



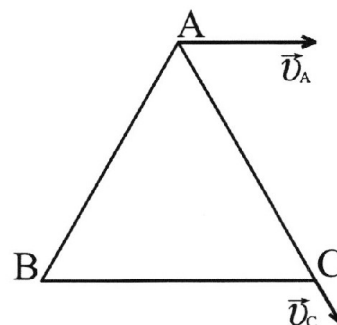
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

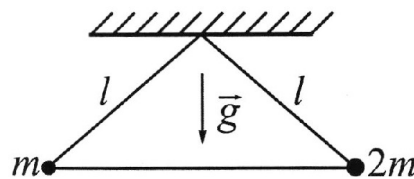
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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.



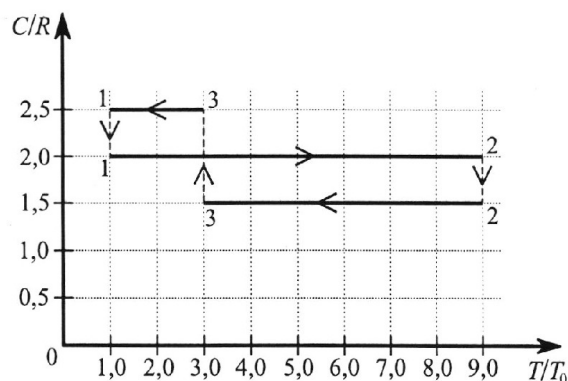
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

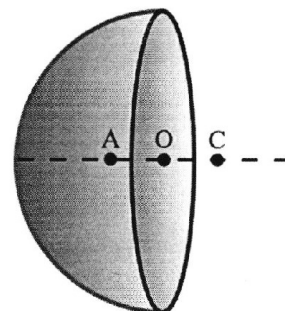


4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.



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.

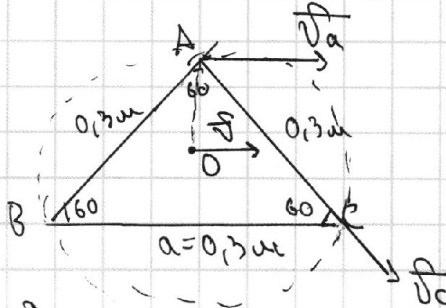


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

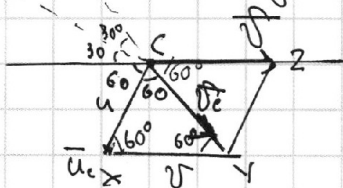


то $\vec{v}_a \parallel BC$ $\vec{v}_c \parallel AC$ $a = 0,3 \text{ м}$

1) Заметим, что платформа имеет скорость центра масс ($\vec{v}$) и движется вокруг своей оси ($\vec{\omega}$), причем $\vec{v} = \vec{\omega}$

Пусть O - центр масс, тогда $\vec{v}_a \parallel BC$ (по касательной к окружности), а м.р. $\vec{v}_a = \vec{v} + \vec{\omega}_a$; $\vec{v}_a \parallel BC \Rightarrow \vec{v} \parallel BC$; $\vec{v}_a = \vec{u} + \vec{v}$ (1)

2) Теперь найдем векторы $\vec{u}_c$ и $\vec{v}$ и $\vec{v}_c$, м.р. $\vec{v}_c = \vec{u}_c + \vec{v}$. Построим параллелограмм, где



$\vec{v}_c$ - гипотенуза, угол между гипотенузой и стороной равен 60° , м.р. угол м/у OC и $\vec{u}$ равен 90° (по касательной), угол $\angle OCB = 30^\circ$, угол м/у BC и $\vec{v}_c = 180^\circ - \angle ACB = 120^\circ$.

Угол м/у $\vec{u}_c$ и $\vec{v} = 120^\circ$ $\angle xcz = 120^\circ \Rightarrow \angle cyz = 180^\circ - \angle xcz = 60^\circ \Rightarrow \Delta xcy \sim p/c \Rightarrow \vec{u} = \vec{v} = \vec{v}_c$, но м.р. $\vec{v}_a = \vec{u} + \vec{v} = 2\vec{u} \Rightarrow \vec{v}_c = \frac{\vec{v}_a}{2} = 0,3 \text{ м/с}$ (2)

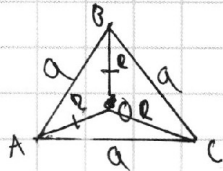
2) $T = 8$ оборотов

$\sqrt{3} \approx 1,7$

Заметим, что $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $T = \frac{2\pi R}{u} \Rightarrow \omega = \frac{u}{R}$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \cdot 8 = \frac{16\pi R}{u}$$

Найдем R (поиск): Из (2) $u = \frac{v_a}{2} = 0,3 \text{ м/с}$ $\angle AOB = \angle BOC = \angle COA = 120^\circ$



По м.р. косинус: $a^2 = R^2 + R^2 - 2 \cos 120^\circ \cdot R^2 = 3R^2 \Rightarrow$

$$R = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0,3}{\sqrt{3}} = 0,1\sqrt{3} \text{ м (3)}$$

$$T = \frac{16\pi \cdot 3}{\frac{v_a}{2}} = \frac{32\pi a \sqrt{3}}{3v_a} = \frac{32\sqrt{3} \cdot 0,3 \cdot 3,14}{3 \cdot 0,6 \text{ м/с}} = \frac{16\sqrt{3} \cdot \pi}{3} \approx 26,5 \text{ с}$$



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**.

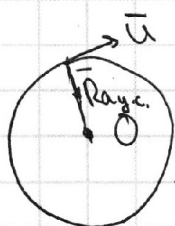
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

3) $m = 60 \text{ мкг} = 60 \cdot 10^{-3} \text{ г} = 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$ в точке B $m \ll M$

Сила тяжести и сила реакции опоры в сумме равны 0 ($m\vec{g} = -N$). На массу действует только сила, вызывающая центростремительное ускорение, т.е. скорость центра масс постоянная (v), рассмотрим движение плеча относительно его $R = m \cdot a_{\text{ц.с.}}$



$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{r}$$

$$R = m \cdot \frac{v^2}{r} \quad (R - \text{равнодействующая сила, } r - \text{радиус})$$

$$R = m \cdot \frac{v^2}{r} = \frac{m \cdot v^2 \cdot 3}{4 \cdot 53} \quad (5)$$

$$R = \frac{60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 0,3^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{0,1 \cdot 53 \text{ м}} = \frac{6 \cdot 10^{-5} \cdot 3^2 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 10^{-1} \cdot 1,7} \text{ Н} =$$

$$= \frac{54 \cdot 10^{-6}}{1,7} \text{ Н} \approx 31,8 \text{ мкН} \quad 31,8 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

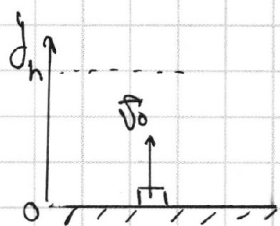
Ответ: $v = 0,3 \text{ м/с}$; $T \approx 26,5 \text{ с}$; $R \approx 31,8 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$



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!



$$h = 15 \text{ м} \quad T = 1 \text{ с} \quad g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) \text{ ОУ: } h = v_0 T - \frac{g T^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_0 = \frac{h + \frac{g T^2}{2}}{T} = \frac{h}{T} + \frac{g T}{2} \quad (1)$$

(м.р. сопротивление считаем малым; применим формулу равноускоренного движения)

$$\text{На } H \quad v = 0 \Rightarrow 0 = v_0 - g t_H \Rightarrow t_H = \frac{v_0}{g}$$

$$H = v_0 t_H - \frac{g t_H^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g}{2} \left(\frac{v_0^2}{g^2} \right) = \frac{v_0^2}{2g} \quad \text{из (1) } v_0 = \frac{h}{T} + \frac{g T}{2}$$

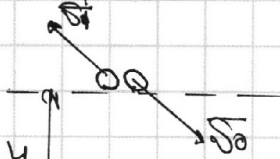
$$H = \frac{\left(\frac{h}{T} + \frac{g T}{2} \right)^2}{2g} = \frac{h^2}{2T^2 g} + \frac{h}{2} + \frac{g T^2}{8} \quad (2)$$

$$\text{В (1) } v_0 = \frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} + \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}}{2} = 15 \text{ м/с} + 5 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

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

2) На высоте H разбивается на два осколка m и m ($m_1 = m_2 = m$)

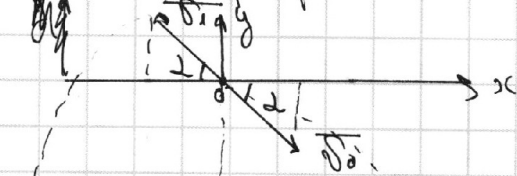
$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$



ЗСУ: $\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$, где $\vec{p}_0$ - импульс до разрыва, $\vec{p}_0 = 0$
 $\vec{p}_1, \vec{p}_2$ - импульсы частей до разрыва после разрыва

$$0 = m \cdot v_0 + m \cdot v_1 \Rightarrow v_1 = -v_0 \quad (3)$$

м.с. скорости равны по модулю, разнонаправленные



Пусть первый осколок разлетел под углом α к горизонту (v_0), тогда:

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad v_{0y} = -v_0 \sin \alpha$$

$$\text{Тогда второй осколок имеет противоположные скорости: } v_{1x} = -v_0 \cos \alpha \quad v_{1y} = v_0 \sin \alpha \quad (4)$$



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!

Теперь запишем уравнение координат 1 и 2 тела:

$$x_1 = -v_0 \cos \alpha \cdot t; \quad y_1 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$x_0 = v_0 \cos \alpha \cdot t; \quad y_0 = -v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$L_{\max} = x_0 - x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\max} + v_0 \cos \alpha \cdot t_1$, где t_0 - время падения 1 тела, t_1 - время падения второго.

$$2) 0 = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad 0 = 20 \text{ м} + 30 \text{ м/с} \cdot \sin \alpha \cdot t_1 - 5 \text{ м/с}^2 \cdot t_1^2$$

$$D = 900 \sin^2 \alpha + 400 \quad t_1 = \frac{-30 \sin \alpha \pm 10 \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4}}{-10} =$$

$$= 3 \sin \alpha + \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} \quad (t_1 < 0 \text{ не берем})$$

$$1) 0 = -v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \quad 0 = 20 \text{ м} - 30 \text{ м/с} \cdot \sin \alpha \cdot t_2 - 5 \text{ м/с}^2 \cdot t_2^2$$

$$D = 900 \sin^2 \alpha + 400 \quad t_2 = \frac{30 \sin \alpha \pm 10 \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4}}{-10} =$$

$$= \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} - 3 \sin \alpha \quad (t_2 < 0 \text{ не берем})$$

$$L_{\max} = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = v_0 \cos \alpha \cdot 2 \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} =$$

$$= 60 \text{ м} \cdot \cos \alpha \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} \quad 0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$$

Необходимо найти L , при котором $\cos \alpha \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4}$ будет максимум

$$\cos \alpha \sqrt{9 \sin^2 \alpha + 4} = \cos \alpha \sqrt{13 - 9 \cos^2 \alpha} = \sqrt{13 \cos^2 \alpha - 9 \cos^4 \alpha} =$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{-13 \pm \sqrt{13^2 - 36}}{-18} = \frac{13}{18} \quad \cos \alpha = \sqrt{\frac{13}{18}}$$

$$= \sqrt{13 \cdot \frac{13}{18} - 9 \cdot \frac{13^2}{18^2}} = \sqrt{\frac{169}{18} - \frac{169}{36}} = \sqrt{\frac{169}{36}} = \frac{13}{6}$$

$$L_{\max} = 60 \text{ м} \cdot \frac{13}{6} = 130 \text{ м} \quad \text{Ответ: } H = 20 \text{ м}; L_{\max} = 130 \text{ м}$$

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.



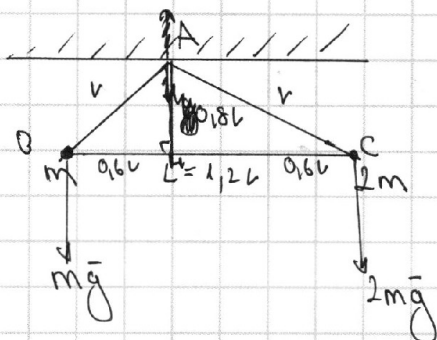
СТРАНИЦА

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!



$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг} \quad 2m = 0,4 \text{ кг} \quad L = 1,2 \text{ м} \quad g = 10 \text{ м/с}^2$$

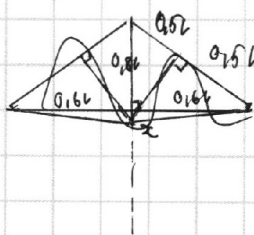
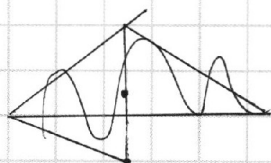


$$1) \sin \angle ABC = \frac{AH}{AB} \quad AH^2 = AB^2 - \left(\frac{BC}{2}\right)^2 = L^2 - 0,36L^2 = 0,64L^2 \Rightarrow AH = 0,8L$$

$$\sin \angle ABC = 0,8$$

Относительно H: $M_B = 0,6L \cdot mg$
 $M_C = 0,6L \cdot 2mg \quad M_C = 2M_B, \text{ м.д.}$
 тогда B будет двигаться вверх

Заметим, что точка системы будет вращаться вокруг своей оси. ~~Центр масс~~ будет находиться внутри описанной окружности (точка пересечения средних перпендикуляров)



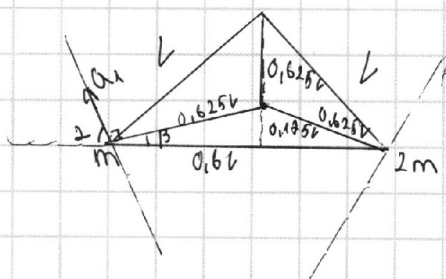
$$r = 0,8L \cdot x = \sqrt{0,6L^2 + x^2}$$

$$0,8L \cdot x = \sqrt{0,36L^2 + x^2}$$

$$0,64L^2 \cdot 1,6Lx + x^2 = 0,36L^2 + x^2$$

$$1,6Lx = 0,28L \quad x = \frac{0,28}{1,6}L = \frac{28}{160}L = \frac{7}{40}L$$

$$r = 0,8L - \frac{7}{40}L = \frac{25}{40}L = \frac{5}{8}L = 0,625L$$

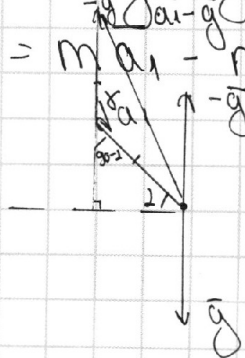


$$\angle = 180 - 90 - \beta = 90 - \beta$$

$$\sin \angle = \sin(90 - \beta) = \cos \beta = \frac{0,6L}{0,625L} = \frac{600}{625} = \frac{24}{25} = 0,96$$

$$2) a_1 = 2mg - mg = mg = 10 \text{ м/с}^2$$

$$3) \vec{T} = m\vec{a}_1 - m\vec{g} = m(\vec{a}_1 - \vec{g})$$



по т. косинусов

$$|\vec{a}_1 - \vec{g}|^2 = g^2 + g^2 - 2\cos \angle \cdot g^2 = 2g^2(1 - \cos \angle) = 2g^2(1 - (-0,96)) = 2g^2 \cdot 1,96 = g^2 \cdot 3,92$$

$$\angle = 180 - (90 - \angle) = 90 + \angle \quad \cos \angle = \cos(90 + \angle) = -\sin \angle = -0,96$$



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!

$$|\vec{a}_1 - \vec{g}| = g \sqrt{1 - 0.96} = 2g \sqrt{0.02}$$

$$T = m \cdot 2g \sqrt{0.02} = 0.2 \text{ кг} \cdot 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \sqrt{0.02} = 2 \sqrt{0.02} \text{ Н} \approx 0.28 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0.96; a_1 = g = 10 \text{ м/с}^2; T = 2m g \sqrt{0.02} \approx 0.28 \text{ Н}$$

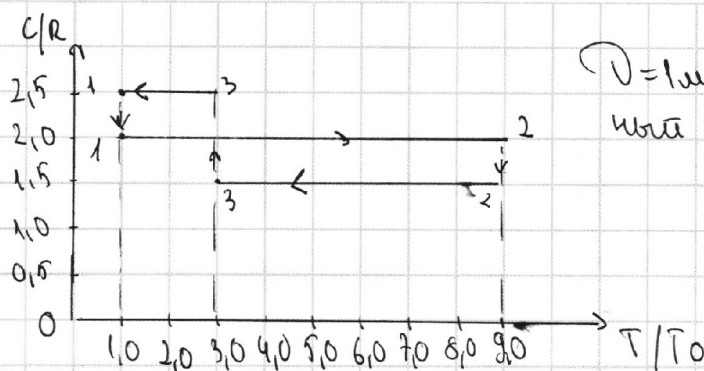


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



$\nu = 1 \text{ моль}$ 1-2-3-1 $T_0 = 200 \text{ К}$, газ атомарный

или $\nu = 3$

$$C = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} \text{ при } V = \text{const}$$

$$C_V = \frac{\frac{1}{2} \nu R \Delta T}{\Delta T} = \frac{1}{2} \nu R \quad (1)$$

при $P = \text{const}$ $A = P(V_2 - V_1) = P V_2 - P V_1 = \nu R T_2 - \nu R T_1 = \nu R \Delta T$

$$C_p = \frac{\frac{1}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T}{\Delta T} = \frac{i+2}{2} \nu R \quad (2)$$

Используя из уравнения, при $C/R = 1,5$ $\frac{3+x}{2} \cdot 1 = 1,5 \Rightarrow x = 0 \Rightarrow V = \text{const}$

при $C/R = 2,5$ $\frac{3+x}{2} \cdot 1 = 2,5 \Rightarrow x = 2 \Rightarrow P = \text{const}$, т.е. процесс

3-1 - изобарный $P = \text{const}$ 2-3 - изохорный $V = \text{const}$

В м. 2-3 $P_2 V_2 = \nu R T_0$ $P_3 V_3 = \nu R 3T_0 \Rightarrow P_3 = 3 P_2$ $P_2 = 3 P_3$

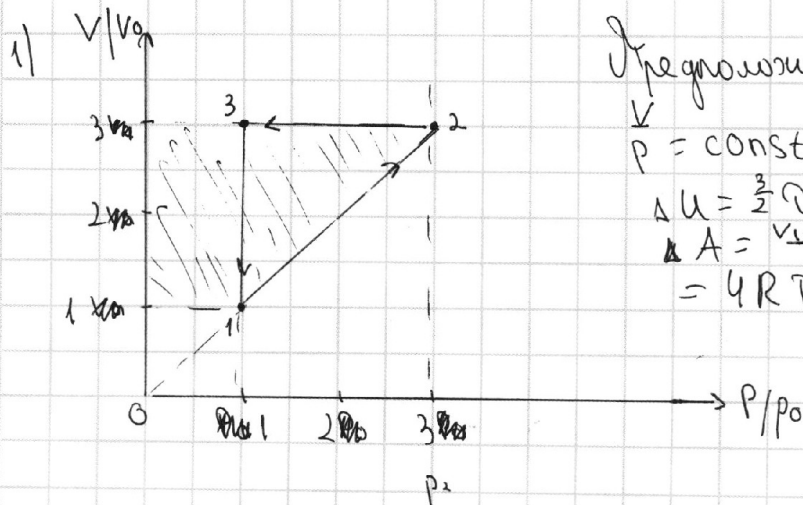
В м. 3-1 $P_3 V_3 = \nu R 3T_0$ $P_3 V_1 = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = 3$ $V_3 = 3V_1$

$V_2 = V_3 = V_{23} = 3V_1$; $P_1 = P_3 = P_{31} = \frac{1}{3} P_2$ или м.р. $P_1 = P_0$, $V_1 = V_0$

$P_1 V_1 = \nu R T_0$ $P_2 V_2 = \nu R 9T_0$ $V_2 = V_3 = 3V_0$ $P_1 = P_3 = P_0$

$\frac{1}{3} P_2 V_1 = \nu R T_0$ $P_2 3V_1 = \nu R 9T_0$ $P_2 = 3 P_0$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T_0 = 12 \nu R T_0$



Предположим, что в процессе 1-2

$P = \text{const}$, тогда $\Delta T = 9T_0 - T_0 = 8T_0$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T_0 = 12 \nu R T_0$

$A = \frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \Delta P = \frac{V_0 + 3V_0}{2} \cdot 2P_0 = 4P_0 V_0 = 4 \nu R T_0$

$C = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = \frac{12 \nu R T_0 + 4 \nu R T_0}{8T_0} = 2 \nu R$

$\Rightarrow C/R = 2$

значит в процессе 1-2 $V \sim P^{-1}$ $V \sim P^{-1}$



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!

$$2) Q_1 = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$$

$$A_{12} > 0 (V_2 > V_1) \quad A_{23} = 0 (V_2 = V_3) \quad A_{31} < 0 (V_3 < V_1)$$

~~A_{12}~~

$$A_{12} = \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot 2V_0 = 4p_0 V_0 = 4\nu R T_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (9T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T_0 = 12\nu R T_0$$

$$Q_1 = \Delta U_{12} + A_{12} = 16\nu R T_0 = 16 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} =$$

$$= 3200 \cdot 8,31 \text{ Дж} = 32 \cdot 8,31 \text{ Дж} = \underline{26592 \text{ Дж}}$$

$$3) H = ? \quad M = 4150 \text{ м} \quad N = 25 \quad g = 10 \text{ м/с}^2 \quad \overset{RND}{\eta} = 0,5$$

$$\Delta A = \eta \cdot A \cdot F \quad M g \cdot H \Rightarrow H = \frac{\eta \cdot A \cdot N}{M g}$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 4\nu R T_0 + 0 + p_0 (V_0 - 3V_0) =$$

$$= 4\nu R T_0 - 2p_0 V_0 = 4\nu R T_0 - 2\nu R T_0 = 2\nu R T_0$$

$$H = \frac{\eta \cdot 2\nu R T_0 N}{M g} = \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} \cdot 25}{4150 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2} =$$

$$= \frac{8,31 \cdot 200 \cdot 25}{4150} \text{ м} = \frac{1662 \cdot 25}{4150} \text{ м} = \frac{1662}{166} \text{ м} \approx \underline{10 \text{ м}}$$

Ответ: значение $(p/p_0, V/V_0)$; $Q_1 = 26592 \text{ Дж}$; $H = 10 \text{ м}$

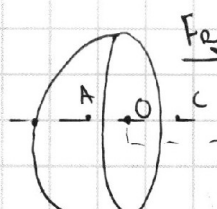


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



F_R Q R m q k_0 ϵ_0
 $F_K = k \cdot \frac{q \cdot Q}{L^2}$ $Q = \frac{q \cdot Q_0}{L^2}$ $Q_0 = 4\pi R^2 \cdot \sigma$
 $S = \frac{1}{2} \cdot 4\pi R^2 = 2\pi R^2$ $\sigma = \frac{Q}{S}$

$\sigma = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{2\pi R^2}$ (концентрация заряда на единицу площади)

На линию действует только сила, исходящая из центра сферы

на прямой AC, на расстоянии R - AO

1) Если расстояние больше радиуса, то

$F_R = k \cdot \frac{q \cdot Q}{L^2}$

$\frac{m\sigma^2}{2} + F_R = F_K \cdot L$

$k_0 = \frac{m\sigma^2}{2} \Rightarrow \sigma_0 = \sqrt{2k_0 m}$

$\frac{m\sigma^2}{2} = k \cdot \frac{q \cdot Q}{L^2}$
 $\sigma = \sqrt{\frac{2k \cdot q \cdot Q}{L^2 m}}$

$\frac{m\sigma^2}{2} - \frac{m\sigma^2}{2} = A_{FR}$ $\frac{m\sigma^2}{2} = A_{FR} + K = k \cdot \frac{q \cdot Q}{L^2} \cdot L + K =$
 $= \frac{k \cdot q \cdot Q}{L} + K$ $\sigma = \sqrt{\frac{2k \cdot q \cdot Q}{Lm} + \frac{2K}{m}} \approx \sqrt{\frac{2K}{m}}$

2) $K = k \cdot \frac{q \cdot Q}{L^2} \cdot L = k \cdot \frac{q \cdot Q}{R - 0.5L} \cdot L$

$L_{cp} = \frac{R - AO}{2} = \frac{R - 0.5L}{2}$ $L_{cp2} = \frac{R + R + AO}{2} = R + \frac{AO}{2}$ $L = AO$

$\frac{m\sigma^2}{2} - K = k \cdot \frac{q \cdot Q}{R + 0.5L} \cdot L$

$\frac{m\sigma^2}{2} = k \cdot q \cdot Q \cdot L \left(\frac{1}{R - 0.5L} + \frac{1}{R + 0.5L} \right) = \frac{2k \cdot q \cdot Q \cdot L \cdot R}{R^2 - 0.25L^2}$

$\frac{k}{\frac{m\sigma^2}{2}} = \frac{R^2 - 0.25L^2}{(R - 0.5L) \cdot 2R} = \frac{2R}{R + 0.5L} \approx 0.5$
 $\sigma_c = \sqrt{\frac{2K}{m}}$

