



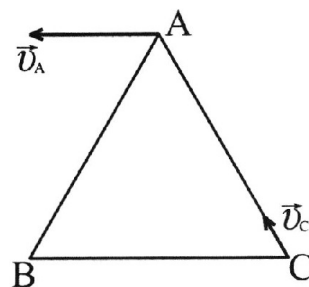
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-01

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 $v_A = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой $m = 100$ 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.

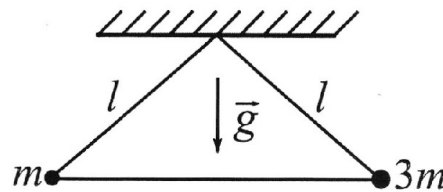
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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 $V_0 = 20$ 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 $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. 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

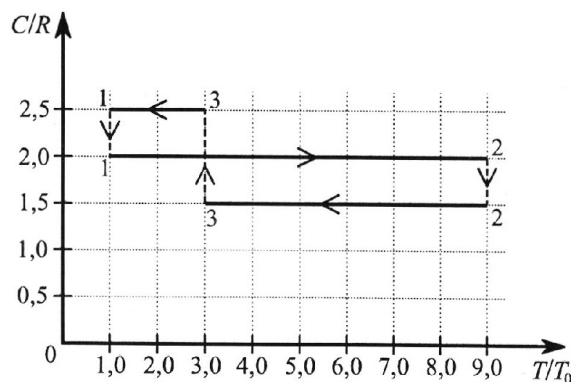
Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-

1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.



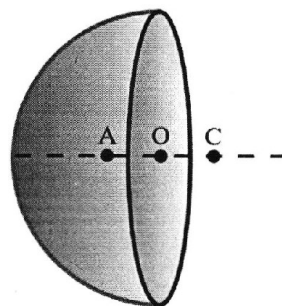
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. 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 частица движется со скоростью V_0 .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . 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.

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!

Задача 1

Дано:

$$v_A = 0,4 \frac{m}{c}$$

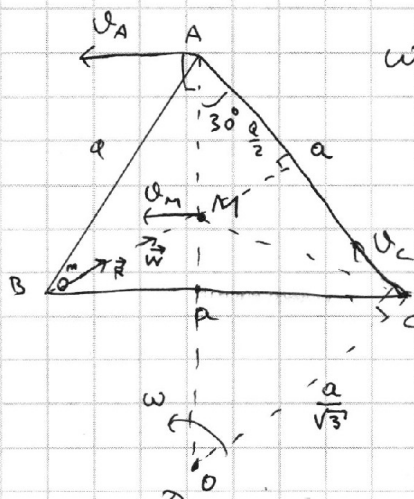
$$a = 0,2 m$$

$$m = 0,1 \cdot 10^{-3} kg$$

$v_c = ?$

$\tau = ?$

$R = ?$



$$\omega = \frac{v_c}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{v_A}{\frac{a}{\cos 30^\circ}}$$

$$v_c \cdot \sqrt{3} = v_A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v_c = \frac{v_A}{2} = 0,2 \frac{m}{c}$$

Мгновенный центр скоростей

точки M - центр масс тре-ка, находящаяся в центре равностороннего тре-ка ABC.

Из геометрии: $AM = \frac{a}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$$OM = AO - AM = \frac{a}{\cos 30^\circ} - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{a \cdot 2}{\sqrt{3}} - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{v_M}{OM} = \frac{v_c}{\frac{a}{\sqrt{3}}} \Rightarrow v_M = v_c \cdot \frac{OM}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{a}{\sqrt{3}} \cdot \frac{v_c}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = v_c$$

Перейдем в СО центра масс:

В ней, т.к. на центр масс не действуют ^{в процессе движения} внешние силы, пластинка будет вращаться вокруг точки M, и у всех точек в этой СО будут равные скорости.

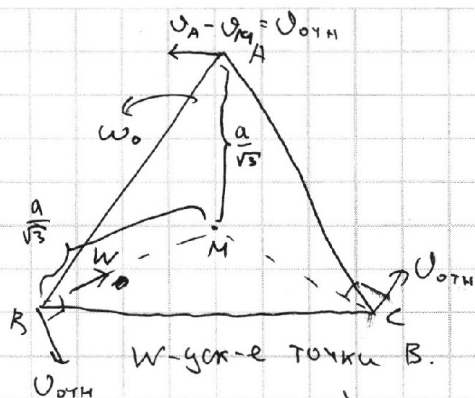


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\omega_0 = \frac{V_{отн}}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} V_{отн}}{a}$$

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{3} (V_A - V_M)}{a}$$

$T = 3T$, T - период вращения пластины в СО центра масс.

$$T = 3 \cdot \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{6\pi}{\omega_0} = \frac{6\pi \cdot a}{\sqrt{3} (V_A - V_M)} =$$

Т.к. $V_M = V_C$, что мы доказали ранее,

$$T = \frac{6\pi a}{\sqrt{3} (V_A - V_C)} = \frac{6\pi \cdot 0,2 \text{ м}}{\sqrt{3} (0,4 - 0,2) \text{ м/с}} =$$

$$= \frac{6\pi \cdot 0,2}{\sqrt{3} \cdot 0,2} \text{ (с)} = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} \text{ (с)} = \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot 2\pi}{\sqrt{3}} \text{ (с)} = 2\sqrt{3}\pi \text{ (с)}$$

$$T = 2 \cdot 1,73\pi \text{ (с)} = 3,46\pi \text{ (с)} \approx 10,86 \text{ с}$$

Т.к. СО центра масс инерциальная, то движения

если мы найдем ускорение точки B в этой СО, то таким же оно и будет в ЛСО.

$$W = \frac{V_{отн}^2}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} V_{отн}^2}{a}$$

т.к. на центр масс нет внешних сил в процессе



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!

По II 3-му Кьютона, $\vec{R} = m \vec{v}$

$$R = m v = m \frac{\sqrt{3} v_{0, \text{н}}^2}{a} = \frac{m \sqrt{3} (v_A - v_M)^2}{a}$$

$$R = \frac{m \sqrt{3} (0,4 - 0,2)^2}{0,2} \text{ (H)} \quad \text{~~2,772~~ (H)} \quad \text{~~1,73 \cdot 0,1 \cdot 0,2~~}$$

$$R = \frac{0,1 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,2^2}{0,2 \cdot 10^3} \text{ (H)} = \frac{0,1 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{3}}{10^3} \text{ (H)} = \frac{1,73 \cdot 0,1 \cdot 0,2}{10^3} \text{ (H)} =$$
$$= 1,73 \cdot \frac{1}{10^4} \cdot 0,2 \text{ (H)} = \frac{0,173 \cdot 0,2 \text{ (H)}}{10^3} = \frac{173 \cdot 0,2 \text{ (мH)}}{10^3} = \frac{173 \cdot 2}{10^4} \text{ (мH)}$$

$$R = \frac{346}{10^4} \text{ (мH)} = \frac{34,6}{10^3} \text{ мH} = \text{~~34,6 \cdot 10^{-8}}~~ } 34,6 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

Ответ: $v_c = 0,2 \text{ м/с}$; $\tau \approx 10,86 \text{ с}$; ~~$R \approx 34,6 \cdot 10^{-8} \text{ H}$~~
 $R \approx 34,6 \cdot 10^{-6} \text{ H}$



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 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!

Задача 2

Дано:

$$h = 8 \text{ м}$$

$$t = 0,8 \text{ с}$$

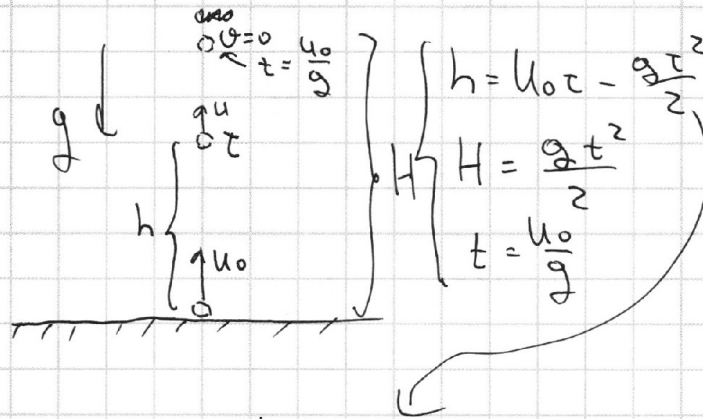
~~$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$~~

$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$L_{\text{max}} - ?$$

$$H - ?$$



~~$$u_0 t = h + \frac{g t^2}{2}$$~~

$$u_0 = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = \frac{8}{0,8} + \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 10 + 4 = 14 \text{ м/с}$$

$$t = \frac{u_0}{g} = \frac{14}{10} = 1,4 \text{ с}$$

$$H = \frac{g t^2}{2} = \frac{10 \cdot 1,4^2}{2} = 5 \cdot \left(\frac{14}{10}\right)^2 = \frac{5 \cdot 196}{100} = \frac{196}{20} = 9,8 \text{ м}$$

$$H = \frac{5 \cdot 196}{100} \text{ м} = \frac{196}{20} \text{ м} = \frac{98}{10} \text{ м} = 9,8 \text{ м}$$

~~В высшей точке траектории~~

Высшая точка траектории:

До взрыва:

O^{zm}

После взрыва:

$\vec{V}_0$
 $\vec{V}'$

$$\text{ЗУ: } 0 = m \vec{V}_0 + m \vec{V}' \Rightarrow \vec{V}' = -\vec{V}_0$$

$$V' = V_0$$

~~Взрыв~~ $\Rightarrow$ осколки разлетаются с одинаковыми расстояниями. скоростями.



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

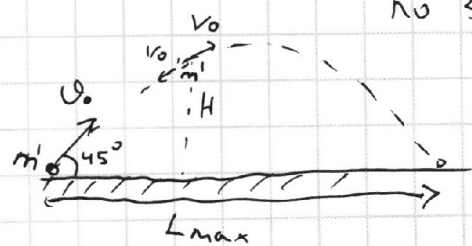
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Поэтому, приведем аналогично, как будто бы мы бросаем шарик с ~~горизонтальной~~ горизонтальной поверхности, и он летит по параболе

(из-за доказанного равенства в нач. ск-тей осколков, их траектории можно "слепить" в одну параболу, будто бросок происходит с горизонтальной поверхности)

Тогда, т.к. расстояние $L_{\max}$ должно быть максимальным, то парабола должна быть такой, будто мы бросаем под углом 45° ($L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \rightarrow \max$, когда $\alpha = 45^\circ$, $L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$)

v_0 - скорость, которая была бы начальной для нашей параболы.



$$\text{по 3сз: } \frac{m' v_0^2}{2} = \frac{m' v^2}{2} + m' g H$$

$$v_0^2 = v^2 + 2gH = 20^2 + 2 \cdot 10 \cdot 9,8 = 400 + 196 = 596 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = \sqrt{596} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{596}{10} = 59,6 \text{ м} \quad \text{Ответ: } H = 9,8 \text{ м}; L_{\max} = 59,6 \text{ м}$$



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 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!

Задача 3.

Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

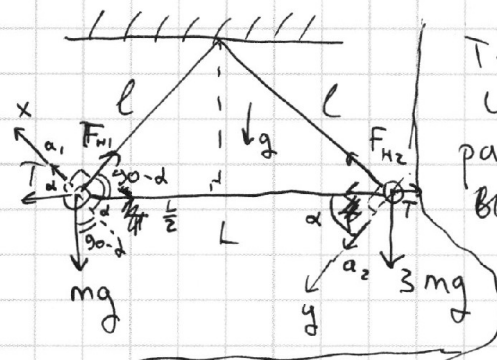
$$L = 1,6 \text{ л}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = ?$$

$$a_1 = ?$$

$$T = ?$$



Т.к. начальная скорость шариков равна нулю, то в сразу после отпущения системы, их нормальная компонента

ускорения будет отсутствовать, т.к. она завязана на скорости ($a_n = \frac{v^2}{R_{кр}}$).

Значит, будет только касательная компонента, которая направлена перпендикулярно нити, т.к. она прикрепается и шарик движется по окружности в нач. момент движется вокруг точки крепления нити (нить не растягивалась).

$$\text{Из рисунка: } \cos(90^\circ - \alpha) = \frac{L}{2l} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{L}{2l} = \frac{1,6}{2l} = 0,8$$

Аналогично и ускорение второго шарика направлено перпендикулярно нити.

Т.к. в начальный момент угол α не успевает измениться, то проекции ускорения шариков на стержень равны. $\Rightarrow a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2 = a$



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.

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!

II 3-й Ньютон:

$$\begin{cases} \text{ox: } ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha & (1) \\ \text{oy: } 3mg = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha & (2) \end{cases} \quad (+)$$

$$4ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha + 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

$$4ma = 2mg \sin \alpha \Rightarrow 2a = g \sin \alpha$$

$$a = \frac{g \sin \alpha}{2} = a_1$$

$$a_1 = \frac{10 \cdot 8}{10 \cdot 2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$(1): ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow T \cos \alpha = ma + mg \sin \alpha$$

$$T = \frac{ma}{\cos \alpha} + mg \tan \alpha$$

$$T = m \left(\frac{a}{\cos \alpha} + g \tan \alpha \right) = m \left(\frac{g \sin \alpha}{2 \cos \alpha} + g \tan \alpha \right)$$

$$T = m \left(\frac{g}{2} \tan \alpha + g \tan \alpha \right) = mg \tan \alpha \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{2} mg \tan \alpha$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6 \quad \text{но отсюда } (\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{8 \cdot 10}{10 \cdot 6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

$$T = \frac{3}{2} mg \tan \alpha = \frac{3}{2} \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{4}{3} = 2 \cdot 0,1 \cdot 10 = 2 \cdot 0,1 = 2 \text{ (Н)}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,8; a_1 = 4 \text{ м/с}^2; T = 2 \text{ Н}$$



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!

Задача 4.

Дано:

$$\nu = 2 \text{ моль}$$

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

$$M = 150 \text{ кг}$$

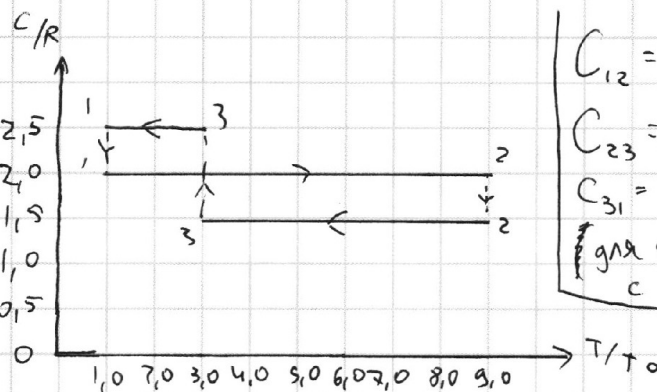
$$N = 10$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}; g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

График - ?

Q_1 - ?

H - ?



$$C_{12} = 2R \cdot \nu = 4R$$

$$C_{23} = 1,5R \cdot \nu = 3R$$

$$C_{31} = 2,5R \cdot \nu = 5R$$

для удобства, рядом с R не будем писать ед. измерения, т.к. все производится в системе СИ

Воспользуемся формулой для процесса с постоянной теплоемкостью.

$$pV^{\frac{C-C_p}{C-C_v}} = \text{const.}$$

$$C_v = \frac{3}{2} \nu R; C_p = C_v + R = \frac{5}{2} \nu R$$

~~Процесс 1-2:~~

$$C_{12} = 2R \cdot \nu = 4R$$

$$C_{23} = 1,5R \cdot \nu = 3R$$

$$C_{31} = 2,5R \cdot \nu = 5R$$

C (большое C) - теплоемкость газа в процессах (не C малой буквы молярная теплоемкость).

$$C_v = \frac{3}{2} \cdot 2R = 3R$$

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

~~1-2:~~

$$pV^{\frac{4-3R}{4-1,5R}} = pV^{\frac{4-2,5}{4-1,5}} = pV = \text{const.}$$

1-2:

$$pV^{\frac{(4-5)R}{(4-3)R}} = \text{const.} \Rightarrow pV^{-1} = \text{const.} \Rightarrow \frac{p}{V} = \text{const.}$$



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!

2-3: $pV^{\frac{5-5/R}{(3-3)R}} \Rightarrow pV^{\frac{5-5/R}{(3-3)R}} = \text{const} ; n \rightarrow \infty ; n = \frac{(3-5)R}{(3-3)R}$
 pV процесс изохорный, $V = \text{const}$.

3-1:

$pV^{\frac{5-5/R}{(3-3)R}} \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow p = \text{const}$.
 процесс изобарный

В состоянии „1“ газ имеет p_0, V_0 .

Тогда:

$$p_0 V_0 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

Из 1-2: из ур-й состояния.

$$\frac{p_0 V_0}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{9} \Rightarrow p_2 V_2 = 9 p_0 V_0$$

т.к. $\frac{p}{V} = \text{const}$, $p = \alpha V$ (коэффициент). Тогда $\frac{p_0}{V_0} = \frac{p_2}{V_2}$.

$$p_2 = p_0 \frac{V_2}{V_0}$$

$$p_2 V_2 = 9 p_0 V_0 \Rightarrow p_0 \cdot \frac{V_2}{V_0} \cdot V_2 = 9 p_0 V_0$$

$$V_2^2 = 9 V_0^2 \Rightarrow V_2 = 3 V_0$$

$$p_2 = p_0 \frac{V_2}{V_0} = p_0 \cdot \frac{3 V_0}{V_0} = 3 p_0$$



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!

2-3:

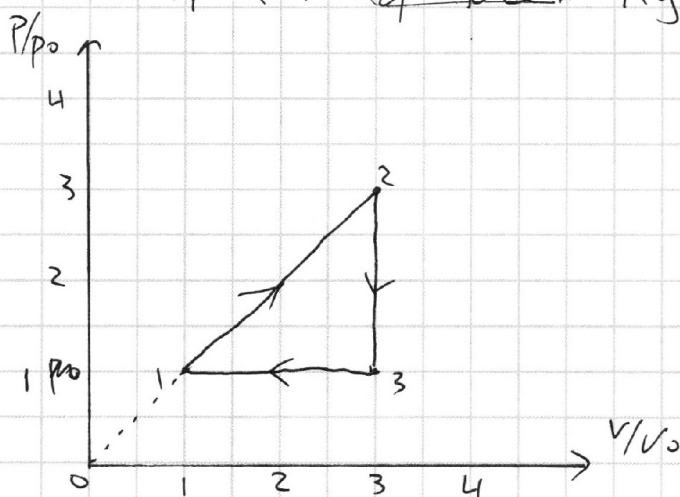
$$V = \text{const} \Rightarrow V_3 = V_2 = 3V_0.$$

Для изохорного процесса:

$$\frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{3T_0}{9T_0} = \frac{1}{3} \Rightarrow P_3 = \frac{P_2}{3} = P_0.$$

~~3-1: $P_3 = 208,3 \text{ Па}$~~

Построим ~~график~~ нужный искомый график:



$Q_1 = -Q_{12}$ (только в 1-2 газ расширяется).

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \Rightarrow Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 4R \cdot 2R \cdot V \cdot 8T_0 = 16 \sqrt{RT_0}.$$

$$Q_{12} = -Q_1 = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = 32 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 100 \approx 32 \cdot 25 \cdot 100$$

$$Q_1 \approx 32 \cdot 25 \cdot 100 = 3200 \cdot 25 = 3200 \cdot \frac{100}{4} = 80000 \text{ Дж} = 80 \text{ кДж}$$



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!

$$\frac{1}{2} \cdot h = \frac{A_{\text{полезное}}}{A_{\text{затраченное}}} = \frac{MgH}{10 \cdot Q_{\text{нагревателя.}}}$$

кДЭ цикла.

$$2MgH = 10Q_1 \cdot h \Rightarrow H = \frac{10Q_1 \cdot h}{2Mg} = \frac{5Q_1 \cdot h}{Mg}$$

$$h = \frac{A_{\text{цикла}}}{1Q_1} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0}{16pRT_0} = \frac{p_0 V_0}{8pRT_0} = \frac{pRT_0}{8pRT_0} = \frac{1}{8}$$

$$H = \frac{10 \cdot 80 \text{ кДж} \cdot 1}{8 \cdot 150}$$

т.к. по усл-ю только половина работы газа за цикл идет на подъем груза, то эффективный КПД машины уменьшится в 2 раза, т.к. на работу по подъему идет лишь половина энергии.

$$H = \frac{5Q_1 \cdot h}{Mg} = \frac{5 \cdot 80000 \cdot 1}{8 \cdot 150 \cdot 10} = \frac{50000}{1500} = \frac{500}{15} = \frac{5 \cdot 100}{15} = \frac{100}{3} \text{ м}$$

$$H \approx 33,3 \text{ м.}$$

Ответ: ~~Q₁ ≈ 80 кДж~~ Q₁ ≈ 80 кДж : H ≈ 33,3 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!

Задача 5

Дано:

Q

R

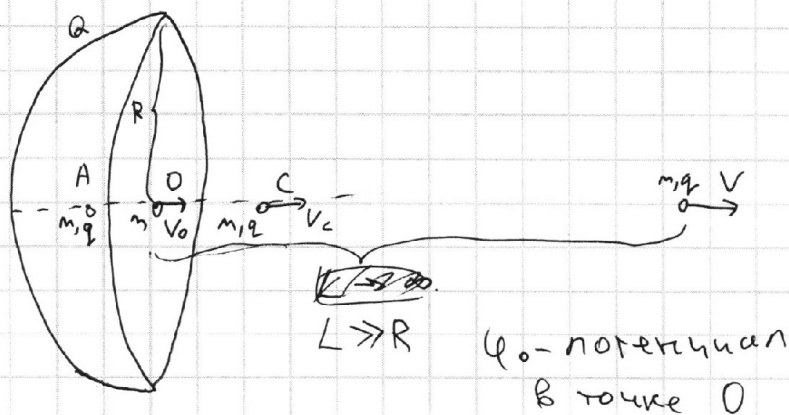
m, q

V_0

k

$V = ?$

$V_c = ?$

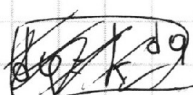
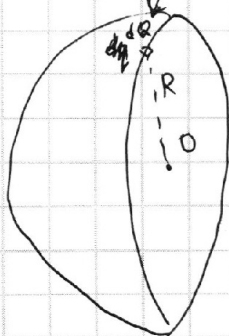


Зсз:

$$\frac{mV_0^2}{2} + q\phi_0 = \frac{mV^2}{2} + 0 \quad | \cdot 2$$

$$mV_0^2 + 2q\phi_0 = V^2 m \Rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{2q\phi_0}{m}$$

Найдем потенциал в точке O:
малый заряд на полусфере.



$$d\phi_0 = k \frac{dq}{R} \Rightarrow \phi_0 = \sum d\phi_0$$

$$\phi_0 = \sum k \frac{dq}{R} = \frac{k}{R} \sum dq = \frac{kQ}{R}$$

$\frac{k}{R} = \text{const,}$
т.к. все точки
полусферы
равноудалены
от O.
равноудалены
от O

$$\text{Тогда: } V^2 = V_0^2 + \frac{2q}{m} \cdot \frac{kQ}{R} \Rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

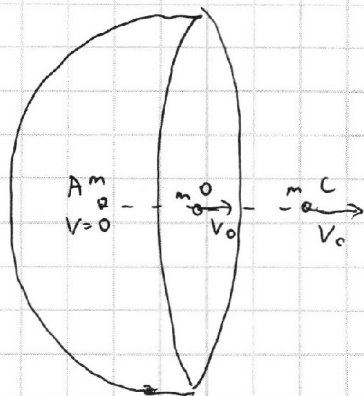


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



ЗСД:

$$\frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_A = m$$

$$0 + q\varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_0$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_0 = \frac{mV_c^2}{2} + q\varphi_c$$

$$\frac{mV_c^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + q(\varphi_0 - \varphi_c)$$

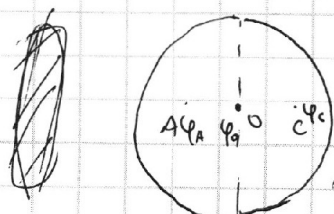
$$\begin{cases} q(\varphi_A - \varphi_0) = \frac{mV_0^2}{2} \\ q(\varphi_0 - \varphi_c) = \frac{m}{2}(V_c^2 - V_0^2) \end{cases} \quad \odot \quad \frac{V_0^2}{V_c^2 - V_0^2} = \frac{\varphi_A - \varphi_0}{\varphi_0 - \varphi_c}$$

$$\frac{V_c^2 - V_0^2}{V_0^2} = \frac{\varphi_0 - \varphi_c}{\varphi_A - \varphi_0} \Rightarrow \frac{V_c^2}{V_0^2} - 1 = \frac{\varphi_0 - \varphi_c}{\varphi_A - \varphi_0}$$

Обозначим $\frac{\varphi_0 - \varphi_c}{\varphi_A - \varphi_0} = \alpha$. Тогда $\frac{V_c^2}{V_0^2} = \alpha + 1$

$$V_c^2 = V_0^2(\alpha + 1) \Rightarrow V_c = V_0\sqrt{\alpha + 1}$$

Дополним нашу полусферу до сферы:



т.к. внутри ~~сферы~~ заряженной сферы ^{поле} отсутствует, то во всех точках там будет равный потенциал $\Rightarrow$





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!

потенциал в точке A, создаваемый левой полусферой
 $\varphi_0 + \varphi_0 = \varphi_A + \varphi_C$
потенциал, создаваемый левой полусферой потенциал, создаваемый правой полусферой
потенциал в точке A, создаваемый правой полусферой, который из-за симметрии, будет равен потенциалу в точке C, создаваемый левой полусферой:

Тогда

$$2\varphi_0 = \varphi_A + \varphi_C$$

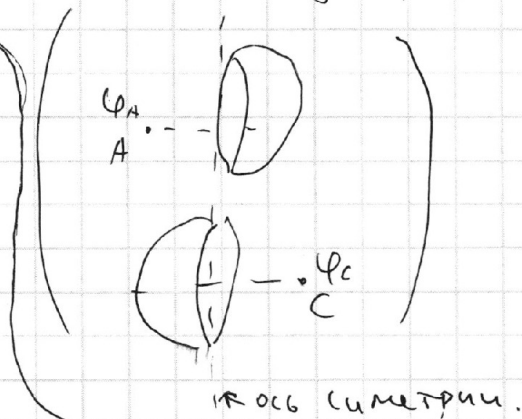
$$\varphi_0 - \varphi_C = \varphi_A - \varphi_0$$

$$\frac{\varphi_0 - \varphi_C}{\varphi_A - \varphi_0} = 1 \Rightarrow \alpha = 1.$$

Тогда: $V_C = V_0 \sqrt{2+1} = V_0 \sqrt{3}$

$$V_C = V_0 \sqrt{3}.$$

Ответ: $V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ'}{mR}}$; $V_C = V_0 \sqrt{3}.$



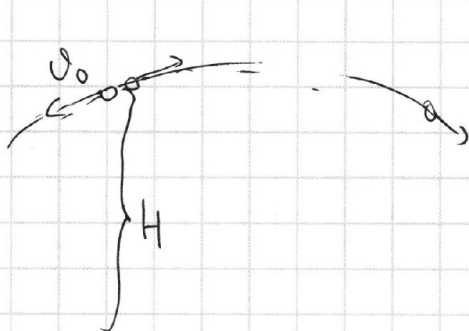


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

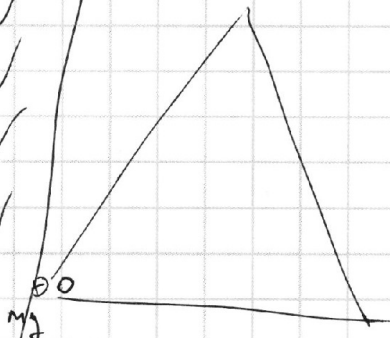
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{array}{r} 200 \\ \times 98 \\ \hline 1600 \\ 1800 \\ \hline 19600 \end{array}$$

Задачи:

- 1 ✓
- 2 ✓
- 3 ✓
- 4 ✓
- 5 ✓



$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 2 \\ \hline 346 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 346 \\ \times 314 \\ \hline 1384 \\ 346 \\ 1038 \\ \hline 108644 \end{array}$$

$$\times 1,73$$

$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 2 \\ \hline 346 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 346 \\ \times 314 \\ \hline 1384 \\ 346 \\ 1038 \\ \hline 108644 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 346 \\ \times 314 \\ \hline 1384 \\ 346 \\ 1038 \\ \hline 108644 \end{array}$$



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!

