



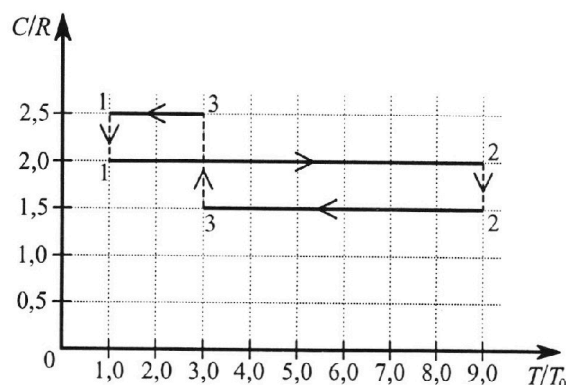
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

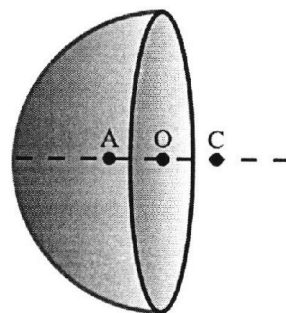


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



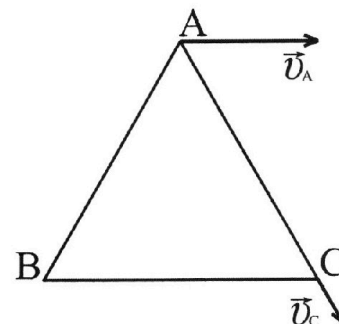
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

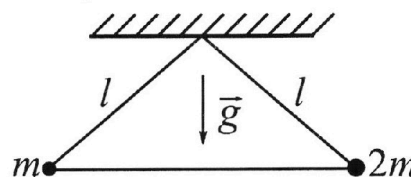
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



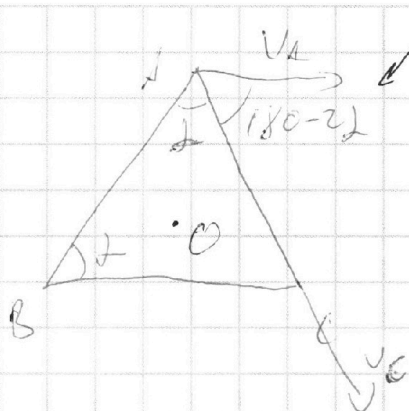
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 4

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



из свойств параллельности
из условия перпендикулярности
прямой AC:

$$V_A \cdot \cos(180-2L) = V_C$$

$$V_A \cdot \cos(180-120) = V_A \cdot \cos 60^\circ = V_C$$

$$L = 60^\circ$$

О.ч.м.

$$V_C = 0,6 \cdot \frac{1}{2} = 0,3 \text{ м/с}$$

ω - угл. скорость
вращения в СО ч.м.

в СО ч.м. треугольник вращается вокруг

ч.м. соответственно, следует:

векторы скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ в СО ч.м. должны
быть перпендикулярны АО и ОС соответственно

а т.к. в СО ч.м. $\vec{V}_A$ уже перпендикулярна ^к
АО, следует, что $\vec{V}_A$ коллинеарна $\vec{V}_C$
векторы $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ параллельны.

Так же, из того, что $AO = OC$, следует, что:

$$\vec{V}_A = \omega \cdot AO \quad \vec{V}_C = \omega \cdot OC = \omega \cdot AO = \vec{V}_A, \text{ т.е.}$$

$$V_C = V_A$$



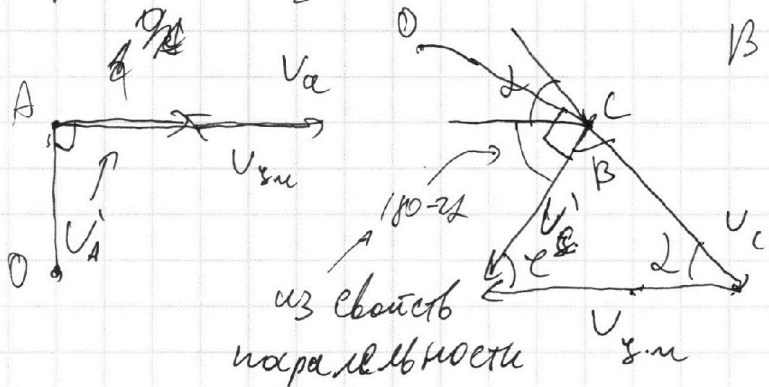
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
2 из 4

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

Для допустим $V_{г.м.}$ - скорость ч.м., тогда
при переносе в нее:



$$\beta + 2 + 180 - 2L = 180$$

$$\beta = 2, \text{ т.е.}$$

$$\epsilon + \beta + 2 = 180$$

$$\epsilon + 2L = 180$$

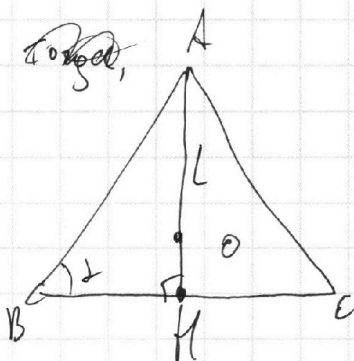
$$\epsilon = 180 - 2L$$

$$\epsilon = 180 - 120 = 60^\circ - \beta = 2, \text{ т.е.}$$

Треугольник со сторонами

$$\vec{V}_c, -\vec{V}_{г.м.}, \vec{V}'_c - \text{р.к.с.}, \text{ т.е.}$$

$$V_c = V_{г.м.} = V'_c = 0,3 \text{ м/с} = V_A$$



т.к. ABC - р.к. AO - биссектриса и медиана.

т.е. O - т. перес. медиан, значит

$$AO = \frac{2}{3} \cdot AH = \frac{2}{3} \cdot AB \cdot \sin 2$$

$$AO = \frac{2}{3} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$



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
4 ИЗ 4

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

$$a_{\text{з.с}} = \frac{0,3^2}{\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,3}$$

$$a_{\text{з.с}} = 0,3 \cdot \sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

а т.к. з.м. - центр СО, а - 'сек. - в СО земли

будет равно цене, т.е. из 2ЗМ: $m_{\text{ам}} = R$, $R = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3 \cdot \sqrt{3} = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$

Ответ: $v_c = 0,3 \text{ м/с}$, $t = \frac{16\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$

$$R = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

~~Ответ: $v_c = 0,3 \text{ м/с}$, $t = \frac{16\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$, $R = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$~~

также - вся сила, т.к. по вертикали все F скомпенсированы, т.е. R - это равнодейств. сила по горизонтали

Ответ: $v_c = 0,3 \text{ м/с}$, $t = \frac{16\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$, $R = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ СТРАНИЦА 1 ИЗ 4

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

т.к. топливо сгорело моментально, фрейерберг сразу ~~получил~~ получил некоторую скорость V_x , и дальше ~~менял~~ ее только под действием $\vec{g}$

тогда:

$$h = V_x t - \frac{g t^2}{2}$$

$$V_x^2 = \frac{h + \frac{g t^2}{2}}{t}$$

$$V_x^2 = \frac{15 + \frac{10 \cdot 1^2}{2}}{1} = 20 \text{ м/с}$$

тогда ~~тогда~~ $t_{\text{макс}} = \frac{V_x}{g}$, $H = \frac{V_x^2}{g} - \frac{g \cdot \frac{V_x^2}{g^2}}{2} = \frac{V_x^2}{2g}$

$$H = \frac{\left(\left(h + \frac{g t^2}{2} \right) \cdot t^{-1} \right)^2}{2g}$$

$$H = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$

т.к. высота H -макс, т.е. верт. скорость 0, т.е.

общ. импульс системы 0 (т.к. из-за скорости $\vec{g}$ фрейерберга не было)

$\frac{m}{2}$ - масса одного осколка

тогда из ЗСЭ: V_1 - скорость второго оск.

$$\frac{m}{2} \cdot V_0 + \frac{m}{2} \cdot V_1 = 0 \quad V_1 = -V_0$$

т.е. $|V_1| = |V_0|$, но $\vec{V}_1$ противно по логик. $\vec{V}_0$ по направл.



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.

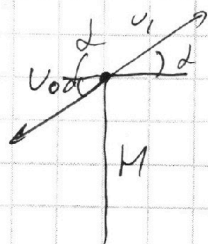
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 из 4

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

система после разрыва:



зарядим вектор

угла 2 , по методу

$\vec{v}_1$ и горизонтал, тогда сист.

$0 \leq 2 \leq \frac{\pi}{2}$, т.к. в инерц. сист. картина эквивалентна этой (взб. ось одинаковы и сист. можно отрезать)

l_1, l_2 - раст. на которые отлетели 1 и 2 осн.

соотв. от. т. разрыва по горизонтали

и t_1, t_2 - время полета после разрыва соотв. первого и второго

θ, π найдём через вёрт. сост. скорости

перед ударом g 1 и 2 осколков (v_{0yk}, v_{1yk})

$$v_{0yk}^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gH$$

$$v_{1yk}^2 - v_1^2 \sin^2 \alpha = 2gH$$

$$\text{т.е. } v_{0yk} = v_{1yk} = \sqrt{2gH + v_0^2 \sin^2 \alpha} = v_y$$

$$t_1 = (v - v_0 \sin \alpha) g^{-1}$$

$$t_2 = (v_1 \sin \alpha + v_y) g^{-1}$$



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

3 ИЗ 4

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

$$r.c \quad L_1 = t_1 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha \quad L_2 = t_2 \cdot v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$S = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = v_0 \cos \alpha \left(\frac{v_y - v_0 \sin \alpha + v_y + v_0 \sin \alpha}{g} \right)$$

$$S = \frac{v_0}{g} \cdot 2v_y \cos \alpha \quad S - \text{макс, когда}$$

$$\cos \alpha \geq 0, \text{ т.к.} \\ 0 \leq \alpha \leq 90^\circ \leq \frac{\pi}{2}$$

$$v_y \cos \alpha - \text{макс}$$

$$v_y \cos \alpha = \sqrt{2gh \cdot \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha} - \text{максимальн,} \\ \text{когда}$$

$$2gh \cdot \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha - \text{макс}$$

$$\left(2gh \cdot \cos^2 \alpha + \frac{v_0^2}{4} \cdot \sin^2 2\alpha \right)' = -2gh \cdot \sin 2\alpha + \frac{v_0^2}{4} \cdot 2 \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha = 0$$

$$= v_0^2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha - 2gh \cdot \sin 2\alpha = 0$$

$$\sin 2\alpha \cdot (v_0^2 \cdot \cos 2\alpha - 2gh) = 0$$

$$\sin 2\alpha = 0$$

$$2\alpha = 0$$

$$2\alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$\cos 2\alpha = \frac{2gh}{v_0^2}$$

$$\cos 2\alpha = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{30^2} = \frac{4}{9}$$



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

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА

4 из 4

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

$$2 \cos^2 \alpha - 1 = \cos 2\alpha = \frac{4}{9}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{13}{18}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{5}{18}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$S = 0 \text{ м}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$S = \frac{20 \cdot 30}{9}$$

$$S = \frac{20}{9} \cdot \sqrt{2gh + v_0^2 \cdot 0}$$

$$S = \frac{2 \cdot 30}{10} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} = 280 \text{ м}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{13}{18}$$

$$S = \frac{20}{9} \cdot \sqrt{2gh} = \frac{20}{9} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20}$$

$$S = \frac{20}{9} \cdot \sqrt{2gh \cdot \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{2 \cdot 30}{10} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot \frac{13}{18} + 30^2 \cdot \frac{13}{18} \cdot \frac{5}{18}}$$

$$S = 6 \cdot \sqrt{\frac{400 \cdot 13}{18} + \frac{900 \cdot 13 \cdot 5}{18 \cdot 18}}$$

$$\sqrt{\frac{2600}{9} + \frac{125 \cdot 13}{9}}$$

$$S = 2 \cdot \sqrt{4225} \text{ м}$$

$$S = 2 \cdot 65 = 130 \text{ м}$$

т.к. α макс ≥ 1 т. экстремума, одна точка орны
из них - максимум на всей области, а т.к.

$$S_3 > S_2 > S_1, S_3 - \text{макс } S, \text{ Ответ: } S = 130 \text{ м}$$

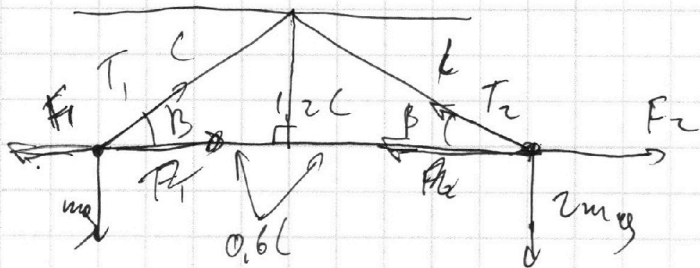


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

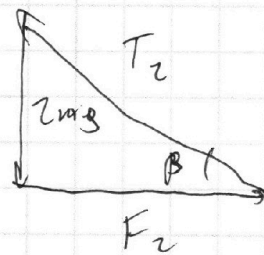
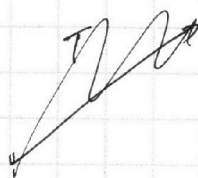
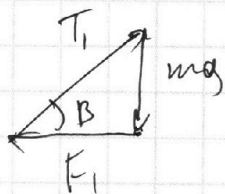
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



т.к. стержень
легкий
 F_1 и F_2 в разн. напр-в.
вектор ноль, иначе
возникнет момент вращения

т.к. в нат. момент шарик поворачивается
сумма сил $\neq 0$:



после отпущения системы у шариков $v=0$, т.е.
 $a_{\text{центр}}=0$, значит их единств. ускорения - это танген-
сальные, т.е. перпендикулярные нити

массой m - легче, чем $2m$
т.к. шарик с меньшей массой, он поднимается, т.к.
система стремится к минимуму $E_{\text{пот.}}$, т.е.
его век. направо



$$\sin \alpha = \sin(\beta + 90) = \cos \beta = \frac{0.6L}{1L} = 0.6$$

Ответ: $\sin \alpha = 0.6$



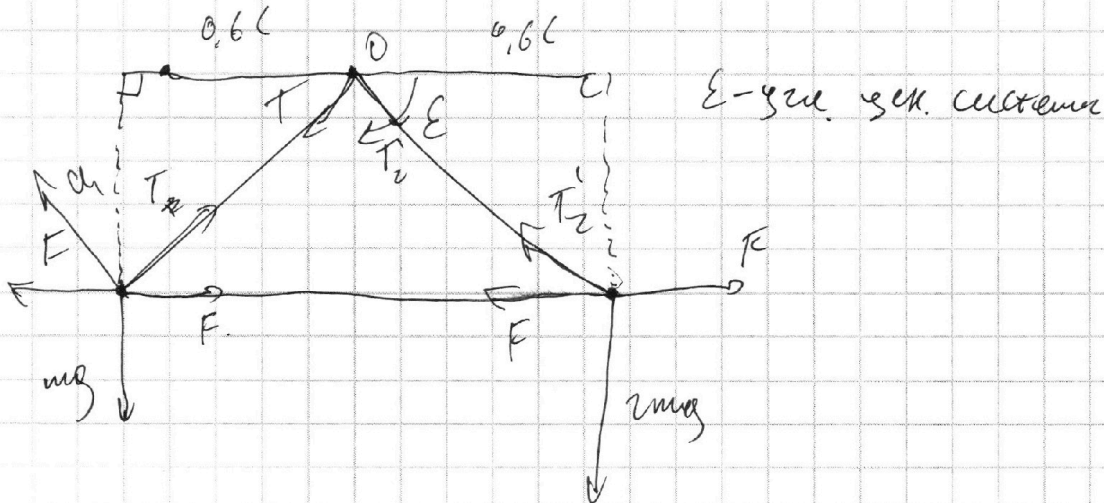
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Запишем сумму моментов на систему отн.
т.О:

$$(2mg - mg) \cdot 0,6L = F \cdot 0,6mgL = I_{\Sigma} \varepsilon = (ml^2 + 2ml^2) \varepsilon$$

на систему действуют только две внеш. силы
не идущ. через т.О, это mg и $2mg$

$$3ml^2 \varepsilon = 0,6 mgl \quad \varepsilon = \frac{g}{5L}$$

$$\text{Тогда } \alpha_1 = \varepsilon L = \frac{g}{5L} \cdot L = \frac{g}{5}$$

$$\text{Ответ: } \alpha_1 = \frac{g}{5} = 2 \text{ м/с}^2$$



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
☐

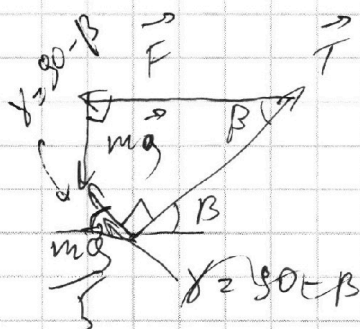
СТРАНИЦА

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!

23H в вект. форме:

$$m\vec{a} = \vec{T} + \vec{F} + m\vec{g}$$



из равенства
проекций
на верт.
 $\sin \gamma = \sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta$

тогда $T \sin \beta = mg + \frac{mg}{5} \sin \gamma$

$$T = \frac{mg}{\sin \beta} \left(1 + \frac{\cos \beta}{5} \right)$$

$$\cos \beta = 0,6$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$T = mg \cdot \frac{1}{0,8} \left(1 + 0,12 \right)$$

$$T = mg \cdot \frac{1,12}{8} \cdot \frac{10^{-2}}{10^{-1}} = 1,4 mg$$

$$T = 1,4 \cdot 10 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 2,8 \text{ H}$$

Ответ: ~~23H~~ $T = 2,8 \text{ H}$



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!

для одноатомного газа $\rightarrow \frac{C_p}{R} = \frac{5}{2} \quad \frac{C_v}{R} = \frac{3}{2}$

C_p, C_v — моляр. теплоемкости при p и V — const
соответственно

C — кол. теплоемкость, C_m — моляр. теплоемкость

т.е. процесс $3 \rightarrow 1$ — изобара, а $2 \rightarrow 3$ — изохора

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU + dA}{dT} = \frac{\frac{dU}{\frac{3}{2} dT}}{\frac{3}{2} dT} = \frac{3}{2} R \left(1 + \frac{p \cdot dV}{\frac{3}{2} R dT} \right)$$

$$\frac{C_m}{R} = \frac{3}{2} + \frac{p \cdot dV}{p \cdot dV + p \cdot dV}$$

$$\frac{C_m}{R} \cdot p \cdot dV + \frac{C_m}{R} \cdot d p \cdot V =$$

$$= \frac{3}{2} p \cdot dV + \frac{3}{2} d p \cdot V + p \cdot dV$$

$$p \cdot dV \left(\frac{C_m}{R} - \frac{5}{2} \right) = V \cdot d p \left(\frac{3}{2} - \frac{C_m}{R} \right)$$

$$\int_{V_0}^{V_k} \frac{dV}{V} \cdot \left(\frac{C_m}{R} - \frac{5}{2} \right) = \int_{p_0}^{p_k} \frac{d p}{p} \cdot \left(- \left(\frac{C_m}{R} - \frac{3}{2} \right) \right)$$

$$\ln \left(\frac{V_k}{V_0} \right) \left(\frac{C_m}{R} - \frac{5}{2} \right) = \ln \left(\frac{p_0}{p_k} \right) \left(\frac{C_m}{R} - \frac{3}{2} \right)$$

$$\text{т.е.} \quad \left(\frac{V_k}{V_0} \right)^{\frac{C_m}{R} - \frac{5}{2}} = \frac{p_0}{p_k}$$

$$p_k \cdot V_k^{\frac{C_m}{R} - \frac{5}{2}} = p_0 \cdot V_0^{\frac{C_m}{R} - \frac{5}{2}}$$



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!

$$n = \frac{\frac{C_m}{R} - \frac{5}{2}}{\frac{C_m}{R} - \frac{3}{2}}$$

, тогда

$$p_0 V_0^n = p_n V_n^n = \text{const}$$

$$\text{при } \frac{C_m}{R} = 2$$

$$n = \frac{2 - 2,5}{2 - 1,5} = \frac{-0,5}{0,5} = -1$$

$$p V^{-1} = \text{const}, \text{ т.е. } \frac{p_x}{V_x} = \frac{p_0}{V_0}$$

для процесса 1-2 справедливо:

$$p_0 V_0^{-1} = p_x V_x^{-1}$$

$$p_x = \frac{p_0}{V_0} \cdot V_x \quad \leftarrow \text{линейн. функ.}$$

также из ур. Менделеева-Клапейрона:

$$p V_x = \nu R T_x$$

$$\frac{p_0}{V_0} \cdot V_x^2 = \nu R T_x, \text{ т.е. } T_x \cdot V_x^{-2} = \text{const}$$

$$\text{для } 22 \rightarrow T_x = 3 T_0, \text{ т.е.}$$

$$3 T_0 \cdot V_x^{-2} = T_0 \cdot V_0^{-2} \quad V_x^2 = 3 V_0^2$$

т.к. 3-й изобар

$$V_x = 3 V_0$$

$$\text{т.е. } p_1 = p_0, \quad p_2 = 3 p_0, \quad p_3 = p_1 = p_0$$

$$\text{и } V_1 = V_0, \quad V_2 = 3 V_0, \quad V_3 = V_2 = 3 V_0, \text{ т.к. 2-3 изобор}$$

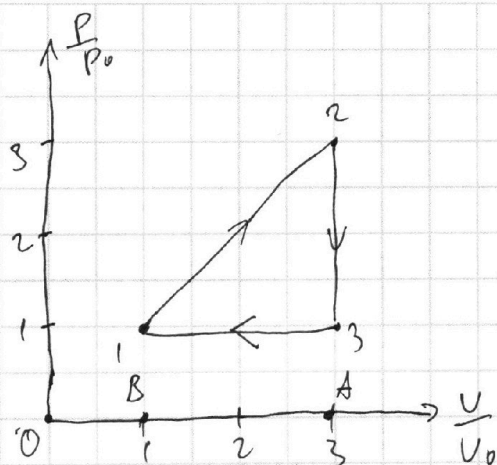


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



Расширение происходит
на участке 1-2, тогда

$Q_{12} = A_{12} + \alpha U_{12}$
из перв. поч. терм-ки

$$Q_{12} = \frac{3p_0 + p_0}{2} \cdot 2U_0 + \frac{3}{2}(3p_0 U_0 - p_0 U_0)$$

A_{12} — площадь трапеции,

AB12

$$Q_{12} = 4p_0 U_0 + 12p_0 U_0 = 16p_0 U_0$$

Отв: $Q \approx 26,6 \text{ кДж}$

$$Q_{12} = 16 \cdot 0,831 \cdot 200 \approx 26592 \text{ Дж}$$

Отв: $Q_{12} = 3200 \cdot 8,31 \text{ Дж} = 26592 \text{ Дж} \approx 26,6 \text{ кДж}$

Аналог за цикл α , это $A_{\text{цикл}} = \frac{2p_0 \cdot 2U_0}{2} = 2p_0 U_0$

площадь треугольника 123

$$\text{то } A_{\text{пол}} = \frac{1}{2} A_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 U_0 = p_0 U_0$$

из ЗЭД:

$$A_{\text{пол}} \cdot N = M g H$$

$$H = \frac{0,831 \cdot 200 \cdot 25}{415} \quad H = \frac{0,831 \cdot N}{M g}$$

Отв: $H = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 200 \cdot 25}{415 \cdot 10} \approx 10 \text{ м}$



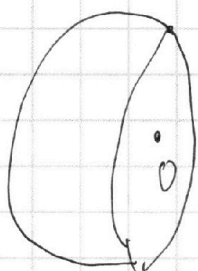
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Рассмотр. частицу в точке O



назовем λ заряд на ед.

площади $\lambda = \frac{Q}{2\pi R^2}$, тогда

из принципа суперпозиции.

О пот. энергии
на белк.

общая пот. энергия частицы отн.
полю сферы, будет равна ^{взаимосумма} пот. энергии
отн. всем ~~от~~ ^к её частям, т.е.

$$E_{\text{пот}_0} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q q_i \lambda dS_i}{R}$$

$$E_{\text{пот}_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q\lambda}{R} \sum_{i=1}^n dS_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q\lambda}{R} \cdot 2\pi R^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R}$$

т.е. из ЗСЭ:

$$K + E_{\text{пот}_0} = K_x + 0 = \frac{mv^2}{2} + 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{Qq}{4\pi R \epsilon_0} \right)}$$

K_x - как зн. при удалении на $L \gg R$

$$\boxed{\text{Ответ: } \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{Qq}{4\pi R \epsilon_0} \right)} = v}$$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

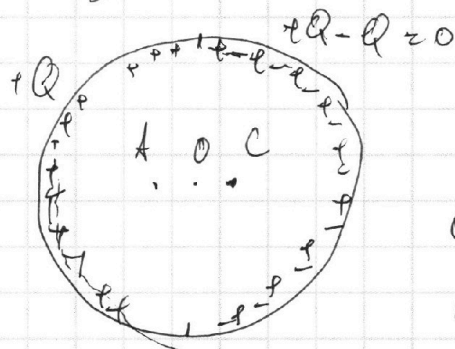
СТРАНИЦА
 2 ИЗ 3

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!

мы заметим ЗСЭ для сист. A и O :

$$E_{потA} + 0 = K + E_{потO}, \quad E_{потAO} = K$$

Тогда, представим нашу систему, как
 полную сферу, но с одной стороны заряд $+Q$, а
 с другой одновременно $+Q$ и $-Q$, т.е.



Тогда рассмотрим
 отдельно малую часть
 сферы с $+Q$ и полусферу
 с $-Q$

Тогда, напряж. эл. поля внутри сферы созд.
 сферой равно 0, т.е. взаимодействий с частицей
 только полусфера с зарядом $-Q$, т.е. $E_{пот} \propto Q$

~~а, сделав экв. изн. схему, т.е. с зарядом
 полусферы $-Q$, можно сказать, что $E_{потC} = \text{пот. энергии}$~~

~~в т.ч. относ. полусферы это $-E_{потA}$ тогда из ЗСЭ:~~

$$E_{потC} = E_{потO} + K = 2E_{потO} + K = E_{потA}, \quad K = 2(E_{потA} - E_{потO}) = 2K$$

$$\frac{m v_c^2}{2} = 2K \quad v_c = \sqrt{\frac{4K}{m}} \quad \text{Ответ: } v_c = \sqrt{\frac{4K}{m}}$$



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!

т.к. $E_{пот} \sim Q$, а ^{новая} схема ~~эпв~~ в точке С эпв.
 пот. потерю, по срезом полусферы
 -А, можно сказать, что
 $E_{потс} - E_{потг}$, $E_{потс}$ - пот. эл. пластины
 в точке С отн. к полусфере

из ЗСЭ:

пот. эл. 2 полусфер + Q

$$E_{потг} + 0 = K_c + E_{потс} + 2E_{пото}$$

$$K_c = E_{потг} - E_{потс} - 2E_{пото} = 2(E_{потг} - E_{пото}) = 2K$$

$$\frac{mU_c^2}{2} = K_c = 2K$$

$$U_c = \sqrt{\frac{4K}{m}}$$

Ответ: $U_c = \sqrt{\frac{4K}{m}}$



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
☐

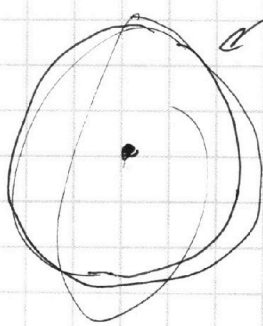
7
☐

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!

$$2qR(\cos 2\alpha) = 2 \cos 2\alpha \sin \alpha$$

$$2 \sin^2 2\alpha = 2 \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha \cdot 2$$
$$\frac{205}{205} \cdot \frac{1025}{1025} = \frac{1025}{1025}$$
$$\frac{1025}{1025} = 1$$

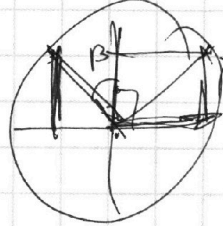


$$\frac{kQq}{r}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{r}$$

$$\frac{Qq}{r} = 1$$

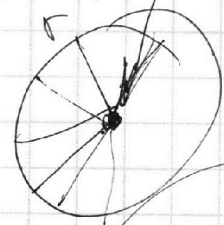
$$F = \frac{4225}{625}$$



$$\frac{205}{205} = \frac{1025}{1025}$$

$$\frac{3}{3} = \frac{65}{65}$$

$$\frac{p \cdot 65}{r}$$



$$\frac{Qq}{r} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

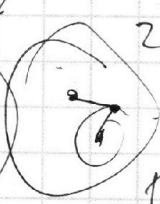


$$\cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2 \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\frac{325}{4225} = \frac{3}{13}$$

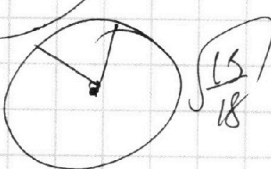
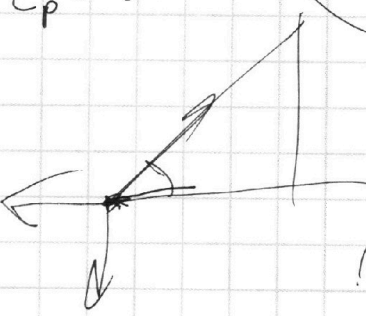
$$C_p = \frac{3}{2} R$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$



$$2E_{\text{пот}} = E_{\text{пот}}$$

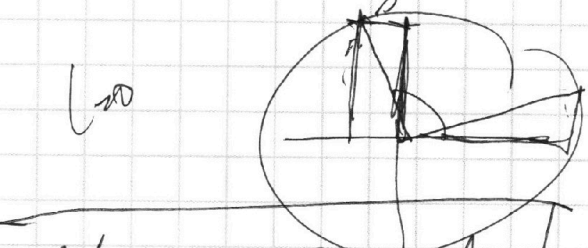
$$E_A = E_{\text{пот}} + K_1 = 2E_{\text{пот}} - E_{\text{пот}} + K_1$$



$$\frac{15}{18}$$

$$\frac{3200}{831} = \frac{10025}{10025}$$

$$\frac{25600}{4010} = \frac{10025}{10025}$$



$$2 \cos 2\alpha - 1 = \frac{4}{5}$$

$$2 \cos^2 \alpha = \frac{13}{18} \quad \sin^2 \alpha = \frac{5}{18}$$

Черновик !!



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!

