



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

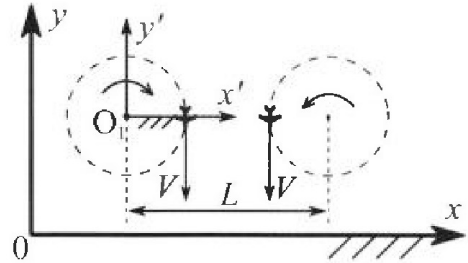
Вариант 10-03

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

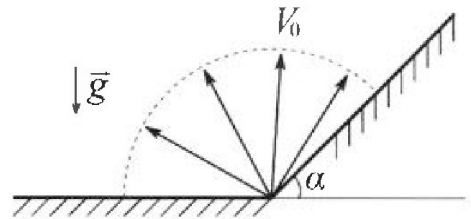
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

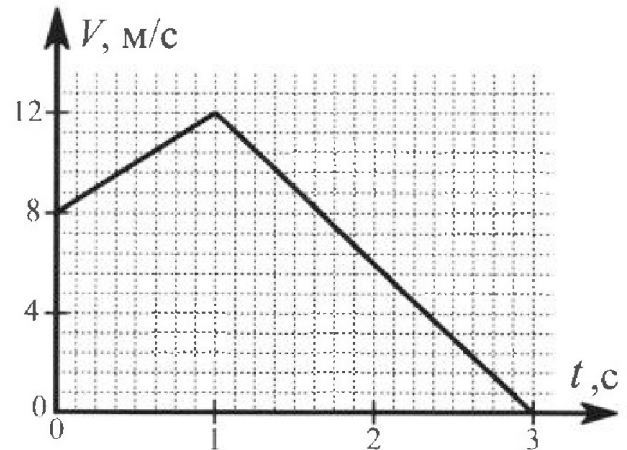
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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.



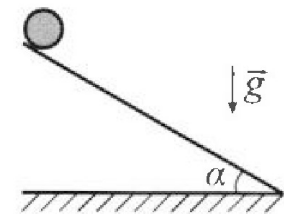
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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?



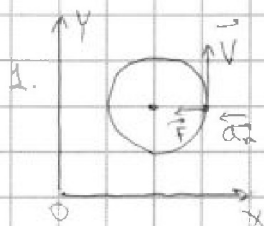
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

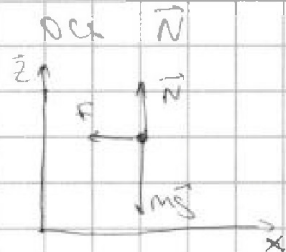


Обозначим силу ~~зависит~~ реакции, действующую на пилота в горизонтальной плоскости $\vec{F}$

Тогда по 2-м в проекции на ось Ox.

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

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



Тогда по 2-м в проекции на вертикаль ось Oy

$$N = mg$$

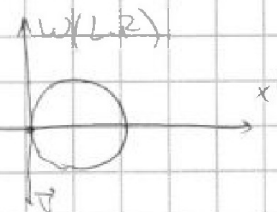
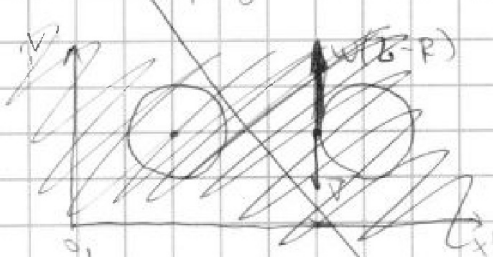
$$P \text{ Вес пилота } P = \sqrt{F^2 + N^2} = m \sqrt{a^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$$

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

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

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

2. Перегнем в СО первого пилота



$$u_{x'} = 0$$

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

$$= 60 \text{ м/с} \left(\frac{1800 \text{ м}}{360 \text{ м}} - 2\right) = 180 \text{ м/с}$$



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.



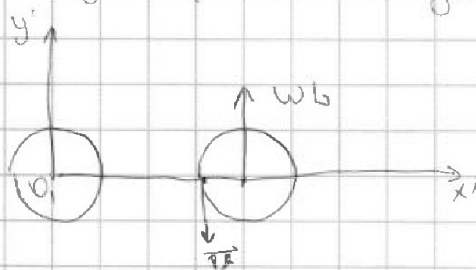
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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 двигаться с угл. скоростью $\omega = \frac{v}{R}$ против часовой стрелки. Относительно этого центра второй пилот движется ~~со~~ со скоростью u . Вычтем эти две скорости и получим искомую 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.: $\vec{u} = -4\vec{e}_y$, т.е. вдоль ~~оси~~ полев. напр. оси O_1y'

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

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

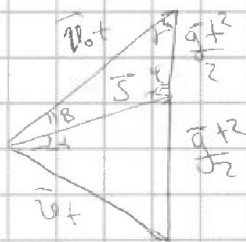
$$\max v_y = v_0 \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g}$$

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.



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

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

$$\text{По т. синусов: } \frac{v_0 \sin \gamma}{\sin \delta} = \frac{g+2}{2 \sin \beta} = \frac{S}{\sin \alpha}$$

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

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

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

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

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

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

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



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!

$$\frac{2102}{g \cos \alpha} \cos(\alpha + 2\beta) = 0 \Rightarrow 2\beta + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

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

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

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

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

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

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = 0,6 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} - 0,8 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} =$$

$$= \frac{9}{5\sqrt{10}} - \frac{4}{5\sqrt{10}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\text{Тогда } S_{\max} = \frac{2102}{g \cos \alpha} \sin \beta \cos(\alpha + \beta) = \frac{2 \cdot 900 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{36}{100}} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 900}{36} \text{ м} = \frac{100}{2} \text{ м} = 50 \text{ м}$$

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

Отв. 1. ~~$V_0 = 30 \text{ м/с}$~~ 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 ☐

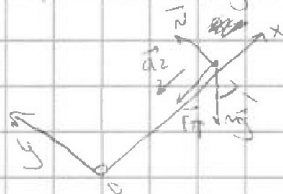
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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.е. её скорость на участке от 0 до 1 с увеличится. Также заметим, что зависимость $v(t)$ линейна $\rightarrow a = \text{const}$.

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



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

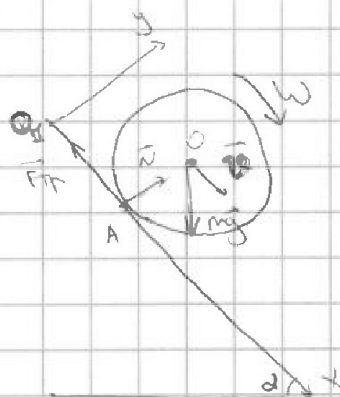
23. Н. O_y : $N = mg \cos \alpha$

O_x : $ma_1 = mg \sin \alpha - \mu N$
 $ma_2 = mg \sin \alpha + \mu N$

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

$$\sin \alpha = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0.5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

2.



$F_{\text{тр}}$ направ. $\vec{v}_{\text{тр}}$, т.е. суммарная момент всех сил ~~хот~~ от центра ~~бюки~~ должен увеличиват ω

$v_A = v - \omega R = 0$ - усл. качения без проскальз.
 $v = \omega R$

~~Возможна~~ Возможна масса бочки m

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

Воду мы считаем н.д. жидкостью $\Rightarrow$ вод. трение нет $\Rightarrow$

$\Rightarrow \omega R = 0$, т.е. вода внутри бочки не вращается от центра (ω - угл. скорость жидк. 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 диска ~~от~~ от т.О ~~и~~ I

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

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

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

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

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 9.8 \cdot 2.4 \cdot \sin 30^\circ \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}{5}} =$$

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

3. ~~Определите ускорение~~

3. По ЗСЭ: $2(n+1)gH = (n+2)v^2$

Для малого промежутка времени dt

$$2(n+1)g v dt \sin \alpha = (n+2)v dv \cdot 2$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{(n+1)g \sin \alpha}{n+2} = \frac{4 \cdot \frac{1}{2}}{5} \cdot 10^3 \text{ м/с}^2 = 4 \frac{M}{c^2}$$

4. 2 з.к. для ц.м. с-м.м. 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!

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

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

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

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!

M4

Циклотр. процесс: Извело ТД: $\Delta u = Q - A$

Обозначим кол-во л/с воды D_1 , кислорода D_2

Тогда $\frac{1}{2} R \Delta T_1 (3D_1 + 5D_2) = Q$, т.к. $A = 0$, цикл - обратный
кислород - продукт

Циклотр. процесс: Извело ТД: $\Delta u = Q - A$

Тогда $\frac{1}{2} R \Delta T_2 (3D_1 + 5D_2) = Q + p \Delta V$

По ур-ю Менг-Клар: $p \Delta V = \cancel{2 R \Delta T_2} (D_1 + D_2) R \Delta T_2$

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

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

$$1. \quad A = (D_1 + D_2) R \Delta T_2 = ?$$

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

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

$$\cancel{3D_1 + 5D_2} \Delta T_1 = \cancel{5D_1 + 7D_2} \Delta T_2$$

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

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

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

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 \left(D_1 \left(5 + 7 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} \right) \right)$$

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

$$D_1 = \frac{2Q}{R \Delta T_2 \left(5 + 7 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} \right)}$$

$$A = (D_1 + D_2) R \Delta T_2 = D_1 R \Delta T_2 \left(1 + \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} \right) =$$

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

$$= Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = 900 \text{ Дж} \cdot \frac{43\text{К} - 30\text{К}}{30\text{К}} = 960 \text{ Дж} \cdot \frac{1}{10} = 96 \text{ Дж}$$



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!

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

$$C_v = R \frac{30K}{420K - 30K} = \frac{5}{3} R$$

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

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

Ответ: 1. $A = 5760 \text{ Вт}$ 2. $C_v = \frac{5}{3} R$ 3. $\frac{N_F}{N_K} = 5$

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

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

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

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

$$= R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = R \frac{30K}{420K - 30K} = \frac{5}{3} R$$

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

1. $A = 360 \text{ Вт}$ 2. $C_v = \frac{5}{3} R$ 3. $\frac{N_F}{N_K} = 5$



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 частицу действуют 2 сил - сила тяжести и плоскости обкладок и Кулоновская сила $\perp$ плоскости обкладок (т.к. $\vec{E} \perp$ плоскости обкладок). Замкнем 23 и 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 книге пренебрежён силой тяжести, т.к.

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

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

Тогда по ЗСЭ: $\frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = \frac{1}{2} A_{поле} = E q \cdot \frac{3}{8} d = \frac{3}{8} U q$

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

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

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

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

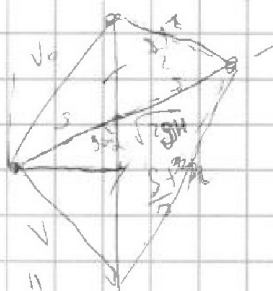


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$S \cdot \frac{s+2}{4} \cdot \cos \alpha$$

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

$$\frac{s^2}{4} = 2s \cos \alpha \Rightarrow s = \frac{2g}{\cos \alpha} \sin \alpha \quad S = 2gt^2 \sin \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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

$$= 3 \cdot 120 = 360$$

$$\sin 2\alpha = 2 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = \frac{1}{100} \cdot 98 = 0,98$$

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

$$(4) \quad \frac{3}{2} \frac{1}{2} R \Delta T_1 (3V_1 + 5V_2) = Q$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_2 (3V_1 + 5V_2) = Q - R \Delta T_2 (V_1 + V_2)$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_2 (5V_1 + 7V_2) = Q$$

$$A = R \Delta T_2 (V_1 + V_2) = ?$$

$$\frac{3V_1 + 5V_2}{2}$$

$$(3V_1 + 5V_2) \Delta T_1 = (5V_1 + 7V_2) \Delta T_2$$

$$V_1 (3\Delta T_1 - 5\Delta T_2) = V_2 (7\Delta T_2 - 5\Delta T_1)$$

$$V_2 = V_1 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1}$$

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 (5V_1 + 7V_2) = \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1} \cdot \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{2} = \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{2}$$

$$Q = R \Delta T_2 \frac{5V_1 + 7V_2}{2} = R \Delta T_2 (V_1 + \frac{3V_1 + 5V_2}{2} + V_2) = 2A, \quad R \Delta T_2 \frac{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}{2} =$$

$$= 2A$$

$$90 \cdot 6 = 600 - 4 \cdot 6 = 596$$

$$\frac{6(25 - 5 \cdot 8)}{6(38 - 5 \cdot 5)} = \frac{25 - 40}{24 - 25} = 5$$



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



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

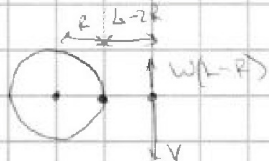


$$P = \sqrt{T^2 + N^2} = m \sqrt{\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 + g^2}$$

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

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

2

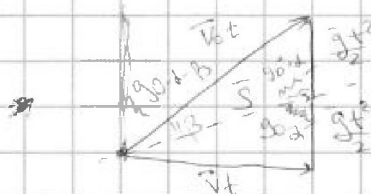


$$V - \frac{v}{R} (L - R) = \frac{v}{R} V \frac{R - L + R}{R} = V \left(2 - \frac{L}{R}\right) = V \left(2 - \frac{1800}{360}\right) = -3V$$

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

2

$$H = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2SH} = \sqrt{20 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$$



$$\frac{gt^2}{2 \sin \beta} = \frac{V_0 t}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{S}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{gt^2}{2 \sin \beta} = \frac{V_0 t}{\cos \alpha} = \frac{S}{\cos(\alpha + \beta)}$$

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



$$x = V_0 \cos \beta t$$

$$y = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$\frac{2V_0^2 \sin \beta \cos(\alpha + \beta)}{g \cos^2 \alpha}$$



$$\frac{V_0 \sin \beta - \frac{gt}{2}}{V_0 \cos \beta} = \tan \alpha$$

$$\tan \beta - \frac{gt}{2V_0 \cos \beta} = \tan \alpha \rightarrow t = \frac{(\tan \beta - \tan \alpha) 2V_0 \cos \beta}{g}$$

$$S =$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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.

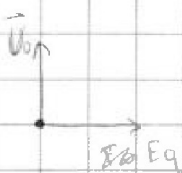
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



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

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

$$0,6Q = 6J_2 R \Delta T_2$$

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 (25J_2 + 7J_2) = 16 R \Delta T_2$$

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

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

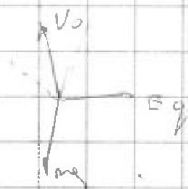
$$-25 + 21$$

$$A = 6J_2 R \Delta T_2$$

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 (25J_2 + 7J_2) = 16 R \Delta T_2$$

$$\frac{15\Delta T_1 + 2(1\Delta T_1)}{4_1 - 5_2} = \frac{40\Delta T_1}{1}$$

$$E = \frac{U}{d}$$



$$2. \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2} = F_q \frac{3}{5} d$$
$$\frac{18}{30} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{1}{52} = 5$$

$$F_d = U$$

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

$$16 \cdot 6 = 96$$

$$16Q, 6 =$$

$$35$$

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

$$C_v = \frac{Q}{\frac{1}{2} R \Delta T_1} = \frac{16 R \Delta T_2}{\frac{1}{2} R \Delta T_1} = \frac{32 \Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{32}{3} = \frac{5}{3}$$

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



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!

