



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

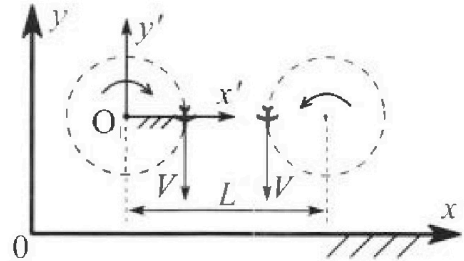
Вариант 10-03



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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

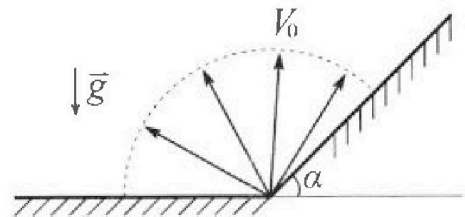
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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

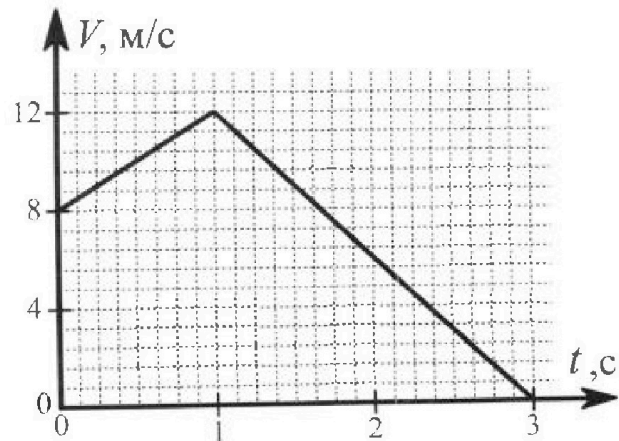
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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



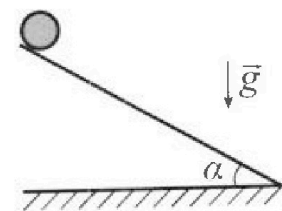
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

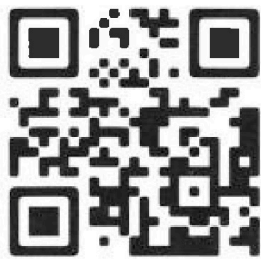


1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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?



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 $\frac{N_{Г}}{N_{К}}$ 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?



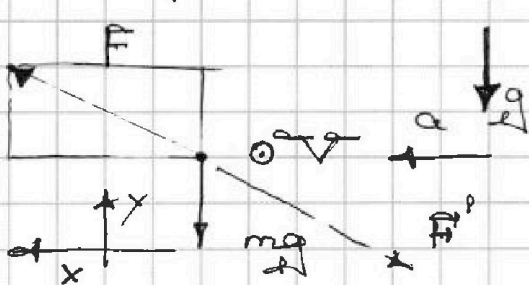
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

1

Вес — это сила, с которой тело действует на опору или подвес. Летящий самолет действует только на одну опору — воздух. Рассмотрим силы, действующие на один из самолетов



Здесь F' — это сила, с которой самолет действует на воздух, т.к. по 3-му закону Ньютона сила с которой воздух

действует на самолет (F') равна по модулю и противоположна по направлению силе, с которой самолет действует на воздух (F)

По 2-му закону Ньютона на ось x
 $F_x = ma$; $F_x = m \frac{v^2}{R}$

По 2-му закону Ньютона на ось y
 $F_y = -mg$

Получаем, по т. Пифагора
 $F = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mv^2}{R}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$

Значит,
 $\delta = \frac{F - mg}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^4}{g^2 R^2}} - 1 =$
 $= \sqrt{2} - 1$

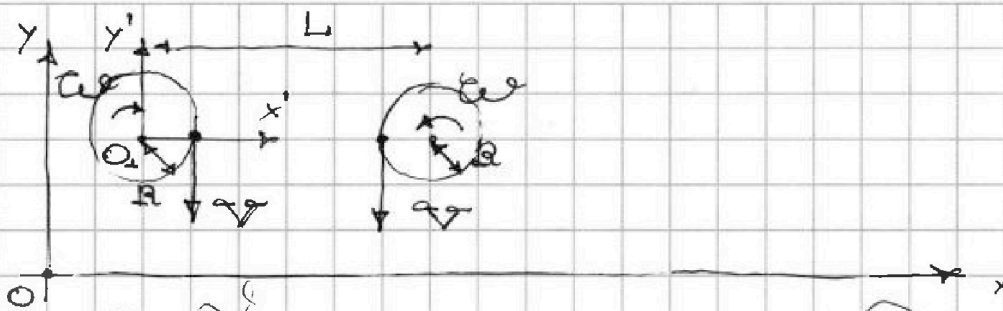


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



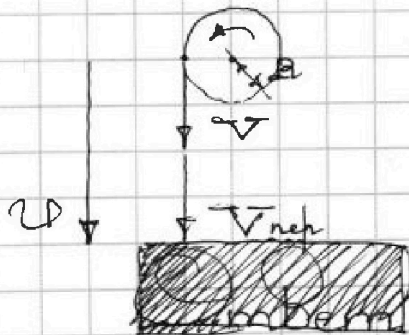
Чтобы найти скорость второго самолета во вращающейся СО, связанной с первым самолетом, необходимо найти ~~английскую~~ ~~скорость~~ ~~вращающейся~~ ~~СО~~, связанной с первым самолетом, в месте, где находится второй самолет. Союз нашел эту скорость $V_{пер}$. Далее по правилу сложения скоростей необходимо ~~вычесть~~ ~~из~~ скорости второго самолета ~~скорости~~, о которой написано выше ~~английскую~~

Из рисунка

$$V_{пер} = \omega(L - R); \quad \omega = \frac{V}{2R};$$

$$V_{пер} = V(L - R) / 2R$$

Получаем,



$$U = V - V_{пер} = \frac{2R - L}{2R} V$$

$$= V \cdot \frac{2R - L}{2R} = 180 \text{ м/с}$$

$\Rightarrow U$ направлена в противоположную сторону, чем на рисунке ее равно по модулю 180 м/с

Ответ $\delta = \sqrt{2} - 1$; $U = 180 \text{ м/с}$ вверх
вдоль оси y



1 2 3 4 5 6 7

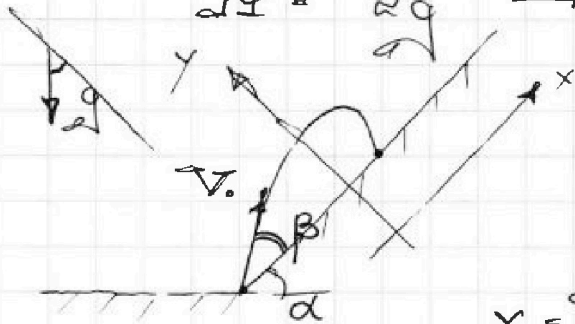
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

2

↑
 Максимальная Высота полета
 будет зависеть от того о каком,
 т.е. ~~какой~~ начальная скорость
 направлена вертикально вверх

Получаем, по формулам кинематики
 $H = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH} = 30 \text{ м/с}$



Проецируя формулы кинематики на оси x, y, получаем

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

Время равно времени полета (τ), когда координата y равняется нулю

$$\begin{aligned} 0 &= V_0 \tau \sin \beta - g \tau^2 \cos \alpha / 2 \\ V_0 \sin \beta &= g \tau \cos \alpha / 2, \text{ т.к. } \tau \neq 0 \\ \tau &= 2V_0 \sin \beta / (g \cos \alpha) \end{aligned}$$

Получаем,

$$x(\tau) = 2V_0^2 \sin \beta \cos \beta - \frac{2V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

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

~~...~~



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!

Чтобы получить максимальную дальность полета дрона, приравняем скорости дрона к скорости ветра, получим $\cos 2\beta = \text{tg } \alpha \cdot \cos \beta$
 $2 \cos^2 \beta = 1 + \text{tg } \alpha \cdot \cos \beta$

Пусть $\cos \beta = a$, тогда
 $2a^2 - 1 = \text{tg } \alpha \cdot a$
 $2a^2 - \text{tg } \alpha \cdot a - 1 = 0$
 $\text{tg } \alpha = \frac{2a^2 - 1}{a}$
 $a_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha}}{2}$

Из условия находим $\sin \alpha = 0,8$; $\cos \alpha = 0,6$; $\text{tg } \alpha = \frac{4}{3}$
 $a_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{1 + \frac{16}{9}}}{2}$

Корень "с минусом" отрицательный, это значит не подходит, следовательно
 $\cos \beta = \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{16}{9}}}{2}$ и $\sin \beta = \frac{1 - \sqrt{1 + \frac{16}{9}}}{2}$

Получаем
 $S = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} (2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta - 2 \cdot \sin^2 \beta \cdot \text{tg } \alpha)$
 $\approx 0,66 \sqrt{4 - \frac{16}{9}} (3 \sqrt{2 + \frac{16}{9}} - 4)$ м

Ответ $V_0 = 30 \text{ м/с}$;
 $S = 0,66 \sqrt{4 - \frac{16}{9}} (3 \sqrt{2 + \frac{16}{9}} - 4)$ м

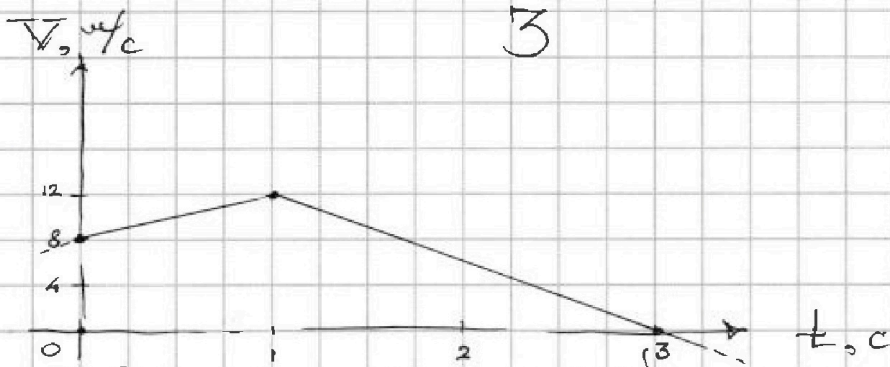


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

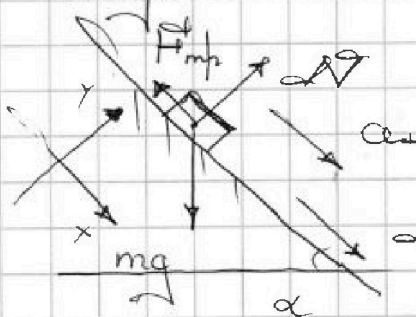


Ускорение шайбы на первом участке пути из графика
 $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$

Ускорение шайбы на втором участке пути из графика
 $a_2 = -6 \text{ м/с}^2$

Сначала скорость шайбы увеличивается, следовательно она скатывается вниз, потом скорость шайбы падает, следовательно она поднимается вверх

Рассмотрим два этих случая по отдельности



Третья часть 2-й ньютона на оси x, y , получаем
 $ma_x = mg \sin \alpha - F_{fr}$
 $N = mg \cos \alpha$; $F_{fr} = \mu N$
 $\Rightarrow a_x = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

Вторая та же самая выкладке для подъема, получаем



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!

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

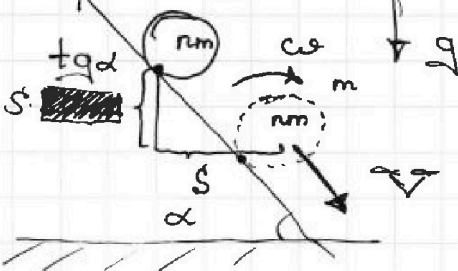
Итак получаем,

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

~~Итак получаем~~ Складывая уравнения, получаем

$$a_1 + |a_2| = 2g \sin \alpha; \sin \alpha = \frac{a_1 + |a_2|}{2g} = 0,5$$

$$\mu = \frac{|a_2|}{g \cos \alpha} - \tan \alpha = 5\sqrt{3}$$



Точка движется без проскальзывания, значит, дуга трения пока работу не совершает

Плюс кость в точке идеальна, значит, при скатывании точка она не вращается, поскольку отсутствуют силы внешнего трения, которые были бы направлены касательно к точке и вызвали бы вращение оси кисти внутри нее

Ито ЗСЭ из рисунка

~~$$m(n+1) g s \cdot \tan \alpha = \frac{1}{2} m(n+1) V^2 + \frac{1}{2} I \omega^2, \text{ где}$$~~

$$\frac{1}{2} m(n+1) g s \cdot \tan \alpha = \frac{1}{2} m(n+1) V^2$$

по условию $\rightarrow V = \sqrt{2gs \cdot \tan \alpha}$

$\rightarrow \sqrt{\frac{20}{\sqrt{3}}} \text{ м/с}$

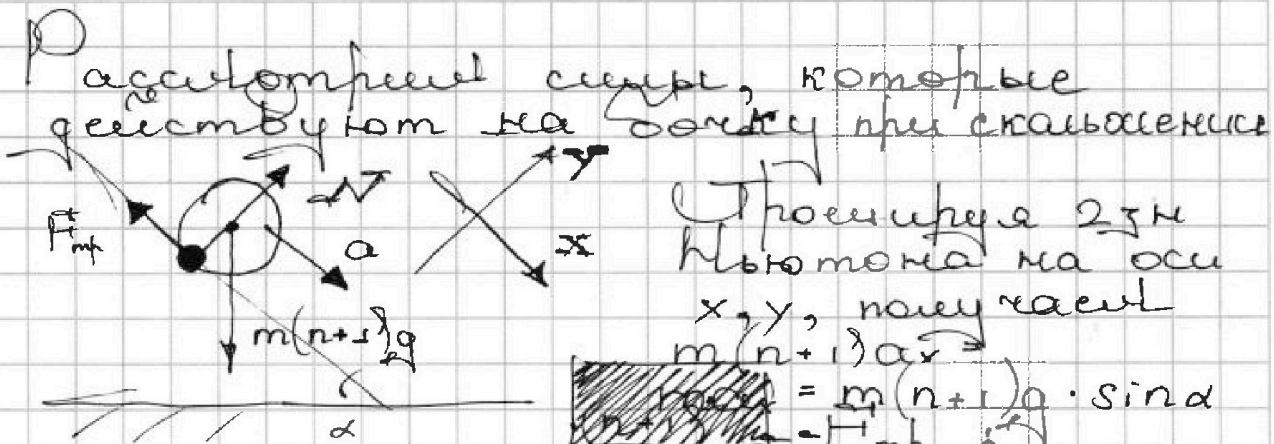


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



где a_x - проекция ускорения центра масс системы "бочка, вода" на ось x , которой находится прямо в центре бочки, так как ее ось, и следовательно однородны

Получаем

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

Получаем, что бочка будет катиться без проскальзывания, когда

$$\mu > \tan \alpha; \mu > \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Объем $\sin \alpha = 0,5$; $V = \sqrt{\frac{20}{\sqrt{3}}} \text{ м}^3$

По формулам кинематики

$$\frac{s}{\cos \alpha} = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{V^2 \cdot \cos \alpha}{2s} = \frac{\mu}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

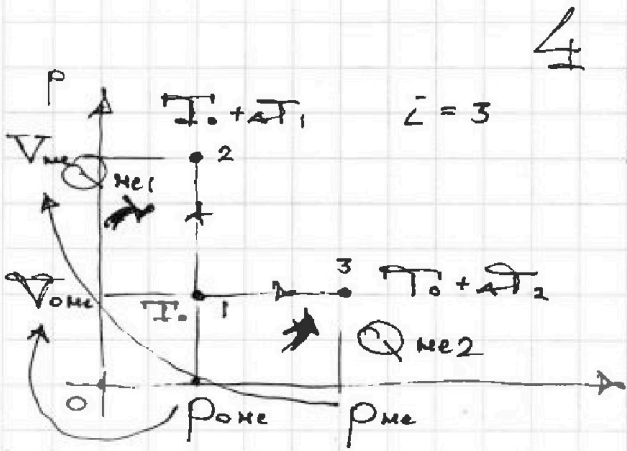


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

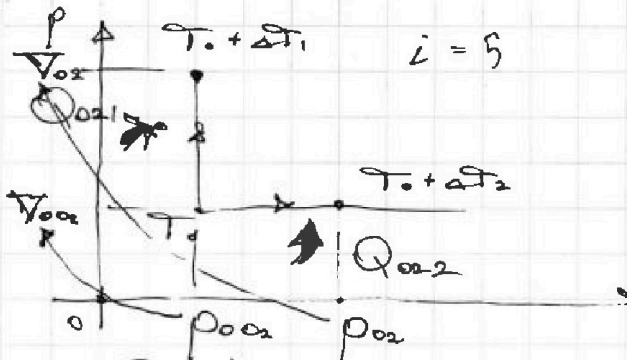
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 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!



картинка двух процессов для гелия



картинка двух процессов для кислорода

Работа смеси газов складывается из работы гелия и кислорода

Работа гелия в изобарическом процессе

$$Q_{He2} = p_{0He} (V_{1He} - V_{0He}) = \nu_{He} p_0 \Delta T_1$$

Работа кислорода в изобарическом процессе

$$Q_{O22} = p_{0O2} (V_{1O2} - V_{0O2}) = \nu_{O2} p_0 \Delta T_2$$

Для гелия и кислорода можно записать для изобарического процесса

$$Q_{He2} = \frac{\nu_{He}}{2} p_0 \Delta T_1 \quad ; \quad Q_{O22} = \frac{\nu_{O2}}{2} p_0 \Delta T_2$$



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
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!

$$\approx 14,9 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Для решения и каленого рода можно записать

$$r_{\text{ме}} = \frac{\Delta T_r}{N_A}; \quad r_{\text{а}} = \frac{\Delta T_k}{N_A} \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta T_r}{N_k} = \frac{r_{\text{ме}}}{r_{\text{а}}} = \frac{110}{24} \approx 4,6$$

~~Ответ $\Delta T \approx 334,1$ Дж;
 $C_v \approx 14,9 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ и $\frac{\Delta T_r}{N_k} \approx 4,6$~~

Ответ $\Delta T \approx 334,1$ Дж;

$$C_v = 2000 / 134 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \approx 14,9 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}};$$

$$\frac{\Delta T_r}{N_k} \approx \frac{110}{24} \approx 4,6$$



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!

Для гелия и кислорода можно записать для изохорного процесса

$$Q_{me1} = \frac{3}{2} \nu_{me} R \Delta T_1; \quad Q_{or1} = \frac{5}{2} \nu_{or} R \Delta T_1$$

Получаем

~~$$\frac{3}{2} \nu_{me} R \Delta T_2 = Q_{me}$$

$$\frac{5}{2} \nu_{or} R \Delta T_1 = Q_{or}$$~~

$$\begin{cases} Q_1 = Q_{me1} + Q_{or1} \\ Q_2 = Q_{me2} + Q_{or2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2Q = 3 \nu_{me} R \Delta T_1 + 5 \nu_{or} R \Delta T_1 \\ 6Q = 5 \nu_{me} R \Delta T_2 + 7 \nu_{or} R \Delta T_2 \end{cases}$$

Решая полученную систему уравнений, получаем

$$\nu_{or} = \frac{Q \cdot (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1)}{2 R \Delta T_1 \Delta T_2} = 831 \text{ моль}$$

$$\approx 0,24 \text{ моль}$$

$$\nu_{me} = \frac{Q \cdot (3 \Delta T_1 - \Delta T_2)}{6 R \Delta T_1 \Delta T_2} = \frac{3800}{2493} \text{ моль}$$

$$\approx 1,5 \text{ моль}$$

Получаем

$$\begin{aligned} \Delta T &= \Delta T_{me} + \Delta T_{or} = (\nu_{me} + \nu_{or}) R \Delta T_2 = \\ &= 334,062 R \approx 334,1 R \text{ Дж} \end{aligned}$$

Для изохорического процесса получаем

$$Q = C_V (\nu_{me} + \nu_{or}) \Delta T_2$$

$$C_V = \frac{Q}{(\nu_{me} + \nu_{or}) \Delta T_2} = \frac{2000 \text{ Дж}}{334 \text{ моль} \cdot R}$$

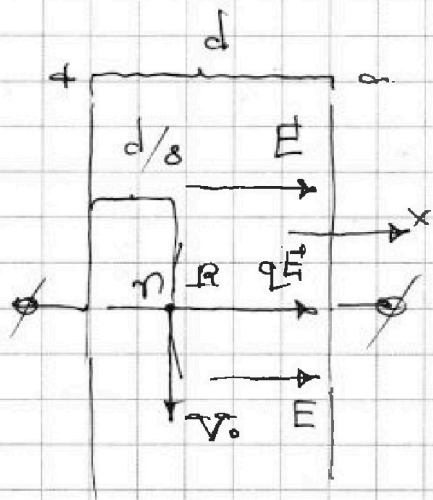
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

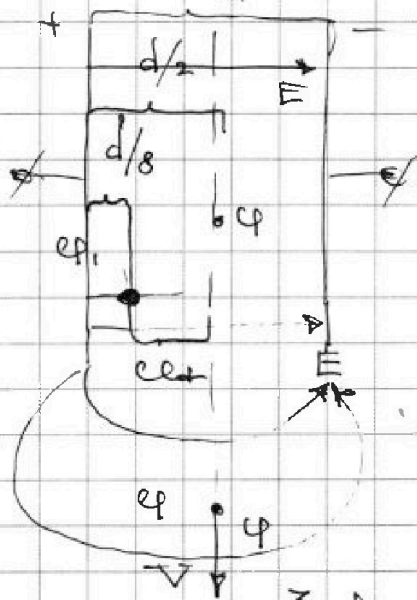


Для плоского конденсатора необходимо написать $E = \frac{q}{d}$

Рассмотрим силы, действующие на частицу

Проверка 2-м Ньютона на ось x , получаем $\frac{dV_0^2}{dx} = qE$; $mR = q \frac{d}{d}$

$$q = nR$$



На серединной плоскости конденсатора потенциал постоянен, так как силовые линии эл. поля конденсатора перпендикулярны плоскости перпендикулярно — значит, это эквипотенциальная поверхность

$$C_{11} = \frac{3}{8} d \cdot \frac{q}{V_0}$$

$$C_{11} = \frac{3}{8} \epsilon_0$$

Получаем из рисунка

То 3СЭ



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!

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{3}{8} q U = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4} \frac{q U}{m}} \quad \text{или} \quad v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4} \frac{q U}{m}}$$

Объем $U = \frac{q R}{r}$;

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4} \frac{q^2 R}{m r}}$$

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!

$$\frac{2 \cdot 960 = 5 \cdot 0,24 \cdot 8,31 \cdot 48}{3 \cdot 8,31 \cdot 48}$$

$$F = ma$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 24 \\ \hline 1662 \\ 9944 \end{array}$$

$$1,34 \cdot 8,31 \cdot 30$$

$$10Q = 15v_{oc} R a T_1 + 25v_{oc} R a T_2$$

$$6Q = 15v_{oc} R a T_2$$

$$2Q = 5v_{oc} R a T_1$$

$$2Q = \frac{2Q - 5v_{oc} R a T_1}{3aT_1}, 5aT_2 +$$

$$7v_{oc} R a T_2$$

$$6Q a T_1 = 10Q a T_2 - 25v_{oc} R a T_1 a T_2$$

$$+ 21v_{oc} R a T_2 a T_1$$

$$v_{oc} (25 R a T_1 a T_2 - 21 R a T_1 a T_2) = \frac{1831}{3324}$$

$$= 10Q a T_2 - 6Q a T_1$$

$$R a T_1 (25 a T_1 - 21 a T_2)$$

$$v_{oc} = \frac{2Q (5 a T_2 - 3 a T_1)}{R a T_1}$$

$$v_{oc} = 2Q$$

$$v_{oc} = \frac{2Q (5 a T_2 - 3 a T_1)}{4 R a T_1 a T_2} \cdot \frac{4 R a T_1 a T_2}{2 (5 a T_2 - 3 a T_1)}$$

$$v_{oc} = 2 R a T_1 a T_2$$

$$150 - 144$$

$$\begin{array}{r} 2000 \ 831 \\ 1662 \ 0,24 \\ \hline 3380 \\ 3324 \\ \hline 5600 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 2Q = 3v_{oc} R a T_1 + \\ 4Q a T_2 = 6v_{oc} R a T_1 a T_2 + 5Q a T_2 - 3Q a T_1 \end{array}$$

$$\frac{960}{2 \cdot 8,31 \cdot 48 \cdot 30}$$

$$\frac{2 \cdot 960}{1 \cdot 8,31 \cdot 48 \cdot 30}$$

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!

Handwritten mathematical work on grid paper, including a diagram of a triangle and various algebraic derivations.

Diagram: A triangle with side lengths 6, 6, and 6. The angle between the two sides of length 6 is labeled α . The height is labeled h . The angle between the height and the base is labeled β . The angle between the height and the other side of length 6 is labeled γ .

Equations and Calculations:

- $\frac{L-R}{R} = \frac{R+L+2A}{R} \Rightarrow \frac{L-R}{R} = \frac{L+R}{R} + \frac{2A}{R}$
- $\frac{L-R}{R} = \frac{L+R}{R} + \frac{2A}{R} \Rightarrow \frac{L-R}{R} - \frac{L+R}{R} = \frac{2A}{R} \Rightarrow \frac{-2R}{R} = \frac{2A}{R} \Rightarrow -2 = 2 \Rightarrow A = -1$
- $\mu = \frac{n+1}{36}$
- $\alpha_x = g(\sin \alpha - \frac{\mu \cos \alpha}{n+1})$
- $2V_0^2 \sin^2 \beta = 2V_0^2 \cos^2 \alpha$
- $\cos(\beta + \beta) = \cos \alpha$
- $\cos(2\beta) = \cos \alpha$
- $2\cos^2 \beta - 1 = \cos \alpha$
- $2\cos^2 \beta = 1 + \cos \alpha$
- $\cos^2 \beta = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$
- $\cos \beta = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}$
- $\beta = \arccos\left(\sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}\right)$
- $\beta = \frac{\alpha}{2}$
- $\alpha = 2\beta$
- $\frac{4}{3} + \sqrt{\frac{16}{9} + 8}$
- $\frac{4}{3} + \sqrt{\frac{16}{9} + 72}$
- $\frac{20}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 2}$
- $\frac{30}{6} = 5$
- $\frac{300}{6} \left(\sqrt{(2+\sqrt{22})(4-\sqrt{22})} - \frac{4(4-\sqrt{22})}{3} \right)$
- $\frac{50}{3} \sqrt{4-\sqrt{22}} \left(\sqrt{2+\sqrt{22}} - 4 \right)$
- $\frac{4}{3} \pm \sqrt{\frac{16}{9} + 8}$
- $\frac{4 \pm \sqrt{16+8}}{12}$
- $\frac{6}{10} \frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{1}{10} = \frac{12-10}{10\sqrt{3}}$



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
__ 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!

$$\sqrt{\frac{L-R}{R}} = \frac{2R-L}{R_3} \sqrt{\quad}$$

$720 - 1800 = - \frac{1080}{360}$ $60 \cdot 3 = 180$



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!

$$P_{me} = \frac{4QaT_2 - 5QaT_2 + 3QaT_1}{6RaT_1aT_2} = \frac{Q(3aT_1 - aT_2)}{6RaT_1aT_2}$$

$$P_{me} = \frac{144 - 30}{6 \cdot 8 \cdot 31 \cdot 48 - 30}$$

$$\begin{array}{r} 3800 \overline{) 2493} \\ - 2493 \\ \hline 070 \\ - 070 \\ \hline 000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 24 \\ \hline 24 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ \times 134 \\ \hline 1206 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 831 \\ \hline 831 \\ + 1662 \\ \hline 1713 \\ + 17130 \\ \hline 171354 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 38 \\ \times 831 \\ \hline 2493 \\ + 3070 \\ \hline 31581 \\ + 315810 \\ \hline 3158130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110 \overline{) 24} \\ - 96 \\ \hline 140 \\ - 140 \\ \hline 000 \end{array}$$

$$1,34 \cdot 20$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 34 \\ \hline 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2000 \overline{) 134} \\ - 134 \\ \hline 000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ \times 458 \\ \hline 1124 \\ + 1832 \\ \hline 11082 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 4508 \\ \hline 241 \\ + 18002 \\ \hline 18006 \\ + 98062 \end{array}$$

$$\frac{d}{2} - \frac{d}{8} = \frac{4d - d}{8}$$