



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

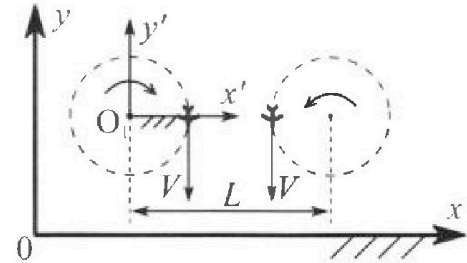
Вариант 10-03

$$\frac{m \cdot m^2}{c^2}$$



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

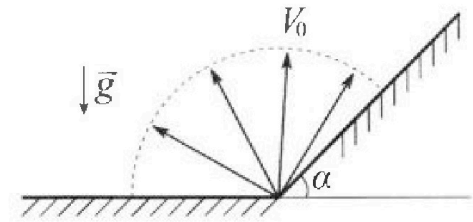


1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

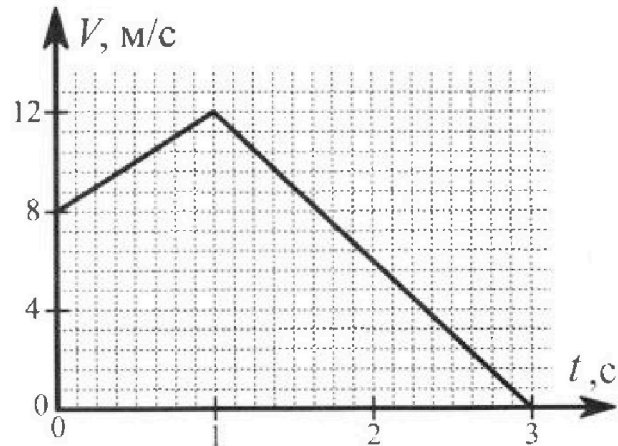
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

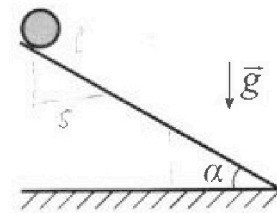
$$v = \omega R = \frac{1}{c} \cdot m$$

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

$$\cos \alpha = \frac{S}{r} \quad v = \frac{S}{\cos \alpha}$$



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

$$\begin{array}{r} \overline{324} \\ 28 \\ \hline 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7 \\ \\ \hline 4 \end{array}$$

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода $U = \frac{5}{2} PV$.

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через неко торое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?

Handwritten solution for problem 5.2:

Initial velocity: $V_0 = \frac{24}{5} = 4.8$ (from $\frac{24}{5} / 120$)

Force of gravity: $F_g = \frac{mg}{2}$

Force of electric field: $F_e = \frac{qU}{d}$

Radius of curvature: $R = \frac{mv^2}{F}$

At the midpoint, the radius of curvature is $R = \frac{d}{2}$.

Equation for forces: $F_e = F_g$

$$\frac{qU}{d} = \frac{mg}{2}$$

$$U = \frac{mgd}{2q}$$

Velocity at midpoint: $v = \sqrt{v_0^2 + 2ax}$

Acceleration: $a = \frac{F_e - F_g}{m} = \frac{qU}{md} - \frac{g}{2}$

Distance from top plate: $x = \frac{d}{8}$

Final velocity: $v = \sqrt{4.8^2 + 2 \cdot \left(\frac{qU}{md} - \frac{g}{2}\right) \cdot \frac{d}{8}}$

Radius of curvature: $R = \frac{d}{2} = \frac{mv^2}{F_e - F_g}$

Final calculation: $v = \frac{24}{5} = 4.8$ (from $\frac{24}{5} / 120$)



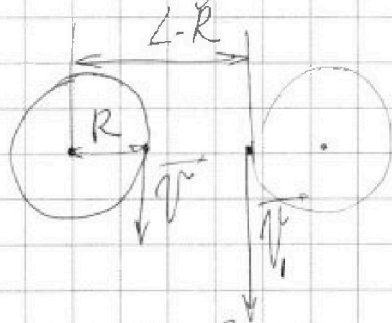
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Сам ω 2 самолет французам в севт. \uparrow
(как ω находимся с тилл на гдске):



$\omega_1 = \omega_2$ (как ω франц. на 1 гдске)

~~$v \cdot R = v_1 \cdot (L - R)$~~

~~$\frac{v}{L - R} = \frac{60 \cdot 360}{1800 - 360} = \frac{60 \cdot 360}{1440}$~~

~~$= \frac{6 \cdot 360}{144} = \frac{360}{24} = \frac{60}{4} = 15 \frac{m}{c}$~~

~~$\frac{v}{R} = \frac{v_1}{L - R}$~~

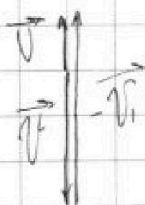
$v_1 = \frac{v(L - R)}{R} = \frac{60(1800 - 360)}{360} = \frac{60 \cdot 1440}{360}$

$= \frac{60 \cdot 144}{36} = 60 \cdot 4 = 240 \frac{m}{c}$

$v^* = v^* - v_1^*$

$v = v_1 - v = 240 - 60$

$v = 180 \frac{m}{c}$
вверх (на рисунке)



ответ: $\sigma = 50(2 - \sqrt{2})\%$

$v = 180 \frac{m}{c}$ $\uparrow v$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

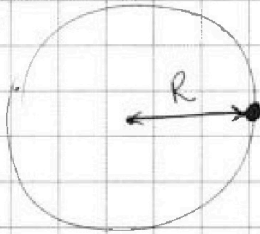
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

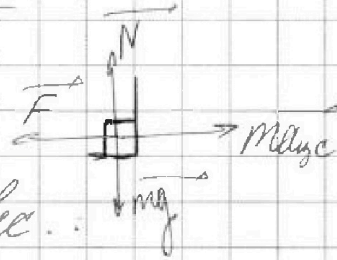
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1.

3 шара летят
в одинаковом,
м.к. все
условия
одинаковые.



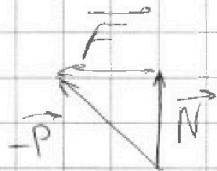
$$a_{цс} = \frac{v^2}{R}$$



усл. равновес.:
 $F = m a_{цс}$

$$m a g = N$$

$$-\vec{P} = \vec{N} + \vec{F}$$



$$P^2 = F^2 + N^2$$

$$P^2 = (m a_{цс})^2 + (m g)^2$$

$$P = m \sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}$$

$$F_{mem} = m g$$

$$\frac{F_{mem}}{P} = \frac{g}{\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}} = \frac{10}{\sqrt{360000 + 10000}}$$

$$\frac{10}{\sqrt{\frac{36 \cdot 360000}{360 \cdot 360} + 10^2}} = \frac{10}{\sqrt{100 + 100}} = \frac{10}{10\sqrt{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$F_{mem} = \frac{1}{\sqrt{2}} P$$

$$\theta = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 100\% = \left(\frac{2 - \sqrt{2}}{2}\right) \cdot 100\% = 50(2 - \sqrt{2})\%$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№2.



$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H \rightarrow \text{MAX} \Rightarrow \sin^2 \alpha \rightarrow \text{MAX} \Rightarrow$$

$\sin^2 \alpha = 1$ (все векторы направлены вертикально)
 $H = \frac{v_0^2}{2g}$ (все векторы направлены вертикально)

$$2gH = v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

$$v_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

~~Diagram showing projectile motion with velocity vector v_0 at angle alpha, horizontal distance x, and vertical height y.~~

~~Equations for projectile motion:~~

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} x - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha} \right)^2$$

$$y = \tan \alpha x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

~~Additional scribbled equations:~~

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

$$2v_0 \cos \alpha = 2v_0 \sin \alpha \cdot \frac{2}{gt}$$

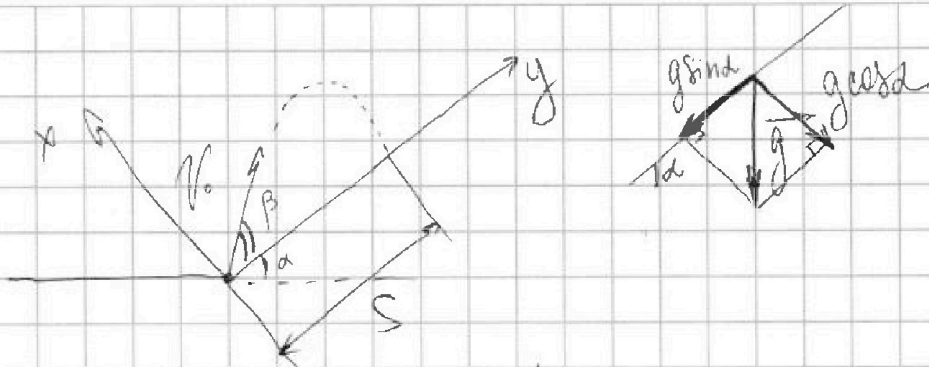
$$2v_0 \sin \alpha - 2v_0 \cos \alpha = \frac{2gt}{g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$y: S = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$x: 0 = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$2v_0 \sin \beta = g \cos \alpha t$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$S = v_0 \cos \beta \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S \rightarrow \max \Rightarrow S' = 0$$

$$S' = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \left((\sin \beta \cos \beta)' - \frac{(\sin \alpha \sin^2 \beta)'}{\cos \alpha} \right)$$

$$(\sin \beta \cos \beta)' = \cos^2 \beta + (-\sin \beta) \sin \beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta$$

$$\left(\frac{\sin \alpha \sin^2 \beta}{\cos \alpha} \right)' = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} (\sin^2 \beta)' = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\cos^2 \beta - \sin^2 \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta = 0$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos^2 \beta - \sin^2 \beta - \frac{0,8}{0,6} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta = 0$$

$$\cos 2\beta - \frac{4}{3} \sin 2\beta = 0$$

$$\cos 2\beta = \frac{4}{3} \sin 2\beta$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\sin^2 2\beta + \cos^2 2\beta = 1$$

$$\operatorname{tg}^2 2\beta + 1 = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

$$\frac{9}{16} + \frac{16}{16} = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

$$\frac{25}{16} = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

$$\cos 2\beta = \frac{4}{5}$$

$$\sin 2\beta = \frac{3}{5}$$

$$\cos 2\beta = 2\cos^2 \beta - 1$$

$$\frac{4}{5} + \frac{5}{5} = 2\cos^2 \beta$$

$$\frac{9}{5} = 2\cos^2 \beta$$

$$\cos^2 \beta = \frac{9}{10}$$

$$\cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}, \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin \beta \cos \alpha \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \sin^2 \beta \right) =$$

$$= \frac{2 \cdot 30^2}{10 \cdot 0,6} \left(\frac{3}{10} - \frac{0,8}{0,6} \cdot \frac{1}{10} \right) =$$

$$= \frac{900}{5 \cdot 0,6} \left(\frac{3}{10} - \frac{8}{60} \right) = 300 \left(\frac{18}{60} - \frac{8}{60} \right) =$$

$$= 300 \cdot \frac{10}{60} = \frac{300}{6} = 50 \text{ м}$$

Ответ: $V_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$S = 50 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

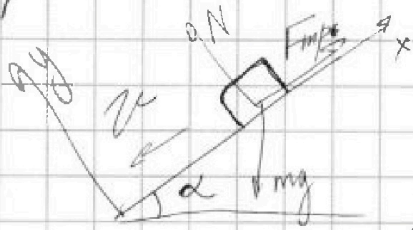
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

13.

Изначально скорость $\uparrow \Rightarrow$ шайба съезжала вниз по плоск., затем оттолкну. от упора и поехала вверх по плоскости.



$$\left\{ \begin{array}{l} y: N = mg \cos \alpha \\ x: ma_1 = mg \sin \alpha - F_{mp} \end{array} \right.$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

из графика: $a_1 = k_1 = \frac{4 \frac{m}{c}}{1c} = 4 \frac{m}{c^2}$



$$\left\{ \begin{array}{l} y: N = mg \cos \alpha \\ x: ma_2 = mg \sin \alpha + F_{mp} \end{array} \right.$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

из графика: $a_2 = k_2 = \frac{12 \frac{m}{c}}{2c} = 6 \frac{m}{c^2}$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \end{array} \right.$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 + 6}{2 \cdot 10} = \frac{10}{2 \cdot 10} = \frac{1}{2}$$



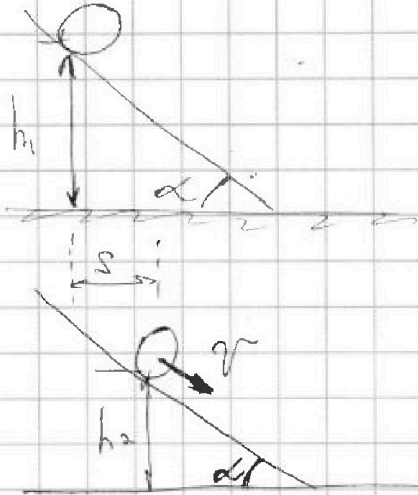
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$E_1 = mgh_1$$

$$E_2 = mgh_2 + \frac{mv^2}{2} + E_{\text{сп}}$$

$$E_1 = E_2 = mgh_1 = mgh_2 + \frac{mv^2}{2} + E_{\text{сп}}$$

$$E_{\text{сп}} = mgh_1 - mgh_2 - \frac{mv^2}{2}$$

энергия сжатия

$$mg(h_1 - h_2) - \frac{mv^2}{2} = E_{\text{сп}}$$

$$\sin \alpha = \frac{h_1 - h_2}{s} \Rightarrow s = \frac{h_1 - h_2}{\sin \alpha}$$

$$g \sin \alpha = \frac{v^2}{2s} = \mu g \cos \alpha$$

$$g \sin \alpha = \frac{v^2}{2s} = \mu g \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~$$u = \frac{a_2 - a_1}{2g \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 10 \sqrt{3}} = \frac{2}{10 \sqrt{3}} = \frac{2}{5 \sqrt{3}}$$

$$2 \cdot g \cdot g \cdot S - v^2 = 2 \cdot u \cdot g \cdot S$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot g \cdot S - 2 \cdot u \cdot g \cdot S = 2 \cdot g \cdot S (g - u)$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 / \left(\frac{5 \sqrt{3}}{5 \sqrt{3}} - \frac{\sqrt{3}}{5 \sqrt{3}} \right)} = \sqrt{20 \left(\frac{5}{5 \sqrt{3}} - \frac{1}{5 \sqrt{3}} \right)}$$

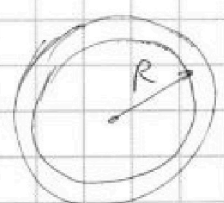
$$= \sqrt{20 \cdot \frac{4}{5 \sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{16}{\sqrt{3}}} = \frac{4}{3^{1/4}} \frac{m}{c}$$

$$= 20 \frac{4 \sqrt{3}}{5} = \frac{4}{3^{1/4}} \frac{m}{c} = \frac{4 \cdot 3^{3/4}}{3} \frac{m}{c}$$~~

$$E_{\text{кр}} = E_{\text{кв}} + E_{\text{кб}}$$

$$E_{\text{кв}} = \int_0^R \frac{dm}{2} v^2$$

$$v^2 = (\omega r)^2$$



$$dm = m_0 \frac{2\pi r \cdot dr}{\pi R^2}$$

$$E_{\text{кв}} = \int_0^R \frac{m_0}{2} \frac{2\pi r \cdot dr}{\pi R^2} \cdot \omega^2 r^2 =$$

$$\int_0^R \frac{m_0 \omega^2}{R^2} r^3 dr = \frac{m_0 \omega^2}{R^2} \cdot \frac{r^4}{4} \Big|_0^R = \frac{m_0 \omega^2 R^2}{4}$$

$$E_{\text{кб}} = \frac{m_0 \omega^2 R^2}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$E_{k1} - E_2 = A_{Fmp}$$

$$m_0 g \Delta h - \frac{m_0 v^2}{2} - \frac{m_0 \omega^2 R^2}{4} - \frac{m_0 \omega^2 R^2}{2} = A_{Fmp}$$

$$m_0 = \frac{3}{4} m_0$$

$$m_0 = \frac{1}{4} m_0$$

$$m_0 g \Delta h - \frac{m_0 v^2}{2} - \frac{3 m_0 v^2}{16} - \frac{m_0 v^2}{8} = A_{Fmp}$$

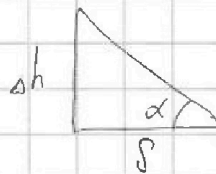
$$m_0 g \Delta h - \frac{13}{16} m_0 v^2 = A_{Fmp} = 0 \quad (\text{м.к. протекания жидкости})$$

$$g \Delta h = \frac{13}{16} v^2$$

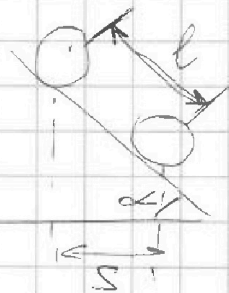
$$\frac{\Delta h}{S} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\Delta h = S \operatorname{tg} \alpha$$

$$\sqrt{\frac{16}{13} g S \operatorname{tg} \alpha} = v$$



$$v = \sqrt{\frac{16}{13} \cdot 10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = 4 \sqrt{\frac{10}{13\sqrt{3}}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 4 \sqrt{\frac{10\sqrt{3}}{39}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$l = \frac{v^2}{2a}$$

$$\cos \alpha = \frac{S}{l}$$

$$l = \frac{S}{\cos \alpha}$$

$$\frac{S}{\cos \alpha} = \frac{v^2}{2a}$$

$$a = \frac{v^2 \cos \alpha}{2S} = \frac{\frac{16 \cdot 10}{13\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{16 \cdot 10}{13 \cdot 4}$$



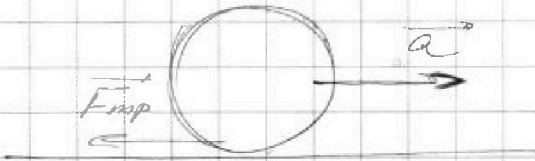
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$a = \frac{4 \cdot 10}{13} = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} \frac{m}{c^2}$$



$$F_{mp} \geq ma$$

$$\mu mg \cos \alpha \geq ma$$

$$\mu \geq \frac{a}{g \cos \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{40 \cdot 2}{13 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}} = \frac{80}{13 \cdot 10 \sqrt{3}} = \frac{8}{13 \sqrt{3}}$$

$$\mu \geq \frac{8}{13 \sqrt{3}}$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = \frac{1}{2}$

2. $v_2 = 4 \sqrt{\frac{10 \sqrt{3}}{39}} \frac{m}{c}$

3. $a = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} \frac{m}{c^2}$

4. $\mu \geq \frac{8}{13 \sqrt{3}}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№4. $V = \text{const} \Rightarrow A = 0$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 = R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right)$$

$$R \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$p = \text{const}$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2 + A =$$

$$= R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) + A =$$

$$= \Delta T_2 \frac{Q}{\Delta T_1} + A$$

$$A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 960 \left(1 - \frac{30}{48} \right) = 960 \cdot \frac{18}{48} =$$

$$= \frac{96}{48} \cdot 180 = 2 \cdot 180 = 360 \text{ Дж}$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

~~№4~~

~~$Q = R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right)$~~

работа
газа

работа
смазочной

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2 + \nu_{He} R \Delta T_2 + \nu_{O_2} R \Delta T_2$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1$$

$$\nu_{He} \left(\frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1 \right) = \nu_{O_2} \left(\frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2 \right)$$

ν_{He}	$= \frac{\frac{5}{2} \cdot 48 - \frac{3}{2} \cdot 30}{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{7}{2} \cdot 48} = \frac{5 \cdot 24 - 7 \cdot 15}{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24} = \frac{120 - 105}{75 - 72}$
ν_{O_2}	$= \frac{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{3}{2} \cdot 48}{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{7}{2} \cdot 48} = \frac{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24}{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24} = \frac{75 - 72}{75 - 72}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{D_{Me}}{D_{O_2}} = \frac{15}{3} = 5$$

$$\frac{D_{Me}}{D_{O_2}} = \frac{N_r}{N_a}$$

$$\frac{D_{O_2}}{D_{Me}} = \frac{N_k}{N_a}$$

$$\frac{D_{Me}}{D_{O_2}} = \frac{N_r}{N_k} = 5$$

Умножим: $A = 360 \text{ Дж}$

$$C_v = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = 5$$



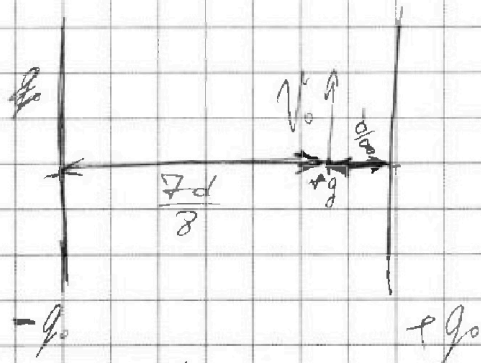
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N5



$$F_1 = \frac{kq_0q_0}{\left(\frac{7d}{8}\right)^2}$$

$$F_2 = \frac{kq_0q_0}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F = \frac{kq_0q_0}{d^2} \left(\frac{64}{49} + 64 \right)$$

$$F = \frac{kq_0q_0}{d^2} \left(\frac{64(49+1)}{49} \right) = \frac{kq_0q_0}{d^2} \cdot \frac{64 \cdot 50}{49} = \frac{3240kq_0q_0}{49d^2}$$

$$ma = F$$

$$a = \frac{v_0^2}{R}$$

$$m \frac{v_0^2}{R} = \frac{3240kq_0q_0}{49d^2}$$

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{3240kq_0q_0}{49d^2} \quad \delta = \frac{q}{m}$$

$$U = \frac{d \cdot F_0}{q} = \frac{d}{q} \cdot \frac{kq_0^2}{d^2} = \frac{kq_0}{d}$$

$$q_0 = \frac{49v_0^2 d^2}{3240kR}$$

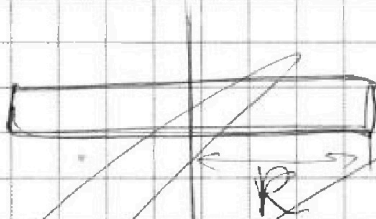


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{1}{2} \int dm v^2 =$$

$$\frac{1}{2} \int_{-R}^R \frac{m}{2R} dr \cdot \omega^2 r^2 =$$

$$dm = \frac{m}{2R} dr$$

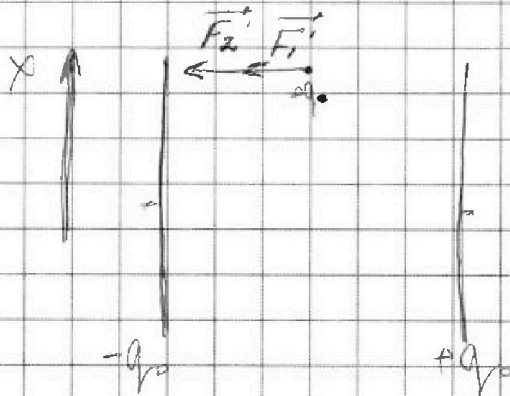
$$\frac{m\omega^2}{4R} \cdot \frac{r^3}{3} \Big|_{-R}^R = \frac{m\omega^2 R^2}{12} \cdot \frac{m\omega^2 R^2}{12}$$

$$J = \frac{m}{2\mu} = \frac{N_1}{Na} \quad 45 = \frac{V_0^2}{20}$$

$$\frac{m}{\mu} = \frac{N_2}{Na} \quad 300 = V_0$$

$$\frac{N_2}{N_1} = 2$$

$$U = \frac{18 \cdot 6 \cdot V_0^2 \cdot d}{3240 \cdot ER \cdot d} = \frac{49 \cdot V_0^2 \cdot d}{3240 \cdot R \cdot d}$$



$$F_1 = F_2 = \frac{4kq_0^2}{d^2}$$

проекции скорости на x не минимальна,
м.л. сила действует только по y

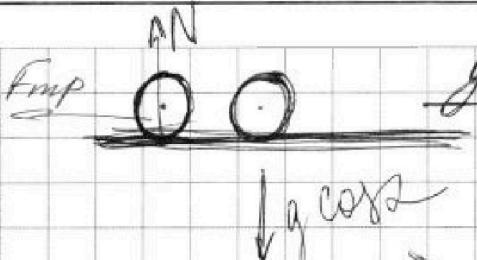
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

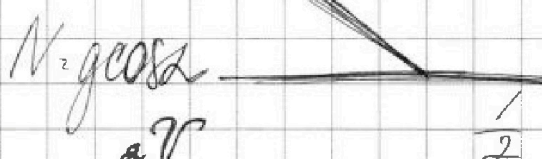


$$E_k = \int \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \int m \omega^2 r^2 dr = \frac{1}{2} m \omega^2 \int r^2 dr = \frac{1}{2} m \omega^2 \frac{R^3}{3} = \frac{m \omega^2 R^3}{6}$$

$$l = \frac{2}{\sqrt{3}} m$$

$$l = 2\pi R \cdot n$$

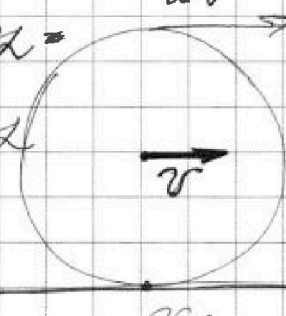
n - кол-во обор.



$$\frac{1}{2} + \frac{3}{16} + \frac{1}{8} =$$

$$m \cdot a = F_{mp} \leq \mu m g \cos \alpha =$$

$$a \leq \mu g \cos \alpha$$



$$a = \frac{dv}{dt}$$

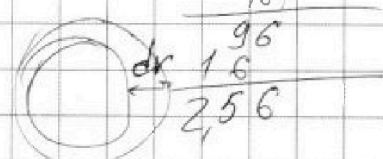
$$= \frac{9}{16} + \frac{3}{16} + \frac{2}{16} =$$

$$= \frac{13}{16}$$

$$m \cdot v = \frac{139}{209}$$

$$\mu \geq \frac{40.2}{13 \cdot 10 \sqrt{3}} \quad g \sin \alpha - \frac{F_{mp}}{m} = a = \frac{v^2}{r}$$

$$\mu \geq \frac{8}{13 \sqrt{3}} \quad E_k = \int \frac{m \omega^2 r^2}{2}$$



$$\frac{8}{13 \cdot 1.7}$$

$$v_i = \omega R$$

$$4 m g \sin \alpha h = \frac{8 m v^2}{24} = \frac{3 m v^2}{4} = \frac{2 m v^2}{24} \cdot 20$$

$$\frac{1}{5 \sqrt{3}} > \frac{8}{13 \sqrt{3}}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \int m_i \omega \cdot R$$

$$4 m g \sin \alpha h = \frac{13}{16} v^2$$

$$\frac{13}{8} > \frac{4}{30} \cdot 1.7 \quad m_i = \frac{m}{\pi R^2} \cdot 2\pi R \cdot dr$$

$$E_k = \frac{1}{2} \int \frac{m}{\pi R^2} \cdot 2\pi R \cdot dr \cdot \omega \cdot R = \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 2} =$$

$$+ \frac{1}{2} \int \frac{m}{\pi R^2} \cdot dr \cdot \omega = \frac{1}{2} = \frac{7}{4}$$



144/6
 12/24
 24/24
 24/6
 144

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

СТРАНИЦА
 ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

черновик

3'
 36
 36
 216
 0 8
 1296

36
 6
 36
 18
 276
 6
 1296

98
 96
 = 8/6

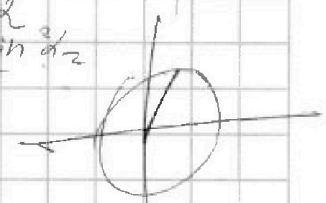
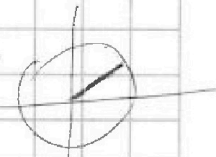
$$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha t \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$= v_0 \sin \alpha \frac{v_0 \sin^2 \alpha}{2g}$$

8/6
 6/20



10/6

$$\tan 2\beta = \frac{10}{6}$$

$$\tan 2\beta = \frac{5}{3}$$

$$450 \cdot 2 = 900$$

1 м
 3 м

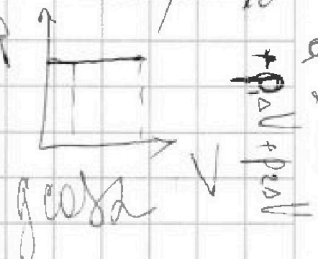
$$\cos^2 30^\circ + \sin^2 30^\circ = 1$$

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

$$\frac{4}{5} = 1 - 2\sin^2 \beta$$

$$2\sin^2 \beta = \frac{1}{10}$$

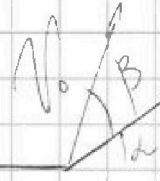
$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{30 \cdot 30}{2 \cdot 10} = \frac{3}{2} \cdot 30 = 45 \text{ м}$$



$$\frac{\sin}{\cos} = \tan$$

1800
 360
 1440

$$\sin = \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{3}{5}$$



$$\frac{60}{360} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{240}{1440}$$

$$s = v_0 \cos \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25}$$

$$2 \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

30
 100/14
 98/98
 2
 14
 7
 98

$$(\sin \beta)' = \cos \beta \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$$

$$2 \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$(\cos \beta)' = -\sin \beta \frac{2-\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{4}{5} = 1 - 2\sin^2 \beta$$

$$2\sin^2 \beta = \frac{1}{10}$$

$$\sin \beta = \frac{1}{10}$$

Q = 2/3 m/s^2 + 5/20 m/s^2 + ...
 + pAV + pAV
 Q = 2/3 m/s^2 + 5/20 m/s^2 + ...
 Q = 2/3 m/s^2 + 5/20 m/s^2 + ...

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



$$Q = \frac{3}{2} p_1 V + \frac{5}{2} p_2 V$$

$$Q =$$

1 2 3 4 5 6 7

7 $p_1 = nk\Delta T$
 $p_2 = nk\Delta T$
 СТРАНИЦА _____ ИЗ _____

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~find~~
 $Q = \frac{3}{2} \Delta p_1 V + \frac{5}{2} \Delta p_2 V$

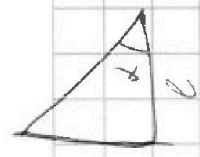
$$10 \cdot \frac{1}{2} - 10 \cdot \frac{1}{5\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$(p_1 + p_2)V = (n_1 + n_2)RT_1$$

$$(p_1 + p_2)V = (n_1 + n_2)RT_2$$

$$\frac{80}{5} = \frac{15}{5}$$

$$\frac{3}{5} \frac{3600}{360} = 10$$



$$\frac{1}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$pV = nRT$$

$$10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} - \frac{x^2}{2} = \frac{10}{5\sqrt{3}}$$

$$\frac{80}{5} = 10 + 6$$

$$R = \left[\frac{2m}{molv \cdot K} \right]$$

$$\frac{20\sqrt{3}}{3} - x^2 = \frac{20}{5\sqrt{3}}$$

$$\left(3 \frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = 3^{\frac{1}{4}}$$

$$x^2 = \frac{20\sqrt{3}}{3} - \frac{20\sqrt{3}}{15}$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$10 = 20 \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$C_v = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$Q = \frac{3}{2} pV + \frac{5}{2} pV$$

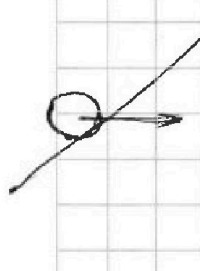
$$p = nkT$$

$$x^2 = 20 \left(\frac{\sqrt{3}}{15} - \frac{\sqrt{3}}{15} \right)^2$$

$$= 20 \frac{4\sqrt{3}}{15} = \frac{16\sqrt{3}}{3}$$

$$4 = 5 - 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{4}$$

$$= \frac{3^{\frac{1}{4}}}{3^{\frac{1}{2}}} = 4 \frac{3^{\frac{3}{4}}}{3^{\frac{1}{2}}}$$



$$\frac{1}{2} \rightarrow 1 = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{4}$$

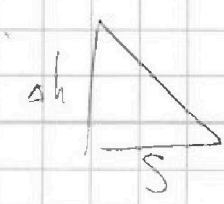
$$\sqrt{4} = \frac{2}{10\sqrt{3}} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

$$\frac{4 \cdot 3^{\frac{3}{4}}}{3^{\frac{1}{2}} \cdot 3^{\frac{3}{4}}} = 2$$

$$g \Delta h = \frac{v^2}{2} = \mu g s$$

$$g s \sin \alpha = \frac{v^2}{2} = \mu g s$$

$$\frac{m v^2}{2} - m g \Delta h = - \mu m g \cos \alpha s$$



$$\sin \alpha = \frac{\Delta h}{s}$$

$$F_{mp} \leq \mu m g \cos \alpha$$