



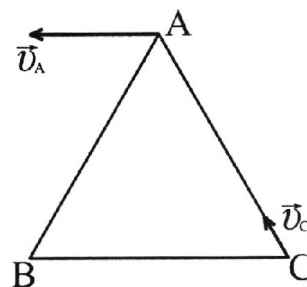
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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  $\tau$  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.

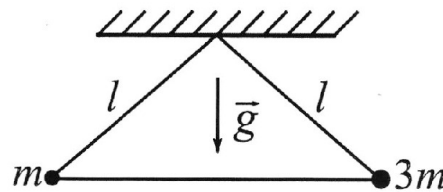
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 8$  м фейерверк находился через  $\tau = 0,8$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $L_{\text{MAX}}$  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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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?

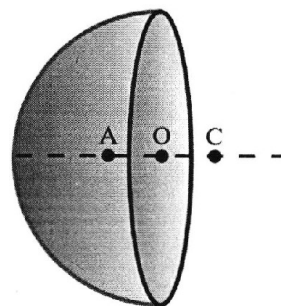
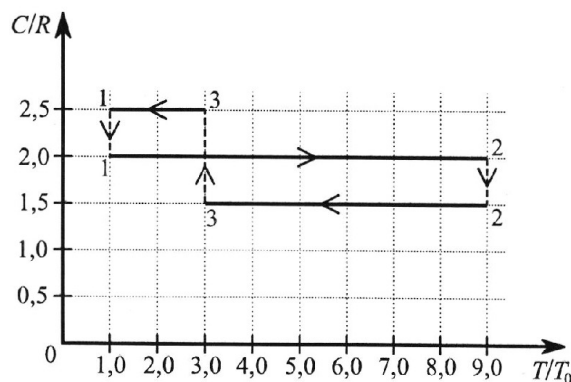
Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закрепленной 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:

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

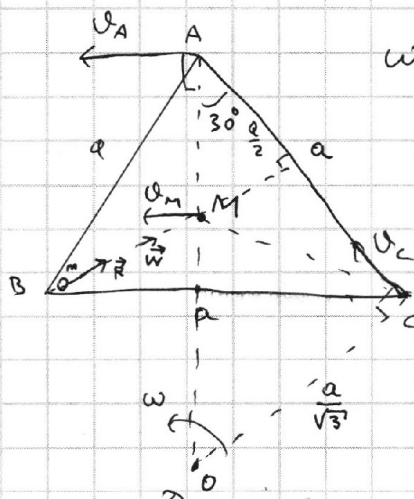
$$a = 0,2 m$$

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

$v_c = ?$

$\tau = ?$

$R = ?$



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

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

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

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 <sup>в процессе движения</sup> внешние силы, пластинка будет вращаться вокруг точки M, и у всех точек в этой СО будут равные скорости.

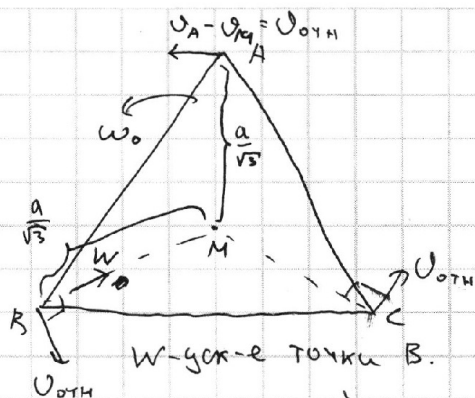


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{3} (U_A - U_M)}{a}$$

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

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

Т.к.  $U_M = U_C$ , что мы доказали ранее,

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

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

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

Т.к. СО центра масс инерциальная, то движения

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

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



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  
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:

$$h = 8 \text{ м}$$

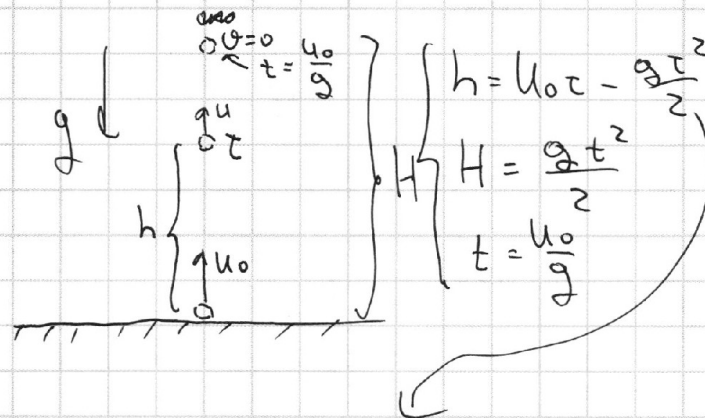
$$t = 0,8 \text{ с}$$

~~$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$~~

$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

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

$H = ?$



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

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

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

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

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

~~Вывести точку траектории~~

Высшая точка траектории:

До взрыва:

$O^{2m}$

После взрыва:

$\vec{V}_0$   
 $\vec{V}'_1$

$$\text{ЗУ: } 0 = m \vec{V}_0 + m \vec{V}'_1 \Rightarrow \vec{V}'_1 = -\vec{V}_0$$
$$V'_1 = V_0$$

~~Вывести~~  $\Rightarrow$  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

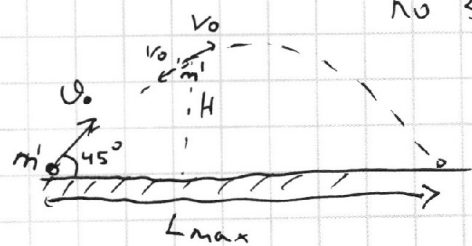
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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  $45^\circ$  ( $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \rightarrow \max$ , когда  $\alpha = 45^\circ$ ,  $L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$ )

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



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

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

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

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



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.



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:

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$L = 1,6 \text{ л}$$

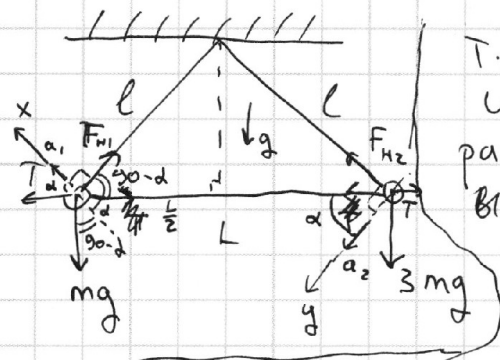
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = ?$$

или  $\sin \alpha = ?$

$$a_1 = ?$$

$$T = ?$$



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  $\alpha$  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  
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!

II 3-й Ньютон:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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:

$\nu = 2$  моль

$T_0 = 300\text{ K}$

$M = 150\text{ кг}$

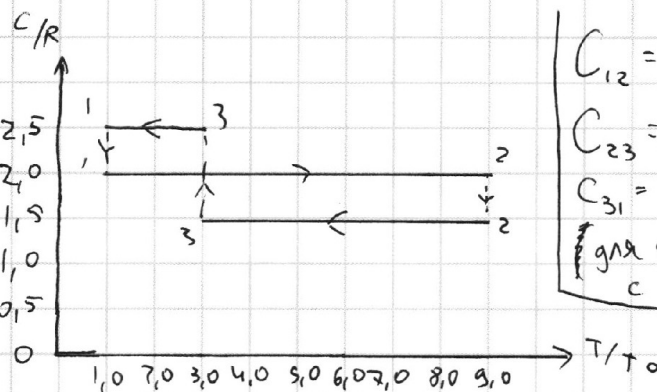
$N = 10$

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

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.

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

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

~~Процесс 1-2:~~

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

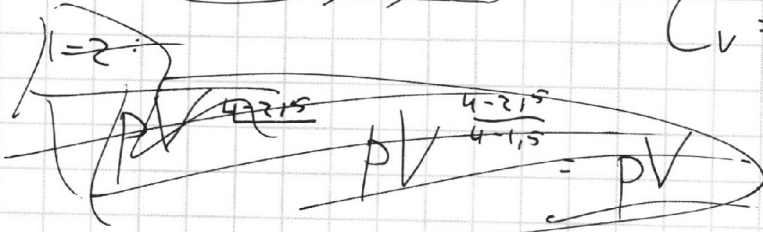
~~$$C_{23} = 1,5R \cdot \nu = 3R$$~~

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

$C$  (большое  $C$ ) - теплоемкость газа в процессах (и  $C$  (маленькое  $C$ ) молярная теплоемкость).

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

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



1-2:

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



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:  $pV^{\frac{5-5/R}{(3-3)R}} \Rightarrow pV^{\frac{5-5/R}{(3-3)R}} = \text{const} ; n \rightarrow \infty ; n = \frac{(3-5)R}{(3-3)R}$   
 $pV$   $\Downarrow$  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:

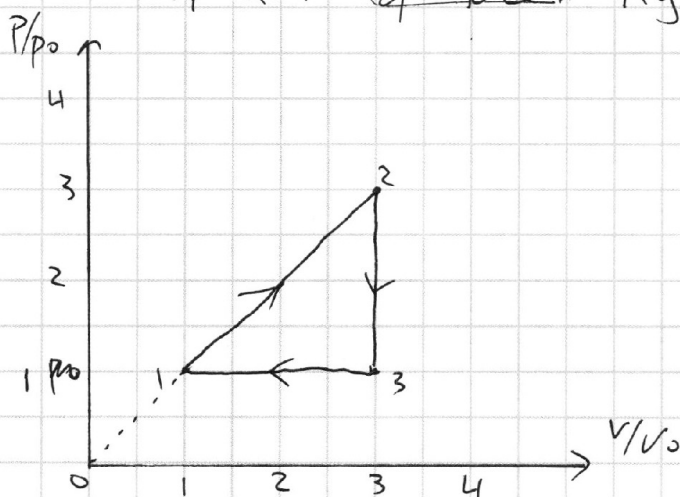
$$V = \text{const} \Rightarrow V_3 = V_2 = 3V_0.$$

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:  $P_3 = 2083 \text{ Па}$~~

Построим ~~график~~ нужный искомый график:



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

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

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

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



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:  ~~$Q_1 \approx 80 \text{ кДж}$~~   $Q_1 \approx 80 \text{ кДж} \rightarrow H \approx 33,3 \text{ м}$



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!

Задача 5

Дано:

$Q$

$R$

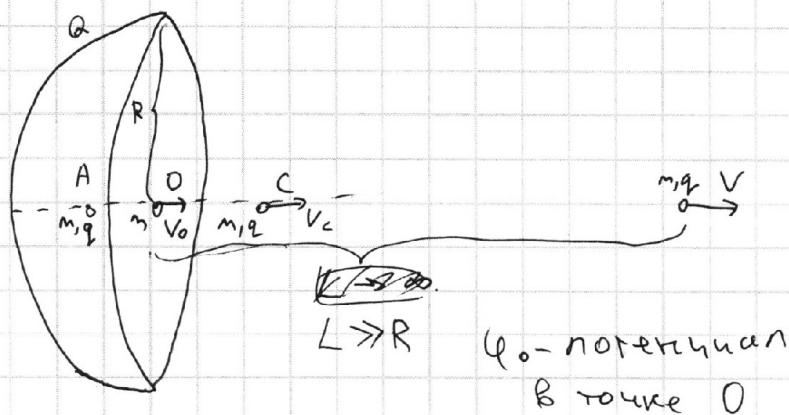
$m, q$

$V_0$

$k$

$V = ?$

$V_c = ?$

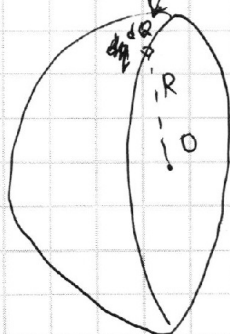


Зсз:

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

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

Найдем потенциал в точке O:  
малый заряд на полукольце.



$$d\phi = k \frac{dq}{R}$$

$$\Rightarrow \phi_0 = \sum d\phi_0$$

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

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

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

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

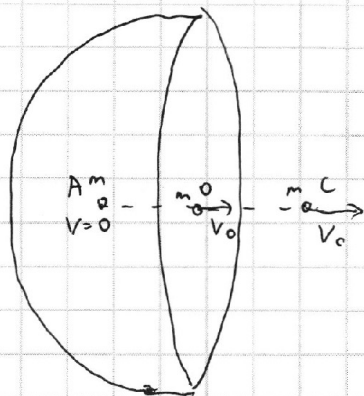


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



ЗСЭ:

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

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

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

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

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

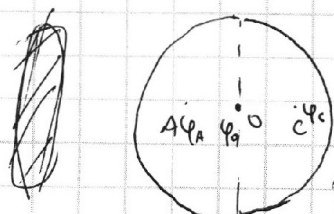
$$\frac{V_0^2}{V_c^2 - V_0^2} = \frac{\varphi_A - \varphi_0}{\varphi_0 - \varphi_c}$$

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

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 <sup>поле</sup> 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

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

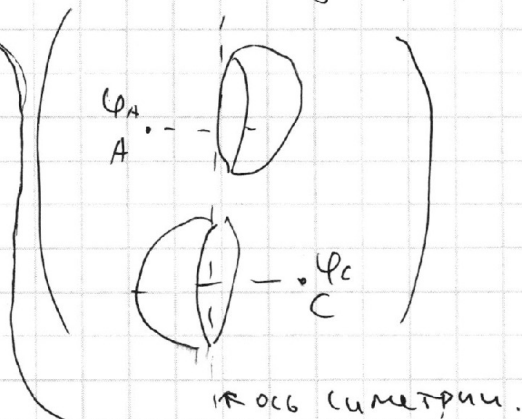
$$\varphi_0 - \varphi_C = \varphi_A - \varphi_0$$

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

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

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

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



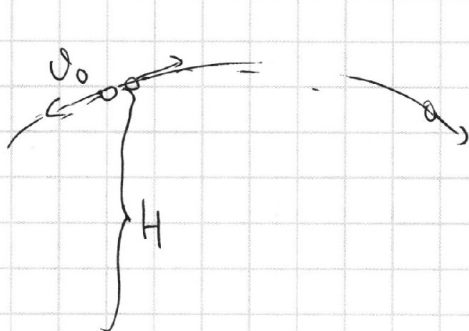


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

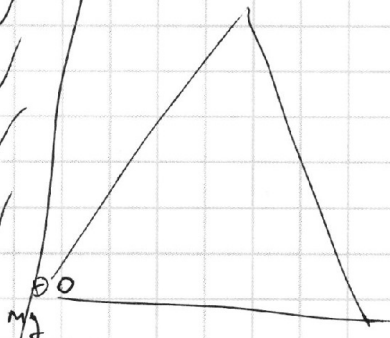
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

Задачи:

- 1 ✓
- 2 ✓
- 3 ✓
- 4 ✓
- 5 ✓



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

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

$$\times 1,73$$

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

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

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



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!

