



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

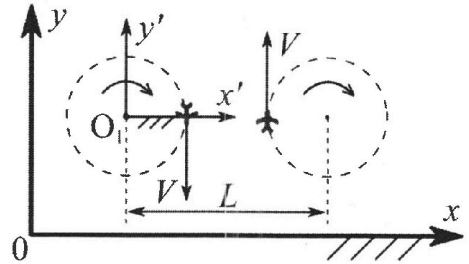
Вариант 10-01

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 $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 800$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

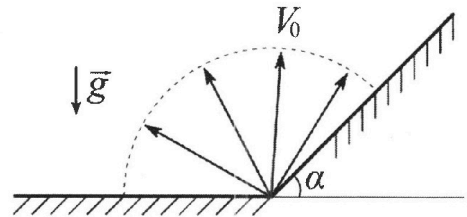
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 2$ 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 $\vec{U}$.

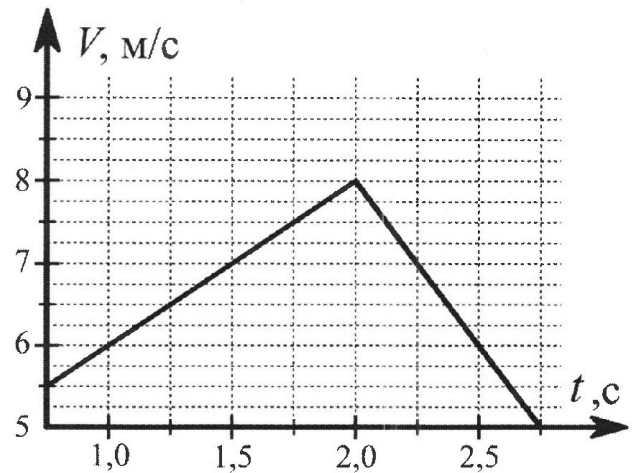
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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?

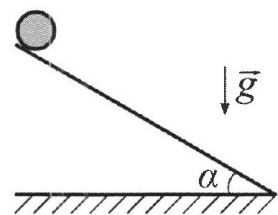
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение 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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h = 0,3$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ 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. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора C , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью V_0 на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот момент времени.

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?



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.

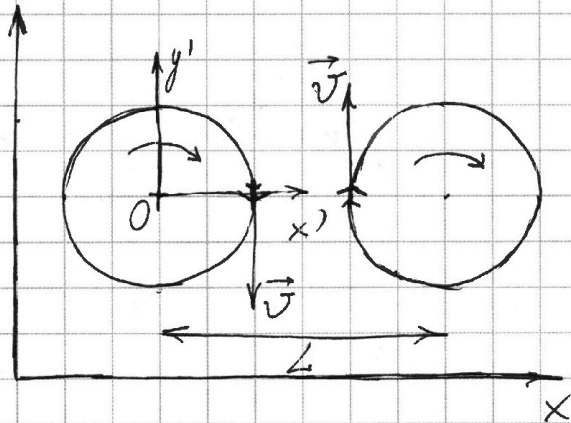


СТРАНИЦА

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!

$N = 1$



Дано: $v = 80 \text{ м/с}$

$R = 800 \text{ м}; g = 10 \text{ м/с}^2$

$L = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$

$\delta = ? ; \vec{N} = ?$

1) ~~Нормальное~~ Нормальное ускорение лётчиков:

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

В момент, показанный на рисунке вес каждого лётчика равен:

$$N = m a_n = m \frac{v^2}{R}$$

Сила тяжести равна соответственно: mg

Тогда

$$N = \frac{(100 + \delta)}{100\%} mg$$

$$\delta = \frac{N - mg}{mg} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{\frac{v^2}{R} - g}{g} \cdot 100\% = \frac{\frac{v^2 - gR}{gR}}{1} \cdot 100\% = 100\% \cdot \frac{80^2 - 8000}{8000} = -20\%$$

т.е. вес лётчиков меньше силы тяжести.



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) Найдём угловую скорость ω вращающейся
системы отсчёта x', y'

$$\omega = \frac{v}{R}; \quad \omega = \frac{30^\circ/\text{с}}{800\text{ м}} = 0,1 \text{ с}^{-1}$$

Скорость второго канала в этой СО
будет равна: $\vec{u} = \vec{v} + \vec{v}_{\text{пер.}}$, где
 $v_{\text{пер.}} = \omega(L-R) = v \frac{L-R}{R}$ и направлена
"вниз" (см. рис.)

Т. е. вектор $-\vec{v}_{\text{пер.}}$ направлен вверх на
рис. и итоговая скорость u , по
модулю равна: $u = v + v \frac{L-R}{R} = \boxed{v \frac{L}{R}}$ и
направлена вверх.

Ответ: $\delta = -20\%$ в момент показанный на
рис.; $\boxed{u = v \frac{L}{R}}; \quad u = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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.

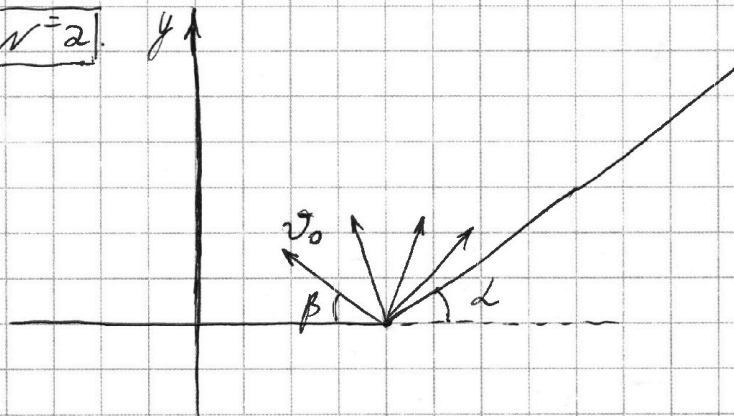


СТРАНИЦА

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!

$$N=2$$



Дано:

$$\alpha = 30^\circ;$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$T = T_{\text{max}} = 9 \text{ с}$$

$$v_0 = ?; \quad \beta = ?$$

- 1) ~~У~~ Ускорение свободного падения направлено ^{вертикально} вниз, поэтому максимальное время полёта достигается, когда осколок возвращается на горизонт. поверхность.

При этом время полёта вычисляется по формуле:

$$t = \frac{2v_y}{g} = \frac{2v_0 \sin \beta}{g}, \text{ где } \beta - \text{угл вект. } v_0 \text{ с горизонтал}$$

t максимально при $\sin \beta = 1$, т.е. $\beta = 90^\circ$

Отсюда находим v_0 :

$$v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \text{ м/с}$$



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 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!

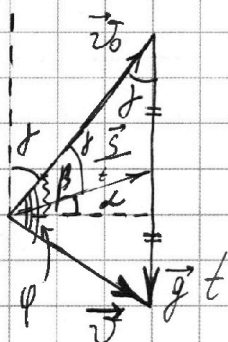
2) Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgS \sin \alpha$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha}$$

v - скорость скачка
при приземлении на
наклон. m - стб.

3) Нарисуем векторный треугольник скоростей:



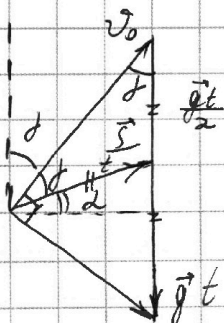
Пусть φ - угол м/у v и v_0

Запишем площадь этого
треугольника двумя способами:

$$S_{\Delta} = \frac{S}{t} \cos \alpha \cdot gt = v_0 v \sin \varphi$$

$$S \cos \alpha \cdot g = v_0 \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha} \cdot \sin \varphi$$

4) Понятно, что для максимизации S нужно
максимизировать $\sin \varphi$, а он достигает
своего максимума при $\varphi = 90^\circ$



Тогда треугольник прямоугольный,
 $\frac{S}{t}$ - его медиана и равно $|\frac{gt}{2}|$,

значит из геометрии: $\beta + \beta + \alpha = 90^\circ$,
где $\beta + \alpha = \beta$ (угол, под которым мы бросали)



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 ☐

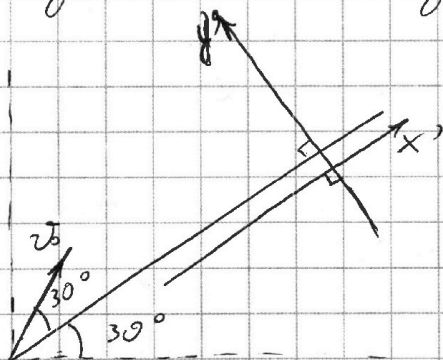
СТРАНИЦА

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!

5) $2\gamma = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \gamma = 30^\circ \Rightarrow \beta = 60^\circ$ (см. рис.)

6)



Введём ось y' и x'
Ускорение будет
равно $g \cos \alpha$ по
относительно оси y' , а

время полёта найдем из следующего ур-ния:

$$2v_{0y'} = g \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ}$$

Перемещение найдем из вект. треугольника:

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

$$S = v_0 t \frac{\sin \beta}{\cos \alpha} = v_0 \frac{2v_0 \sin 30^\circ \cdot \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ \cdot \cos 30^\circ}$$

$$S = \frac{2v_0^2 \tan^2 30^\circ}{g}$$

$$S = \frac{2 \cdot 45^2 \cdot \frac{1}{3}}{10} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 15}{10} = 135 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \text{ м/с}$

$$S = \frac{2v_0^2 \tan^2 30^\circ}{g} = 135 \text{ м.}$$



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.

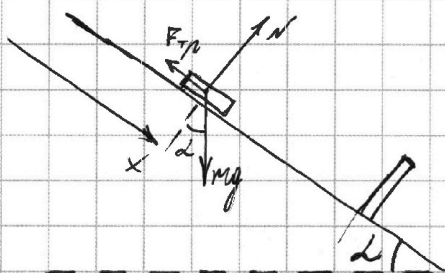


СТРАНИЦА

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!

$$N = 3$$



1) Запомним, что сначала модуль скорости шайбы увеличивался, значит шайба двигалась вниз вдоль плоскости.

Расставим силы на шайбу. Запишем 2-ой з-к Ньютона в проекции на Ox :

$$m a_x = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

Пока шайба движется вниз: $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 2 \frac{m}{c^2}$

После удара: $|a_2| = \frac{|\Delta v_2|}{\Delta t_2} = 4 \frac{m}{c^2}$

2) Уравнения будут выглядеть так:

$$m |a_1| = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

+

$$m |a_2| = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$m (|a_1| + |a_2|) = 2 mg \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{|a_1| + |a_2|}{2g}$$

$$\sin \alpha = \frac{4+2}{2 \cdot 10} = 0,3$$



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.

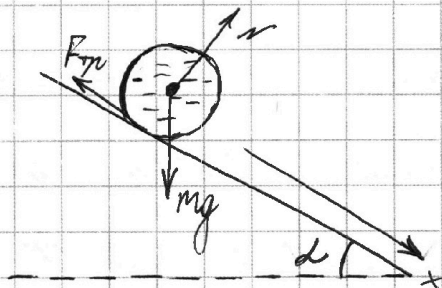
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

3)



По т. Кёнига

кинетическая энергия

Богви будет равна:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2},$$

кинетическая энергия воды $E_b = \frac{mv^2}{2}$

(~~и~~ считаем, что вода не вращается)

Запишем з-н сохр. энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2} - 2mgh = 0$$

Богви можно представить как набор колец,

потому $I = mR^2$; $\frac{I\omega^2}{2} = \frac{m(\omega R)^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$,

т.к. нет проскальзывания.

Тогда

$$\frac{3}{2}mv^2$$

$$= 2mgh \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$$

$$v = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 0,3}{3}} = \sqrt{4} = 2 \text{ м/с}$$

$$v = 2 \text{ м/с}$$

4) Заметим, что движение по

оси x равноускоренное, поэтому верна

формула: $\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x}$



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!

В нашем случае: $v_0 = 0$; $v^2 = \frac{4gh}{3}$;

$$x = h / \sin \alpha$$

Получаем: $a = \frac{2 \cdot 2gh \sin \alpha}{2 \cdot 3 h} = \frac{2gh \sin \alpha}{3} = \frac{2}{3} \frac{gh \sin \alpha}{1} = \frac{2}{3} \frac{gh \sin \alpha}{1}$

5) В данной ситуации ~~длина~~ $\omega R = v \quad \left| \frac{d}{dt} \right|$

$$\frac{d\omega}{dt} R = \dot{v} = a \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} = \frac{a}{R}$$

Запишем ~~здесь~~ ^{отм. 4.4.} ур-е вращательного движения для бочки, когда коэф. трения минимален,

т.е. сила трения достигает предельного значения: $F_{тр} \cdot R = I \frac{d\omega}{dt} \quad (\Sigma M = I \frac{d\omega}{dt})$

$$2 \mu mg \cos \alpha \cdot R = m R^2 \cdot \frac{a}{R} \Rightarrow \mu = \frac{a}{2g \cos \alpha}$$

(здесь использовано, что $N = mg \cos \alpha$); $\mu \geq \frac{a}{g \cos \alpha}$
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \Rightarrow \mu \geq \frac{a}{2g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$

Ответ: $\sin \alpha = [0,3]$; $v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = [2 \text{ м/с}]$

$$a = \frac{2gh \sin \alpha}{3} = \frac{2}{3} \frac{gh \sin \alpha}{1}; \mu \geq \frac{a}{2g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\mu \geq \frac{4 \sin \alpha}{2 \cdot 3 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}; \mu \geq \frac{2}{10 \sqrt{1 - 0,09}}$$



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!

$$\boxed{n=4}$$

Дано: $Q = 600 \text{ Дж}$; $\Delta T_1 = 15 \text{ К}$, $V = \text{const}$
 $\Delta T_2 = 10 \text{ К}$, $p = \text{const}$; $U = \frac{5}{2} pV$

~~A~~ $A = ?$; $C_V = ?$; $\frac{N_F}{N_K} = ?$

Решение: 1) Пусть γ - полное кол-во в-ва.

1) Первое начало термодинамики:

$$Q = A + \Delta U$$

~~$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV$~~ ; если $V = \text{const}$ (изохр. проц),

то $A_1 = 0$, поэтому:

$$Q = \Delta U_1 \Rightarrow Q = \gamma C_V \Delta T_1 \Rightarrow \boxed{C_V = \frac{Q}{\Delta T_1}}$$

~~$C_V = \frac{600 \text{ Дж}}{15 \text{ К}} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$~~

В изобарическом процессе:

$$Q = A + \Delta U_2$$

$$Q = A + \gamma C_V \Delta T_2$$

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

$$\boxed{A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 200 \text{ Дж}}$$



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.



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!

2) Воспользуемся формулой Майера:

$$C_p = C_v + R$$

$$\frac{Q}{\nu \Delta T_2} = \frac{Q}{\nu \Delta T_1} + R$$

$$\frac{Q}{\nu} \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) = R \Rightarrow \nu = \frac{Q}{R} \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right)$$

Тогда подставим ν в уравнение для C_v :

$$C_v = \frac{Q}{\frac{Q}{R} \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) \cdot \Delta T_1} = \frac{R}{\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 1} = \boxed{\frac{R \Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2}} =$$

$$3) \nu = \nu_k + \nu_r = \frac{Q}{R} \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) = 2R \approx \boxed{16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}}$$

Распишем ΔU в изохорическом процессе:

$$\Delta U = \Delta U_r + \Delta U_k = \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_1 =$$

$$= \frac{R \Delta T_1}{2} (3\nu_r + 5\nu_k) = Q$$

$$\text{Тогда } 3\nu_r + 5\nu_k = \frac{2Q}{R \Delta T_1}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu_k + \nu_r = \frac{Q}{R} \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) \end{array} \right.$$

Разделим эти уравнения друг на друга:
(см. след. стр.)



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!

$$\frac{3\dot{V}_F + 5\dot{V}_K}{\dot{V}_F + \dot{V}_K} = \frac{2}{\Delta T_1 \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right)}$$

$$2\dot{V}_F + 2\dot{V}_K = (3\dot{V}_F + 5\dot{V}_K) \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 1 \right) \quad | : \Delta T_2$$

$$2\dot{V}_F \Delta T_2 + 2\dot{V}_K \Delta T_2 = (3\dot{V}_F + 5\dot{V}_K) (\Delta T_1 - \Delta T_2)$$

$$\dot{V}_F (2\Delta T_2 - 3\Delta T_1 + 3\Delta T_2) = \dot{V}_K (5\Delta T_1 - 5\Delta T_2 - 2\Delta T_2)$$

$$\frac{\dot{V}_F}{\dot{V}_K} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1}$$

$$\frac{\dot{V}_F}{\dot{V}_K} = \frac{\frac{N_F}{N_A}}{\frac{N_K}{N_A}} = \frac{N_F}{N_K}$$

Тогда:

(N_A — число Авогадро)

$$\boxed{\frac{N_F}{N_K} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} = 1}$$

Ответ: $A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 200 \text{ Дж} ;$

$$C_V = R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} \approx 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} ;$$

$$\frac{N_F}{N_K} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} = 1 .$$



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.

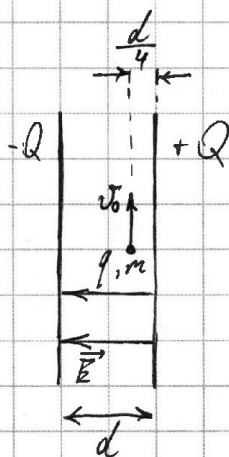


СТРАНИЦА

1 из 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!

$$n=5$$



Дано: $j = \frac{q}{m} > 0$; $Q > 0$; $-Q$;
 C ; d ; v_0 ; $\frac{d}{4}$ | $R = ?$; $v = ?$

$$1) C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \Rightarrow S = \frac{Cd}{\epsilon_0}$$

$$2) E = 2 \cdot \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{Q}{S\epsilon_0} = \frac{Q}{Cd}$$

E - поле внутри конденсатора.
(От каждой обкладки по $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$)

(По т. Гаусса: $\Phi = \frac{QS}{\epsilon_0} = 2E_0 \cdot S$, $\Rightarrow E_0 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$)

3) Тогда на частицу действует сила:

~~$F = k \frac{Qq}{r^2}$~~ $\vec{F} = \vec{E} \cdot q$; $F = \frac{Qq}{Cd}$

Из 2-ого з-на Ньютона:

$$a = \frac{Qq}{Cd}$$

$$4) a = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_0^2}{a} = \boxed{\frac{v_0^2 Cd}{Qj}}$$

5) Пренебрежем полем вне конденсатора



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

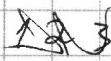
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
___ ИЗ ___

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

Черновик

$$pdV + \left(\frac{c_1}{2} \nu_1 + \frac{c_2}{2} \nu_2\right)$$



$$\frac{5 \cdot 15 - 7 \cdot 10}{5 \cdot 10 - 3 \cdot 15}$$

$$Q = 600 \text{ Дж};$$

$$\Delta T_1 = 15 \text{ K}$$

$$V = \text{const}$$

$$\Delta T_2 = 10 \text{ K}$$

$$p = \text{const}$$

$$2 \Delta T_2 \nu_r + 2 \Delta T_2 \nu_k = (\Delta T_1 - \Delta T_2) (3 \nu_r + 5 \nu_k)$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$\mu mg \cos \alpha R = \mu R^2 \cdot \frac{Q}{R}$$

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{pdV + c_r \nu_r dT}{dT}$$

$$\frac{c}{2} \nu_r R dT$$

$$\mu = \frac{ma}{\mu g \cos \alpha}$$

$$C_v = \frac{dQ}{dT}$$

$$M = \frac{1}{2} \beta$$

$$\mu mg \cos \alpha R$$

$$\frac{Q}{T} \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) = R$$

$$T = \frac{Q}{R} \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right)$$

$$dU = \frac{3}{2} \nu_k R dT + \frac{5}{2} \nu_r R dT$$

$$dU = \frac{dT}{2} (3 \nu_k + 5 \nu_r)$$

$$\frac{Q}{T \Delta T_2} = \frac{Q}{T \Delta T_1} + R$$

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

$$3 \nu_k + 5 \nu_r = \frac{2Q}{R \Delta T_1}$$

$$C_p = \frac{Q}{T \Delta T_2}$$

$$C_p = C_v + R$$

$$2) Q = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) A + C_v \nu A \Delta T_2$$

$$Q = A + (3 \nu_k + 5 \nu_r) \cdot \frac{R}{2} \Delta T_2$$

$$N = mg + \frac{5}{100} mg$$

$$100 \frac{N - mg}{mg}$$



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!

$$n=2 \quad v = \sqrt{\frac{2gh}{3}} = \sqrt{\frac{2g \times \sin \alpha}{3}} = \sqrt{\frac{2g \sin \alpha}{3}} \cdot \sqrt{x}$$

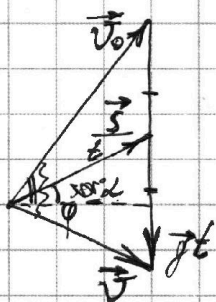
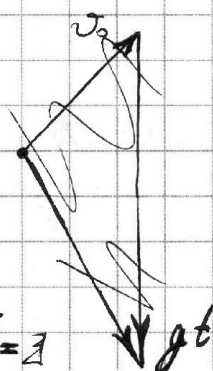
$$\frac{dv}{dt} = \sqrt{\frac{2g \sin \alpha}{3}} \cdot \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$T = T_{\max} = 90$$

$$Q = \frac{35}{pQ}$$

$$\frac{p}{50} = 1$$

$$Q = \frac{35}{pQ}$$



$$dx = v dt$$

$$v = \sqrt{gx}$$

$$S = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2aS}$$

$$n = \frac{0.380}{pQ} = \frac{0.380}{0.2} = 1.9$$

$$S_A = v_0 \cos \varphi \cdot g t = v \cdot v_0 \cdot \sin \varphi$$

$$v_0 \cos \beta \cdot g t = v \cdot v_0 \cdot \sin \varphi$$



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

$$S^2 g^2 \cos^2 \alpha = (v_0^2 - 2gS \sin \alpha) \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \beta$$

$$\frac{0.35}{pQ} = n$$

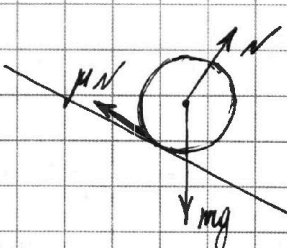
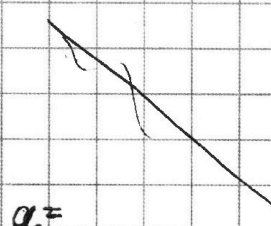
$$S^2 g^2 \cos^2 \alpha + 2gS \sin \alpha \cdot v_0^2 \sin^2 \beta - v_0^4 \sin^2 \beta = 0$$

$$b = n \cdot 1$$

$$Q_1 = 2 \mu C^2$$

$$Q_2 =$$

$$h = 0.3 \mu$$



$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{I \omega^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh \sin \alpha}$$

$$S =$$

$$x = 1.4$$