}{2 \cdot \frac{180}{3}} \cdot 10 \frac{m^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{1600}{14.18} \frac{m^2}{c^2}}$$

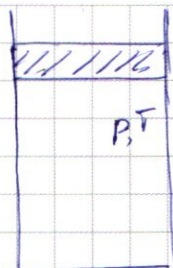
ответ.

$$V = \sqrt{\frac{(\frac{40}{3} - 10)^2}{2(10 + \frac{40}{3})} \frac{m^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{1600}{2 \cdot \frac{100}{3}} \frac{m^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{1600}{6 \cdot 100} \frac{m^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{16}{6}} \frac{m}{c} = 4 \sqrt{\frac{1}{6}} \frac{m}{c} \approx 1,7 \frac{m}{c}$$

$$V = 4 \sqrt{\frac{1}{6}} \frac{m}{c} \text{ ответ.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5



1) $T = (273 + 27) = 300 \text{ K}$.

Изотерм. процесс $\Rightarrow \int_{n,p} = \text{const}$ (зависит только от T в изотермическом процессе).
Ур-ие Клапейрона-Менделеева: $pV = \nu RT$, $p = \frac{\nu}{V} RT$, $pV = \nu RT$.

$$\int_{n,p} = \frac{pV}{RT} \Rightarrow d = \frac{\nu}{V} = \frac{p}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3}{1,8 \cdot 31 \cdot 300 \cdot 10^{-3}} = \frac{63,9 \cdot 10^3}{2493} = \frac{63,9}{2493} \cdot 10^3 = 2,56 \cdot 10^{-2} \text{ м}^{-3}$$

$$d = \frac{63,9}{2493} \cdot 10^{-4} \text{ кг/м}^3$$

2) В процессе конг-ции выделился пар Δm ,

Ур-ие Клапейрона-Менделеева в конце процесса расс-ного: V -кон. объем, m -кон. масса.

$$\frac{p'V}{\delta} = \frac{m - \Delta m}{\mu} RT$$

$$p' = p, \text{ т.к.}$$

также нарушается равновесие поршня.

$$\beta = \frac{\nu_{\text{пар}}}{\nu_{\text{вод}}} = \frac{\frac{m_{\text{пар}}}{\mu_{\text{пар}}}}{\frac{m_{\text{вод}}}{\mu_{\text{вод}}}} = \frac{\frac{m - \Delta m}{\mu}}{\frac{\Delta m}{\mu}} = \frac{m - \Delta m}{\Delta m} \frac{\mu}{\mu} = \frac{p'V\mu}{\delta RT} \frac{\mu}{\frac{pV\mu}{\delta} (\beta - 1) \mu}$$

$$m - \Delta m = \frac{p'V\mu}{\delta RT} \Rightarrow \Delta m = m - \frac{p'V\mu}{\delta RT} = \frac{pV\mu}{RT} - \frac{p'V\mu}{\delta RT} = \frac{pV\mu}{RT} \left(1 - \frac{1}{\delta} \right)$$

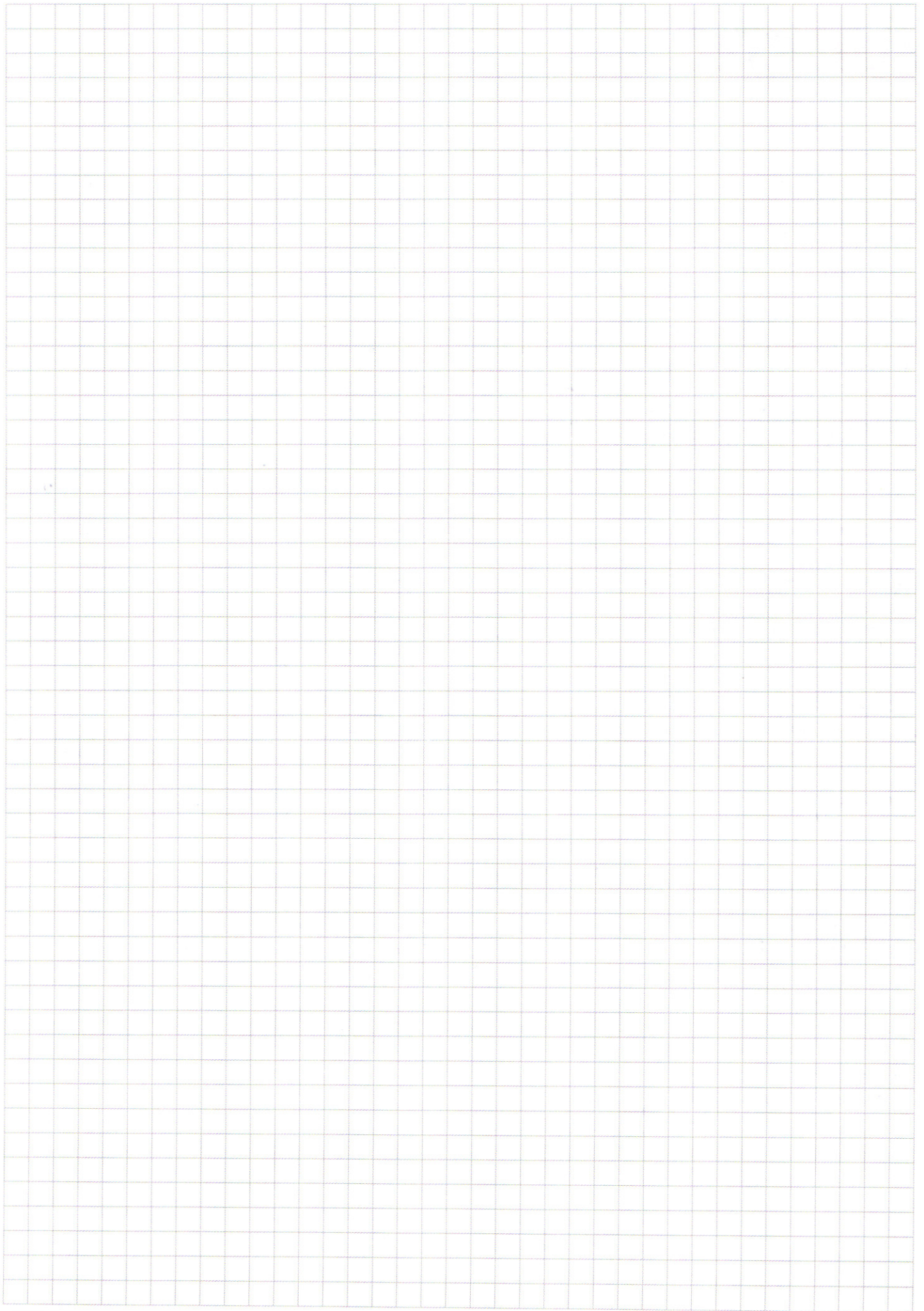
$$m = \frac{pV\mu}{RT}$$

$$\beta = \frac{\frac{p'V\mu}{\delta RT} \frac{\mu}{\frac{pV\mu}{RT} (\beta - 1) \mu}}{\frac{pV\mu}{RT}} = \frac{\frac{p'V\mu}{\delta RT}}{\frac{pV\mu}{RT} (\beta - 1)} = \frac{1}{\delta - 1} \frac{p}{p'}$$

$$= \frac{1,8 \cdot 31 \cdot 300}{4,6 \cdot 3,55 \cdot 9018} = \frac{2493}{63,9 \cdot 46} = \frac{2493}{29394} \cdot 10^5$$

$$\beta = \frac{2493}{29394} \cdot 10^5 \text{ кг/м}^3$$

То указание ориентиров в ответах оставлено
знак корня



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

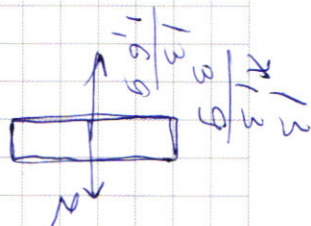
$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{0.8 \cdot 10^{-5}}{0.001} = 0.8 \cdot 10^{-2}$$

☐ ЧИСТОВИК

(Нумеровать только чистовики)



$$\frac{\cos x}{\sin x} = \cot x$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 11.8 \\ \hline 8,5 \end{array}$$

$$4. \frac{1,5 \text{ D}^2}{10} \quad \frac{15 \cdot \text{mm}}{10}$$

$$4. \frac{2}{10} = \frac{1.5 \cdot 10^2}{10} = 15 \cdot 100$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ 10000 \\ \hline 10000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6390 \\ \times 2840 \\ \hline 25520 \\ 518400 \\ 1278000 \\ \hline 1813920 \end{array}$$

$$\frac{1.0101 \cdot 3 \cdot 10^5}{2} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \frac{1}{\mu} = 1000 \cdot 300$$

$$\frac{\Delta}{m} = \delta$$

$$\begin{array}{r} 2493 \\ \hline 4831 \\ 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13965 \\ 14040 \\ \hline 27985 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4980 \\ \hline 2493 \end{array}$$

$$\frac{L}{0.11}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ \underline{85} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ \underline{55} \\ 0 \end{array}$$

$\begin{array}{r} 11 \\ 8 \\ 99 \\ \hline 998 \end{array}$

$$\begin{array}{r} 278 \div 2 \\ \hline 556 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 949 \\ 689 \\ \hline 1638 \end{array}$$

$\frac{1}{5} \times \frac{2}{3} = \frac{2}{15}$
 $\frac{2}{15} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{5}$
 $\frac{1}{5} \times \frac{5}{6} = \frac{1}{6}$

$\frac{0}{8} \frac{1}{9}$

