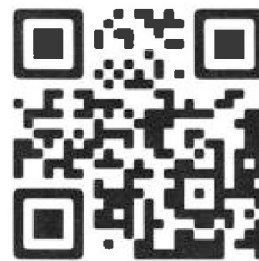




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-03

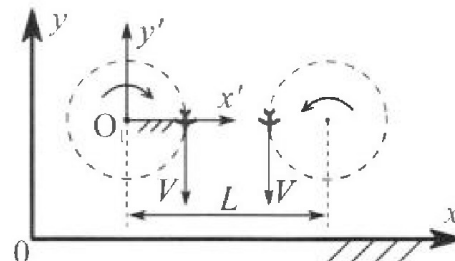
$$\frac{m \cdot m^2}{c^2}$$



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 $V = 60$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

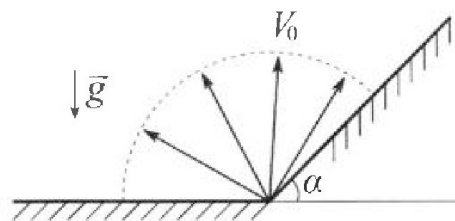
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8$ 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 $\vec{U}$.

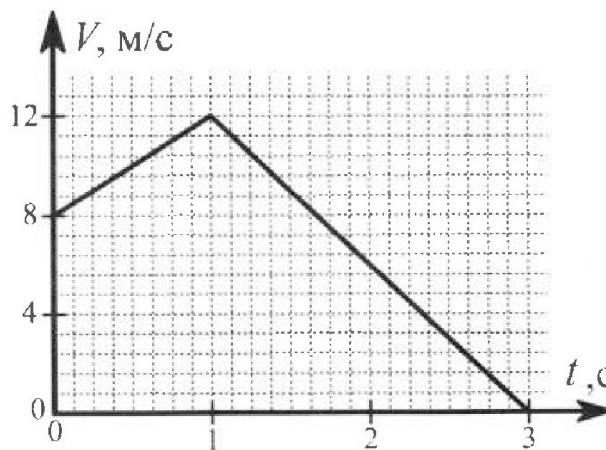
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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?

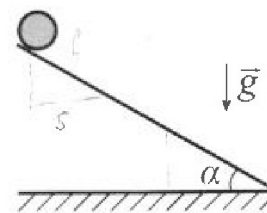
$$v = \omega R = \frac{1}{c} \cdot m$$

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 $g = 10$ м/с².



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 $S = 1$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

$$\cos \alpha = \frac{5}{c} \quad l = \frac{5}{\cos \alpha}$$

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 $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

$$\begin{array}{r} 324 \\ 28 \overline{) 4} \end{array}$$

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 некоторое 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?

$$\begin{aligned} & \frac{2}{120} \quad \frac{24}{120} \quad \frac{70+35}{75} \quad \frac{24}{72} \quad \frac{2}{75} \quad \frac{64}{294} \quad \frac{324}{44} \\ & U = \left[\frac{m \cdot H}{K_H} \right] = \frac{d \cdot F}{q} = \frac{d \cdot K q_0^2}{q_0} \\ & F_0 = \frac{K q_0^2}{d^2} \quad F = \frac{K q_0^2}{\left(\frac{7d}{8}\right)^2} \\ & X = \frac{m^2 H}{K_H^2} = \frac{64 \cdot 49 - 64}{49 d^2} \cdot (6990) \\ & H = X \cdot \frac{K_H^2}{m^2} \end{aligned}$$



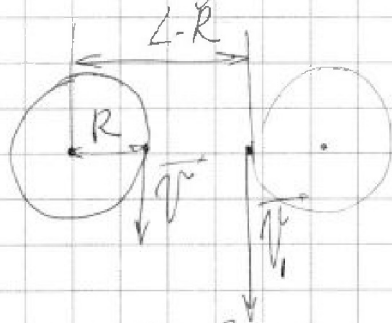
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 француз в сист. L
(как ω находимся с ним на диске):



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

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

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

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

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

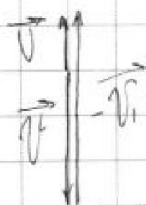
$v_1 = \frac{v(L - R)}{R} = \frac{60(1800 - 360)}{360} = \frac{60 \cdot 1440}{360}$

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

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

$v = v_1 - v = 240 - 60$

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



Ответ: $\delta \approx 50(2 - \sqrt{2})\%$

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



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.

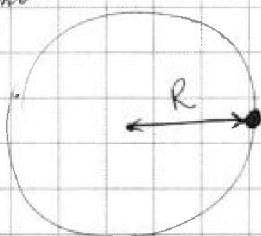
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
из 2

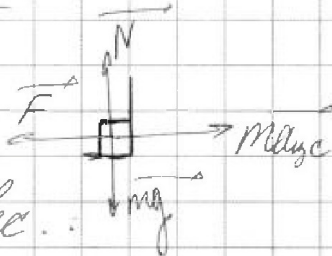
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1.

3 шарика массой
одинаковой,
т.е. все
условия
одинаковые.



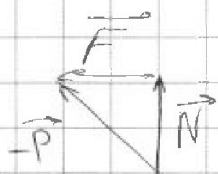
$$a_{цс} = \frac{v^2}{R}$$



усл. равновесия:
 $F = m a_{цс}$

$$m g = N$$

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



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

$$P^2 = (m a_{цс})^2 + (m g)^2$$

$$P = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$$

$$F_{mem} = m g$$

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

$$\sqrt{3/296}$$

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

$$\sqrt{100 + 100}$$

$$10\sqrt{2}$$

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

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

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



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.



$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha - 0}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H \rightarrow \max \Rightarrow \sin^2 \alpha \rightarrow \max \Rightarrow$$

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

$$2gH = v_0^2$$

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

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

~~Diagram showing a projectile launched at an angle alpha from a horizontal surface. The initial velocity vector v_0 is shown at angle alpha to the horizontal. The trajectory is a parabola. The horizontal distance is x, and the vertical distance is y. The angle of the velocity vector at the end of the trajectory is alpha.~~

~~$\tan \alpha = \frac{y}{x}$~~

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

~~$\tan \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha - gt}{v_0 \cos \alpha}$~~

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

~~$2 \tan \alpha v_0 \cos \alpha = 2 v_0 \sin \alpha - gt$~~

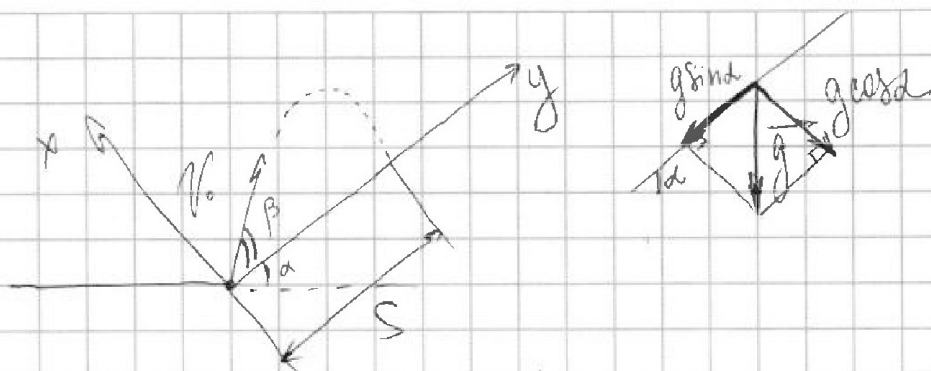
~~$t = \frac{2 v_0 \sin \alpha - 2 \tan \alpha v_0 \cos \alpha}{g}$~~



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!



$$\begin{aligned} y: S &= V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \\ x: 0 &= V_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \end{aligned}$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$\begin{aligned} S &= V_0 \cos \beta \cdot \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4 V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} = \\ &= \frac{2 V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 V_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} \end{aligned}$$

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

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

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

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



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 7

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!

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

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

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

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

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

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

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{3}{4} = \frac{10}{13} \cdot \frac{3}{4}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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.

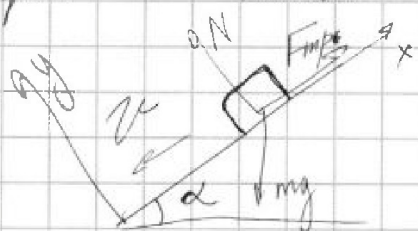
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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.



$$\begin{cases} y: N = mg \cos \alpha \\ x: ma_1 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} \end{cases}$$

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

$$a_1 = \cancel{mg} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

из графика: $a_1 = k_1 = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1 \text{ с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



$$\begin{cases} y: N = mg \cos \alpha \\ x: ma_2 = mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} \end{cases}$$

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

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

из графика: $a_2 = k_2 = \frac{12 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \text{ с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \end{cases}$$

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

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

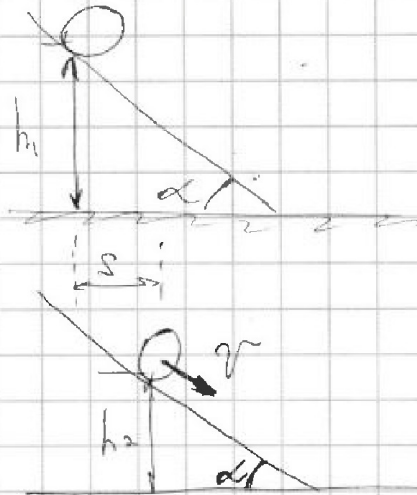
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



$$E_1 = mgh_1$$

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

$$E_1 - E_2 = A_{\text{всп}} = f \cdot s$$

$$f_{\text{всп}} = \mu mg \cos \alpha \quad E_{\text{всп}} - \text{энергия трения}$$

$$mg(h_1 - h_2) - \frac{mv^2}{2} = \mu mg \cos \alpha \cdot s$$

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

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

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

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

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

$$a_2 - a_1 = \mu g \cos \alpha$$



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!

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

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

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

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

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

~~$$= \sqrt{20 \cdot \frac{4 \sqrt{3}}{5}} = \frac{4}{3^{\frac{3}{4}}} \cdot \frac{m}{C}$$~~

~~$$E_{\text{кр}} = E_{\text{кр}} + E_{\text{кр}}$$~~

~~$$E_{\text{кр}} = \int_0^R \frac{dm}{2} \cdot v^2$$~~

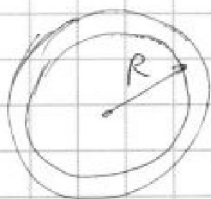
~~$$v^2 = (\omega R)^2$$~~

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

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

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

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





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!

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

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

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

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

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

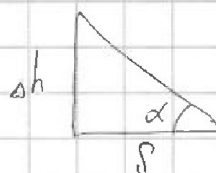
$$m_0 g \Delta h - \frac{13}{16} m_0 v^2 = A_{\text{Fmp}} = 0 \quad (\text{т.к. протаскаем. нет})$$

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

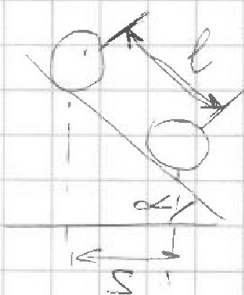
$$\frac{\Delta h}{S} = \operatorname{tg} \alpha$$

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

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



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



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

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

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

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

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

$$= \frac{\frac{16 \cdot 10}{13\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{16 \cdot 10}{13 \cdot 4} = 2$$



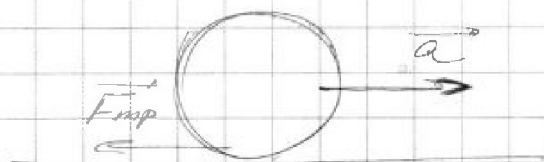
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$2. \frac{4 \cdot 10}{13} = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} \frac{м}{с^2}$$



$$F_{mp} \geq ma$$

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

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

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

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

Ответ: 1. $\sin \alpha = \frac{1}{2}$

2. $v = 4 \sqrt{\frac{10 \sqrt{3}}{39}} \frac{м}{с}$

3. $a = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} \frac{м}{с^2}$

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. $V = \text{const} \Rightarrow A = 0$

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

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

$p = \text{const}$

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

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

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

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

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

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

~~Решение~~

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

~~цикл~~ цикла

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

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

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

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \frac{\frac{5}{2} \cdot 48 - \frac{3}{2} \cdot 30}{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{7}{2} \cdot 48} = \frac{5 \cdot 24 - 3 \cdot 15}{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24} = \frac{120 - 45}{75 - 72}$$



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.

☐☐☐☒☐☐☐

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!

$$\frac{D_{\text{не}}}{D_{\text{ос}}} = \frac{15}{3} = 5$$

$$\frac{D_{\text{не}}}{D_{\text{ос}}} = \frac{N_r}{N_a}$$

$$\frac{D_{\text{ос}}}{D_{\text{не}}} = \frac{N_k}{N_a}$$

$$\frac{D_{\text{не}}}{D_{\text{ос}}} = \frac{N_r}{N_k} = 5$$

$$\text{Умножим: } A = 360 \text{ Дж}$$

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

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



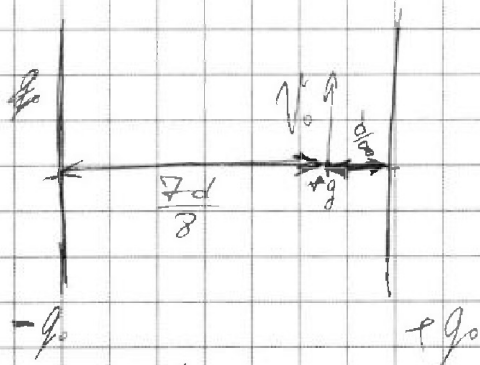
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$F_1 = \frac{k q q_0}{\left(\frac{7d}{8}\right)^2}$$

$$F_2 = \frac{k q q_0}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$



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

$$F = \frac{k q q_0}{d^2} \left(\frac{64(49+1)}{49} \right) = \frac{k q q_0}{d^2} \cdot \frac{64 \cdot 50}{49} = \frac{3240 k q q_0}{49 d^2}$$

$$ma = F$$

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

$$m \frac{v_0^2}{R} = \frac{3240 k q q_0}{49 d^2}$$

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{3240 k q q_0}{49 d^2} \quad \delta = \frac{q}{m}$$

$$U = \frac{d \cdot F_0}{q} = \frac{d}{q} \cdot \frac{k q_0^2}{d^2} = \frac{k q_0}{d}$$

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

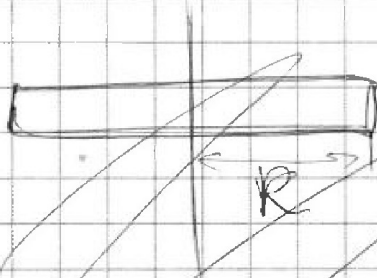


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{1}{2} \int_{-R}^R \rho \omega^2 r^2 dr$$

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

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

$$\frac{m\omega^2}{4R} \cdot \frac{r^3}{3}$$

$$\int_{-R}^R \frac{m\omega^2 R^2}{12} dr$$

$$\frac{m\omega^2 R^2}{12}$$

$$J = \frac{m}{2\mu} = \frac{N_1}{Na}$$

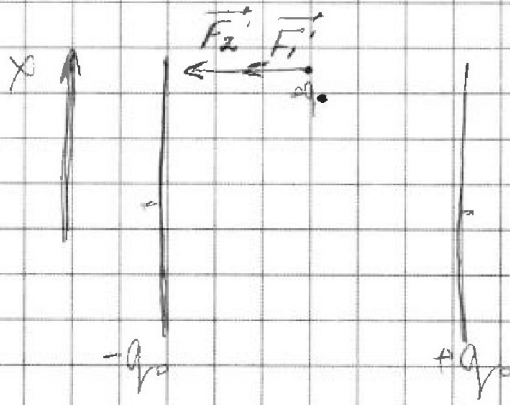
$$\frac{m}{\mu} = \frac{N_2}{Na}$$

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

$$45 = \frac{V_0^2}{80}$$

$$300 = V_0$$

$$U = \frac{1}{2} \cdot \frac{49}{3240} \cdot \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{d} = \frac{49}{3240} \cdot \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{d}$$



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

прямые скорости на x не
линейная,
м.д. силы действуют,
только по y

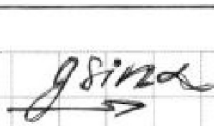
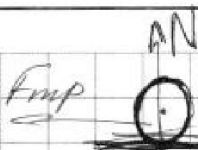


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.

$$l =$$

$$N = mg \cos \alpha$$

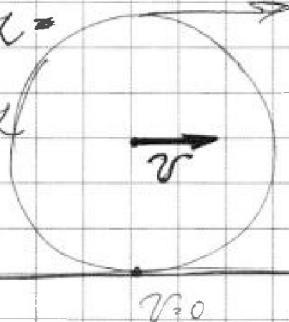
$$a = v$$

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

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

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

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



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

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

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

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

$$\mu \geq \frac{40.2}{13.10\sqrt{3}} \quad g \sin \alpha - \frac{F_{mp}}{m} = a = \frac{v^2}{r}$$

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

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

$$v_i = \omega R$$

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

$$4 m g a h = \frac{8 m v^2}{24} - \frac{3 m v^2}{4} - \frac{2 m v^2}{24} = 20$$

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

$$\frac{13}{8} > 5 \quad \frac{4}{30} \cdot 1.7 \quad m_i = \frac{m}{\pi r^2} \cdot 2\pi r \cdot dr$$

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

m

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

$$+ \frac{1}{2} \int \frac{m}{\pi} \cdot dr \cdot \omega = \frac{1}{2}$$





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.

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

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

$$\begin{array}{r} 3' \\ 36 \\ 36 \\ 216 \\ 08 \\ \hline 1296 \end{array}$$

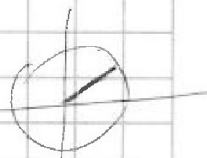
$$\frac{98}{96} = \frac{8}{6}$$

$$h = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

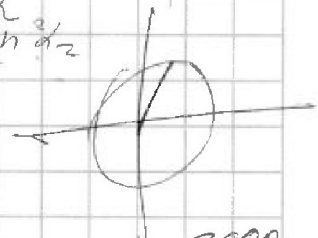
$$V_0 \sin \alpha t \Rightarrow t = \frac{V_0}{g}$$

$$\frac{36}{216}$$

$$\frac{8}{20} = \frac{1}{5}$$



$$h = V_0 \sin \alpha \frac{V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$



$$\frac{10}{6}$$

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

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

$$450 \cdot 2 = 900$$

$$\frac{m}{cm} \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

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

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

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

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

$$\frac{3600}{360}$$

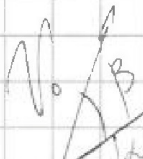
$$\frac{V_0^2}{2g} = \frac{30 \cdot 30}{2 \cdot 10} = \frac{3}{2} \cdot 30 = 45 \text{ m}$$



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

$$\frac{1800}{360} = \frac{1440}{1440}$$

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



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

$$S = V_0 \cos \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

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

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

$$30$$

$$\frac{100/14}{98/98}$$

$$\frac{2}{14}$$

$$\frac{2}{98}$$

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

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

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

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

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

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

$$Q = \frac{3}{2} \mu k_e T_e + \frac{5}{2} \mu_0 k_B T_e + \mu_0 k_B T_e + \mu_0 k_B T_e$$

$$\mu_0 k_B T_e + \mu_0 k_B T_e$$

$$Q = \frac{3}{2} \mu k_e T_e + \frac{5}{2} \mu_0 k_B T_e$$

$$Q = \frac{3}{2} \mu k_e T_e + \frac{5}{2} \mu_0 k_B T_e$$

$$Q = \frac{3}{2} \mu k_e T_e + \frac{5}{2} \mu_0 k_B T_e$$

$$Q = \frac{3}{2} \mu k_e T_e + \frac{5}{2} \mu_0 k_B T_e$$

$$Q = \frac{3}{2} \mu k_e T_e + \frac{5}{2} \mu_0 k_B T_e$$



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.

СТРАНИЦА 7 ИЗ 7

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!

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

$$p_1 V = \nu R T_1$$

$$p_2 V = \nu R T_2$$

$$(p_1 + p_2) V = (\nu_1 + \nu_2) R T_1$$

$$(p_1 + p_2) V = (\nu_1 + \nu_2) R T_2$$

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

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

$$= 5 - 1 = 4$$

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

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{90}{5} = 10 + 6$$

$$Dm = m_{\text{мол}} \cdot X \cdot K$$

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

$$R = \left[\frac{Dm}{m_{\text{мол}} \cdot K} \right]^{\frac{1}{2}}$$

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

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

$$10 = 20 \sin \alpha$$

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

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

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

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

$$p = nkT$$

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

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

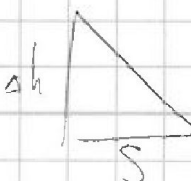
$$\frac{4}{10\sqrt{3}} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

$$\frac{4 \cdot 3^{\frac{3}{4}}}{3}$$

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

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

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



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

$$F_{\text{тр}} \leq \mu m g \cos \alpha$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ 15 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 15 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$90 \quad 100 + 100$$

$$10 \sqrt{2}$$

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

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

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

$$= \frac{16\sqrt{3}}{3}$$

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

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