



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 $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

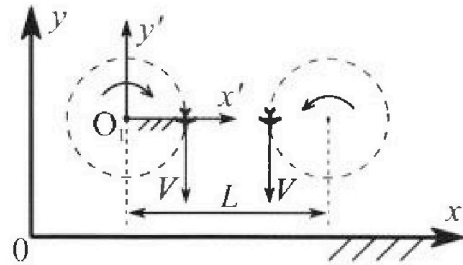
Вариант 10-03



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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

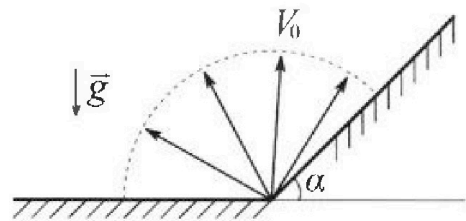
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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

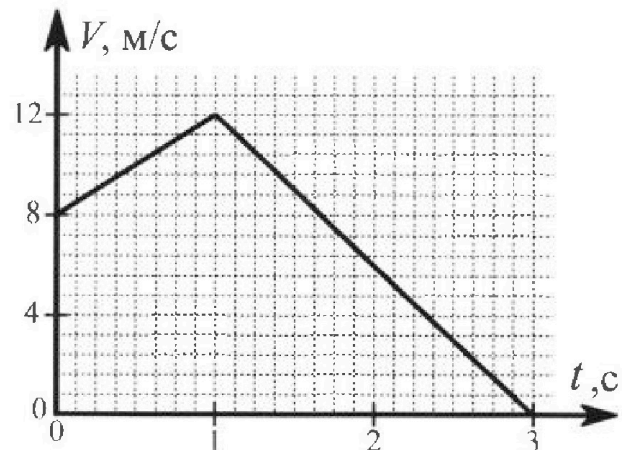
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.



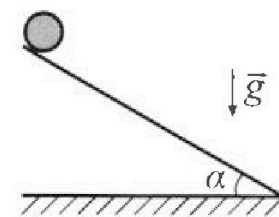
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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?

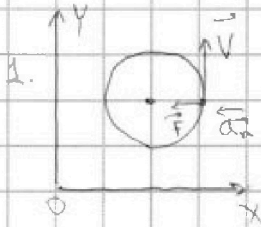


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

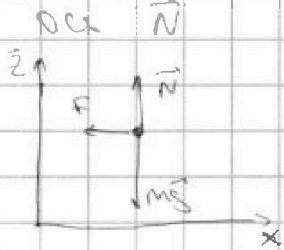


N_1
Обозначим силу ~~нормальную~~ реакции, действующую на шарики в горизонтальной плоскости \vec{F}

Тогда по 2-у.н в проекции на ось Ox.

$$F = ma_n = m \frac{v^2}{R}$$

Обозначим силу реакции, действующую на шарики в проекции на вертикаль.



Тогда по 2-у.н в проекции на вертикаль Oz

$$N = mg$$

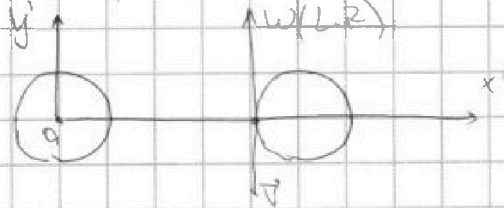
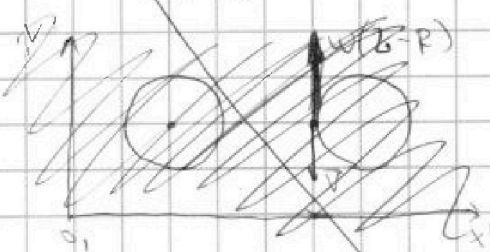
Р. Вес шарики $P = \sqrt{F^2 + N^2} = m \sqrt{a^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$

$$\delta = \left(1 - \frac{mg}{P}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2}}\right) \cdot 100\% =$$

$$= \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2600 \text{ м/с}^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 360 \text{ м}}\right)^2}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot 100\% =$$

$$= 50(2 - \sqrt{2})\%$$

2. Перегнёт в CO первого шарики



$$u_{x'} = 0$$

$$u_{y'} = \omega(b-R) - v = \frac{v}{R}(b-R) - v = v \frac{b-2R}{R} = v \left(\frac{b}{R} - 2\right) =$$

$$= 50 \text{ м/с} \left(\frac{1800 \text{ м}}{360 \text{ м}} - 2\right) = 180 \text{ м/с}$$



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

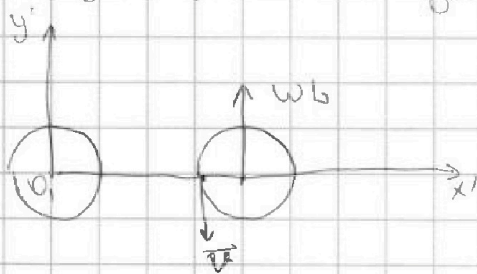
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = 180 \text{ м/с}$$

Ответ: 1. ~~50(2-\sqrt{2})%~~ 2. $u = 180 \text{ м/с}$, напр. вдоль оси O_1y'

2. Перейдем в СО первого пилота тогда центр орбиты, по которой движ. второй пилот, будет находиться с угл. скоростью $\omega = \frac{v}{R}$ против часовой стрелки. Относительно этого центра второй пилот движется ~~со~~ со скоростью u . Вычет от угл. скорости ω получим искомого скорость \vec{u}



$$u = \omega R - v = v \left(\frac{R}{R} - 1 \right) =$$

$$= 60 \frac{\text{м}}{\text{с}} \left(\frac{1800 \text{ м}}{3600 \text{ м}} - 1 \right) = 240 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

По напр.: $\vec{u} = -4\vec{i}$, т.е. вдоль оси O_1y' напр. ось O_1y'

Ответ: 1. ~~50(2-\sqrt{2})%~~ ; 2. $u = 240 \text{ м/с}$ в напр. напр. ось O_1y'



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!

N2

1. Если осколок падает на гориз. пов-ть, то

$$H(v_y) = \frac{v_y^2}{2g} \quad (\text{формула "из времени"})$$

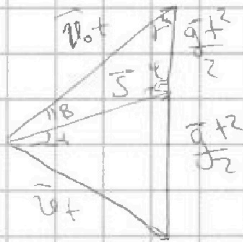
$$\max v_y = v_0 \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g}$$

Если осколок падает на склоне, то $H \leq \frac{v_0^2}{2g}$

Значит max высота достигается при броске вертикально вверх

$$H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 15 \text{м}} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.



$$\gamma = 90^\circ - \alpha$$

$$\delta = 180^\circ - \beta - \gamma = 90^\circ - \alpha + \beta$$

По т. синусов: $\frac{v_0 t}{\sin \gamma} = \frac{g t^2}{2 \sin \beta} = \frac{s}{\sin \delta}$

$$\frac{v_0 t}{\cos \alpha} = \frac{g t^2}{2 \sin \beta} = \frac{s}{\cos(\alpha + \beta)}$$

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

$$\frac{4 v_0^2 \sin^2 \beta}{2 g \cos \alpha \sin \beta} = \frac{s}{\cos(\alpha + \beta)}$$

$$s = \frac{2 v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{ds}{d\beta} \cdot \frac{g \cos^2 \alpha}{2 v_0^2} = \cos \beta \cos(\alpha + \beta) - \sin \beta \sin(\alpha + \beta) = \cos(\beta + \alpha + \beta) =$$

$$= \cos(\alpha + 2\beta)$$

$$\frac{ds}{d\beta} = 0 \quad - \text{условие экстремума}$$

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!

$$\frac{2 \cdot 10^3}{g \cos^2 \alpha} \cos(\alpha + 2\beta) = 0 \Rightarrow 2\beta + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

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

$$\sin \beta = \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) = \sin 45^\circ \cos \frac{\alpha}{2} -$$

$$- \cos 45^\circ \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}} (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$\cos \alpha = 2\cos^2 \frac{\alpha}{2} - 1 \Rightarrow \cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 + \cos \alpha}{2} \Rightarrow \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}$$

$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = 1 - \cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6 \Leftrightarrow \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{0,8}; \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{0,2}$$

$$\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{2}} (\sqrt{\frac{4}{5}} - \sqrt{\frac{1}{5}}) = \frac{1}{\sqrt{10}} \Rightarrow \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\begin{aligned} \cos(\alpha + \beta) &= \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = 0,6 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} - 0,2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \\ &= \frac{9}{5\sqrt{10}} - \frac{4}{5\sqrt{10}} = \frac{1}{\sqrt{10}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } S_{\max} &= \frac{2 \cdot 10^3}{g \cos^2 \alpha} \sin \beta \cos(\alpha + \beta) = \frac{2 \cdot 900 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{36}{100}} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \\ &= \frac{2 \cdot 900}{36} \cdot \frac{100}{2} \cdot \frac{1}{10} = 50 \text{ м} \end{aligned}$$

~~Можно~~ ~~уверенно~~ Можно убедиться, что найденный экстремум - это максимум. Например, $\beta = 0 \Rightarrow S = 0$;

Ответ 1. ~~V_0 = 30 м/с~~ 2. $S = 50 \text{ м}$



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

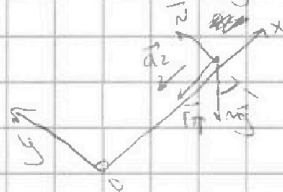
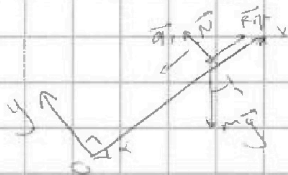
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!

N3

1. ~~Заметим~~ Заметим, что шайба едет ~~по~~ по наклонной, т.к. её скорость на участке от 0 до 1 с увеличивается. Также заметим, что зависимость $v(t)$ линейна $\rightarrow a = \text{const}$.

$a_1 = 4 \frac{m}{c^2}$ - ускорение на участке $[0; 1]c$, т.е. до столкновения
 $a_2 = 6 \frac{m}{c^2}$ - ускорение на участке $(1; 3]c$, т.е. после столкновения



$F_{тр} = \mu N$ (по закону Кулона - Амонтона)

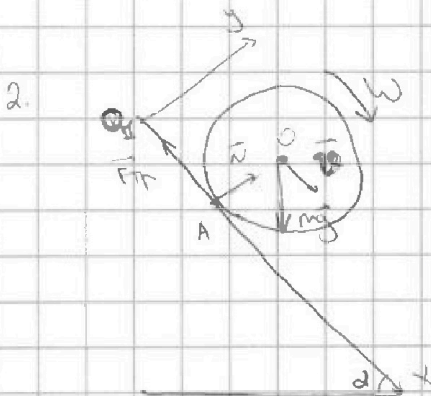
2 з.Н. O_y : $N = mg \cos \alpha$

O_x : $ma_1 = mg \sin \alpha - \mu N$

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

$m(a_1 + a_2) = 2mg \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$

$\sin \alpha = \frac{4 \frac{m}{c^2} + 6 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 2 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$



$F_{тр}$ направ. $\vec{v}_{тр}$, т.к. суммарная момент всех сил ~~от~~ от центра ~~близ~~ близ должен увеличиват ω

$v_A = v - \omega R = 0$ - уса. вниз без проскальз.
 $v = \omega R$

~~Возвращаем~~ Возвращаем массу бочки m

Тогда масса воды в ней равна $n \cdot m$

Вода ли соскачет из бочки \Rightarrow вода трисне нет \Rightarrow

$\Rightarrow \omega R = 0$, т.е. вода внутри бочки не выскочит от центра

(ωR - угл. скорость глик. воды)

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 3

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!

Обозначим момент инерции бочки ~~от~~ от т.О ~~у~~

$I = mR^2$, где R - радиус бочки (+и она тонкостенная)

По ЗСЗ: ~~по~~ $(n+1)mgH = \frac{(n+1)mV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$

$$(n+1)mgS \sin \alpha = \frac{(n+1)mV^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$2(n+1)gS \sin \alpha = (n+2)V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{2(n+1)gS \sin \alpha}{n+2}}$$

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

$$= \sqrt{\frac{10 \frac{m^2}{c^2}}{\sqrt{3}}} = \frac{4}{\sqrt{3}} \frac{m}{c}$$

3. ~~Оцените ускорение бочки~~

3. По ЗСЗ: $2(n+1)gH = (n+2)V^2$

Для малого промежутка времени dt

$$2(n+1)gV dt \sin \alpha = (n+2)V dV \cdot 2$$

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{(n+1)g \sin \alpha}{n+2} = \frac{4 \cdot \frac{1}{2}}{5} \cdot 10 \frac{m}{c^2} = 4 \frac{m}{c^2}$$

4. 2 з.к. где μ, m, c, m О.У: $(n+1)mg \cos \alpha = N$

О.Х: $(n+1)ma = (n+1)mg \sin \alpha + F_{тр}$

$$F_{тр} = (n+1)m(a + g \sin \alpha)$$

Условие отсутствия проскальзывания $F_{тр} \leq \mu N$



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 3

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!

$$4. (n+1)m(-a + g \sin \alpha) \leq M(n+1)mg \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{-a + g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = -\frac{a}{g \cos \alpha} + \tan \alpha = -\frac{n+1}{n+2} \tan \alpha + \tan \alpha =$$
$$= \tan \alpha \cdot \frac{1}{n+2} = \frac{1}{5\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{15}$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = \frac{1}{2}$; 2. $V = \frac{4}{\sqrt{3}}$ м/с; 3. $a = 4$ м/с²;

$$4. \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{15}$$



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!

14

Циклотрасса процесс: начало ТД: $\Delta u = Q - A$

Обозначим кол-во ν_1 и ν_2 молей D_1 , кислорода D_2

Тогда $\frac{1}{2} R \Delta T_1 (3\nu_1 + 5\nu_2) = Q$, т.к. $A = 0$, цикл - обратный
кислород - газ

Циклотрасса процесс: начало ТД: $\Delta u = Q - A$

Тогда $\frac{1}{2} R \Delta T_2 (3\nu_1 + 5\nu_2) = Q + p \Delta V$

По ур-ю Менг-Клар: $p \Delta V = \cancel{R \Delta T_2} (\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_2 (3\nu_1 + 5\nu_2) = Q + (\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_2 (5\nu_1 + 7\nu_2) = Q$$

1. $A = (\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2 = ?$

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_1 (3\nu_1 + 5\nu_2)$$

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 (5\nu_1 + 7\nu_2)$$



$$(3\nu_1 + 5\nu_2) \Delta T_1 = (5\nu_1 + 7\nu_2) \Delta T_2$$

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 (5\nu_1 + 7\nu_2)$$

$$\nu_1 (3\Delta T_1 - 5\Delta T_2) = \nu_2 (7\Delta T_2 - 5\Delta T_1)$$

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 \left(\nu_1 \left(5 + 7 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} \right) \right)$$

$$\nu_2 = \nu_1 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1}$$

$$\nu_1 = \frac{2Q}{R \Delta T_2 \left(5 + 7 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} \right)}$$

$$A = (\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2 = \nu_1 R \Delta T_2 \left(1 + \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} \right) =$$

$$= 2Q \frac{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1 + 3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{5(7\Delta T_2 - 5\Delta T_1) + 7(3\Delta T_1 - 5\Delta T_2)} = 2Q \frac{2\Delta T_2 - 2\Delta T_1}{-4\Delta T_1}$$

$$= Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = 960 \text{ Дж} \cdot \frac{43\text{К} - 30\text{К}}{30\text{К}} = 960 \text{ Дж} \cdot \frac{1}{10} = 96 \text{ Дж}$$

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!

$$2. C_v = \frac{Q}{(D_1 + D_2) \Delta T_1} = \frac{Q R}{A \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{Q R}{Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2}} = R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2}$$

$$C_v = R \frac{30K}{42K + 30K} = \frac{5}{3} R$$

$$3. D_1 = \frac{N_C}{N_A}; D_2 = \frac{N_K}{N_A}$$

$$\frac{N_C}{N_K} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = \frac{7 \cdot 30K - 5 \cdot 42K}{3 \cdot 42K - 5 \cdot 30K} = 5$$

Ответ: 1. ~~$A = 5760 \text{ Дж}$~~ 2. ~~$C_v = \frac{5}{3} R$~~ 3. ~~$\frac{N_C}{N_K} = 5$~~

1 продолжение: $A = D_1 R \Delta T_2 \left(1 + \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1} \right) =$

$$= 2 Q \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{5(7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1) + 7(3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2)} \cdot \frac{2 \Delta T_2 - 2 \Delta T_1}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1} =$$

$$= 2 Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{4 \Delta T_1} = Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \cdot \frac{3}{8} = 360 \text{ Дж}$$

~~2.~~
$$C_v = \frac{Q}{(D_1 + D_2) \Delta T_1} = \frac{Q R}{A \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{Q R}{Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2}}$$

$$= R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = R \frac{30K}{42K + 30K} = \frac{5}{3} R$$

Ответ: 1. ~~360 Дж~~ 2. ~~$\frac{5}{3}$~~ 1. ~~Q~~

1. $A = 360 \text{ Дж}$ 2. $C_v = \frac{5}{3} R$; 3. $\frac{N_C}{N_K} = 5$



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 1

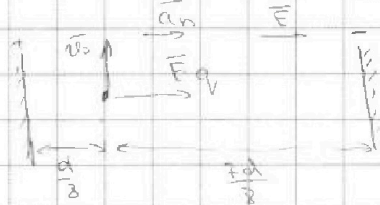
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

NS

1. На катушку действуют 2 сил - сила тяжести \parallel плоскости обкладок и Кулоновская сила \perp плоскости обкладок (т.к. $\vec{E} \perp$ плоскости обкладок). Запишем 2 УИ в проекции на ось \perp плоскости обкладок

$$m a_n = E q$$

$$m \frac{v_0^2}{R} = E q$$



$$U = E d$$

$$\Downarrow \frac{v_0^2}{R} = \frac{U}{d} q \Rightarrow U = \frac{d \cdot v_0^2}{8 R}$$

2. В данной ситуации пренебрежём силой тяжести, т.к.

$$g \ll \frac{E q}{m} \text{ для катушки}$$

Также будем считать Эл. поле обкладок конденсатора однородным как внутри него, так и снаружи

$$\text{Тогда по ЗСЭ: } \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = \frac{3}{4} A_{\text{поле}} = E q \cdot \frac{3}{8} d = \frac{3}{8} U q$$

$$v^2 - v_0^2 = \frac{3}{4} \frac{U}{R} = \frac{3}{4} \frac{v_0^2 d}{R}$$

$$v^2 = v_0^2 \left(1 + \frac{3 d}{4 R} \right)$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3 d}{4 R}}$$

$$\text{Ответ: } 1. U = \frac{d v_0^2}{8 R}, \quad 2. v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3 d}{4 R}}$$

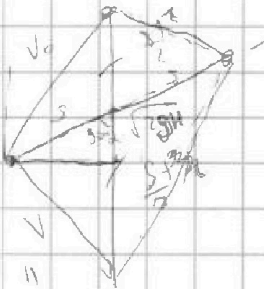


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!



$$S \cdot \frac{s+z}{4} \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{s}{z} = \sqrt{2g \frac{s}{\cos \alpha} \sin \alpha}$$

$$\frac{s^2}{z^2} = 2 \frac{s}{\cos \alpha} \sin \alpha \Rightarrow \frac{s^2}{z^2} = 2 \sin \alpha \cos \alpha \Rightarrow S = 2gt^2 \sin \alpha$$

$$\sqrt{V_0^2 + 2gH}$$

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

$$2 \cdot 0,36 - 1 = 0,72 - 1$$

$$\sin 2\alpha = 2 \cdot 0,36 \cdot 9,81 = \frac{1}{100} \cdot 981 = 9,81$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$$

$$\cos \alpha = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 1$$

$$\cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{\cos \alpha + 1}{2}$$

$$\frac{3}{2} \cdot 360 =$$

$$= 3 \cdot 120 = 360$$

$$2 \cdot 0,36 - 1$$

$$(4) \quad \frac{3}{2} \frac{1}{2} P \Delta T_1 (3D_1 + 5D_2) = Q$$

$$\frac{1}{2} P \Delta T_2 (3D_1 + 5D_2) = Q - P \Delta T_2 (D_1 + D_2)$$

$$\frac{1}{2} P \Delta T_2 (5D_1 + 7D_2) = Q$$

$$A = P \Delta T_2 (D_1 + D_2) = ?$$

~~$$3D_1 + 5D_2$$~~

$$(3D_1 + 5D_2) \Delta T_1 = (5D_1 + 7D_2) \Delta T_2$$

$$D_1 (3\Delta T_1 - 5\Delta T_2) = D_2 (7\Delta T_2 - 5\Delta T_1)$$

$$D_2 = D_1 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1}$$

~~$$Q = \frac{1}{2} P \Delta T_2 (5D_1 + 7D_2) = \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} P \Delta T_2 (5D_1 + 7D_2)$$~~

$$Q = P \Delta T_2 \frac{5D_1 + 7D_2}{2} = P \Delta T_2 (D_1 + \frac{3D_1 + 5D_2}{2} + D_2) = 2A + P \Delta T_2 \frac{2D_1 + 5D_2}{2} =$$

$$= 2A +$$

$$98 \cdot 6 = 600 - 4 \cdot 6 = 576$$

$$\frac{6(7 \cdot 5 - 5 \cdot 8)}{6(3 \cdot 8 - 5 \cdot 5)} = \frac{6(35 - 40)}{6(24 - 25)} = \frac{-30}{-6} = 5$$



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
__ 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!

1



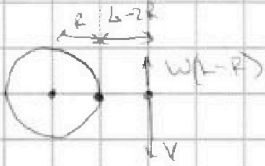
$$m \frac{v^2}{R} = F$$

$$P = \sqrt{T^2 + N^2} = m \sqrt{\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 + g^2}$$

$$\cos \delta = 1 - \frac{mg}{P} = 1 - \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{v^2}{Rg}\right)^2 + 1}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{3600}{360-R}\right)^2}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\delta = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \Rightarrow \delta = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \cdot 100\%$$

2

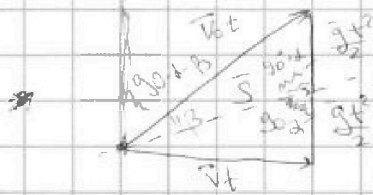


$$v = \frac{v}{R(L-R)} = \frac{v}{R} \cdot \frac{R-L+R}{R} = v \left(2 + \frac{L}{R}\right) = v \left(2 - \frac{1800}{360}\right) = -3v$$

$$\vec{U} = -3v$$

2

$$H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2SH} = \sqrt{20 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$$



$$\frac{gt^2}{2 \sin \beta} = \frac{v_0 t}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{S}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{gt^2}{2 \sin \beta} = \frac{v_0 t}{\cos \alpha} = \frac{S}{\cos(\alpha + \beta)}$$

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



$$x = v_0 \cos \beta t$$

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

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

$$\frac{2v_0^2 \sin \beta \cos(\alpha + \beta)}{g \cos^2 \alpha}$$



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

$$\tan \beta - \frac{gt}{2v_0 \cos \beta} = \tan \alpha \Rightarrow t = \frac{(\tan \beta - \tan \alpha) 2v_0 \cos \beta}{g}$$

$$S =$$

$$\frac{dS}{d\beta} = \cos \beta - \cos(\alpha + \beta) \cdot \sin \beta$$

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \beta \cos(\alpha + \beta)$$

$$= \sin(\alpha + \beta)$$

$$\cos \beta \cos(\alpha + \beta) - \sin \beta \sin(\alpha + \beta) = \sin \beta \cos(\alpha + \beta) - \cos \beta \sin(\alpha + \beta)$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

$$\sin \beta (\cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta) =$$

$$\cos \alpha = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$= \cos^2 \beta \cos \alpha - 2 \sin \alpha \sin \beta \cos \beta - \sin^2 \beta \cos \alpha =$$

$$= \cos \alpha \cos \beta (\cos 2\beta - \sin 2\beta) = \cos \alpha \cos \beta (\cos(\alpha + 2\beta)) = 0 \Rightarrow \alpha + 2\beta = \frac{\pi}{2}$$

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.

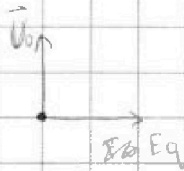


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

5 1



$$E_q = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$d \cdot q = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$v = \frac{d v_0^2}{R \delta}$$

$$0,6 Q = (0,4 + 0,2) R \Delta T_2$$

$$0,6 Q = 0,6 \Delta T_2$$

$$Q = \frac{1}{2} \rho \Delta T_2 (25 \Delta T_2 + 7 \Delta T_2) = 16 \rho \Delta T_2$$

$$(3x + 5y) \cdot 8 = (5x + 7y) \cdot 5$$

$$X = 40y - 35y - 5y$$

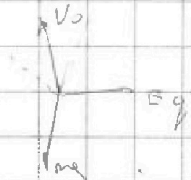
$$-25 + 21$$

$$A = 0,6 \Delta T_2 \rho \Delta T_2$$

$$Q = \frac{1}{2} \rho \Delta T_2 (25 \Delta T_2 + 7 \Delta T_2) = 16 \rho \Delta T_2$$

$$\frac{-25 \Delta T_1 + 21 \Delta T_1}{41 - 52} = \frac{40 \Delta T_1}{-11}$$

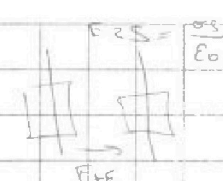
$$E = \frac{v}{c} \epsilon_0$$



$$2. \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2} = E_q \frac{3}{8} d$$

$$\frac{18}{30} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{7}{52} = 5$$



$$F_d = v$$

$$\frac{18}{30} = \frac{3}{5}$$

$$1,6 \cdot 6 = -6 + 3 \cdot 5,6$$

$$16 Q, 6 =$$

$$35$$

$$A = \frac{Q}{10} G = Q \frac{3}{8}$$

$$C_v = \frac{Q}{\frac{1}{2} \rho \Delta T_1} = \frac{16 \Delta T_2}{\frac{1}{2} \rho \Delta T_1} = \frac{32 \Delta T_2}{\rho \Delta T_1} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{18}{42} = \frac{3}{8}$$

