



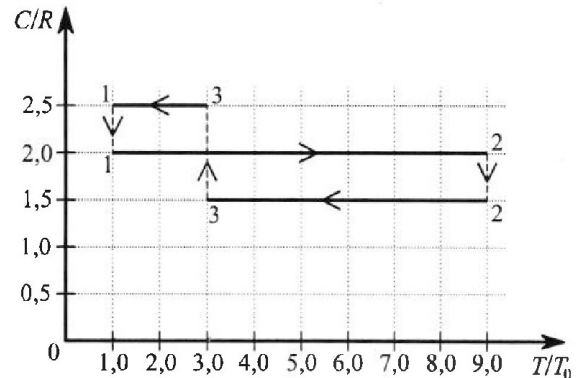
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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, $T_0 = 300$ К.



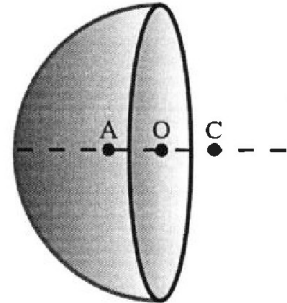
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $M = 150$ кг за $N = 10$ 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 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.



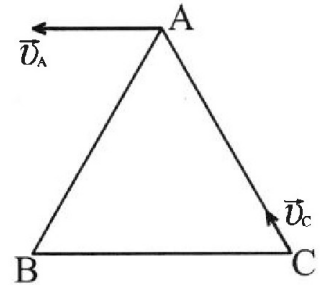
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

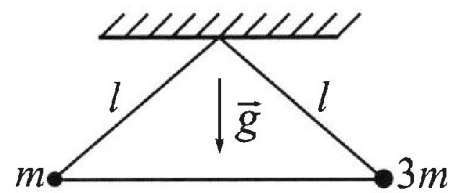
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк разбивается 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.

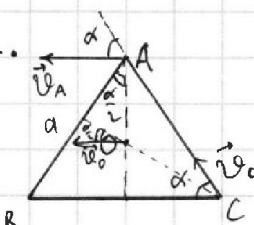


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1. 

$\alpha = 60^\circ$

1) $v_A \cos \alpha = v_C = 0,4 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \frac{m}{c}$ (нв. тело)

2) O - центр масс пластины, он однородный $\Rightarrow$ O - пересечение медиан

$AO = BO = CO = a \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{2}{3} a \cos \frac{\alpha}{2}$ (с-во медиан в Δ)

Проекция v_A на OA равна проекции v_C на AO равно нулю $\Rightarrow$ (нв. тело)

$\Rightarrow v_O \perp AO$ (v_O - скорость центра масс)

Проекция v_C и v_O на OC равны: $v_O \cos \frac{\alpha}{2} = v_C \cos \frac{\alpha}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_O = v_C$

Перенесём в CO у.м.:

$\vec{v}_{AOTH} = \vec{v}_A - \vec{v}_O$ (скорость т.А в со центра масс)

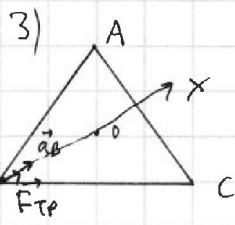
$v_{AOTH} = v_A - v_C = \omega AO \Rightarrow$

$\Rightarrow \omega = \frac{v_A - v_C}{AO}$

$T = \frac{3 \cdot 2\pi}{\omega} = \frac{6\pi \cdot AO}{v_A - v_C} \approx \frac{6 \cdot 3,14 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0,4 \frac{m}{c} - 0,2 \frac{m}{c}} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3}}{0,2} = 6,28\sqrt{3} c$

$= 6,28\sqrt{3} c \approx 6,28\sqrt{3} c$

ускорение т.В



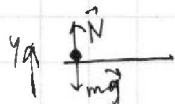
Тела не движется относительно пластины $\Rightarrow a_B = a_{центр}$

$a_B = a_n = \omega^2 OB = \frac{(v_A - v_C)^2}{AO^2} \cdot AO =$

$= \frac{(v_A - v_C)^2}{AO} \quad (a_B = a_n, \text{ т.к. } a_x = 0, \text{ т.к. } M = \beta = 0)$

виз. сбавит:

Ускорение тела по Oy равно нулю ($N = mg$)



Изгл. $\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}_B = \vec{R}$

Ох: $F_{тр} = ma_B = R = \frac{3 \cdot (v_A - v_C)^2}{2 \cdot a \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{3 \cdot (0,4 \frac{m}{c} - 0,2 \frac{m}{c})^2 \cdot g}{2 \cdot 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0,3 \frac{m \cdot g}{\sqrt{3}}$



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
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!

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3} \cdot 0,12 \cdot 0,04 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,2 \text{ м}} = \sqrt{3} \cdot 0,12 \cdot 0,2 \frac{\text{с}}{\text{с}} = \boxed{0,02 \cdot \sqrt{3} \text{ м}}$$

$$\text{Ответ: } v_c = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} ; \tau = 2\sqrt{3} \pi \text{ с} = 6,28\sqrt{3} \text{ с}; R = 0,02 \cdot \sqrt{3} \text{ м}$$

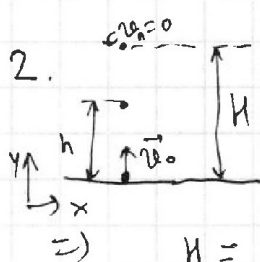


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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. v_0 - начальная скорость фристайлера

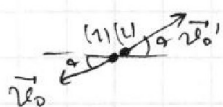
1) $0,5 h = v_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2} = \frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ с}}{2} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) $\frac{m v_0^2}{2} = m g H \Rightarrow$ (ка m - масса фристайлера)

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2}\right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ с}}{2}\right)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{\left(10 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{196 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 9,8 \text{ м}$$

2) На высоте H скорость фристайлера v_H равна нулю:

3) $m \vec{v}_H = \vec{0} = \frac{m}{2} \vec{v}_0 + \frac{m}{2} \vec{v}_0' \Rightarrow \vec{v}_0 = -\vec{v}_0'$



$L_{\max} = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha \tau_1 + v_0 \cos \alpha \tau_2 = v_0 \cos \alpha (\tau_1 + \tau_2)$

расстояние, которое оскочит (1) τ_1 τ_2 $\tau_1 + \tau_2$

окажет (1) τ_1 τ_2 $\tau_1 + \tau_2$

по Ox τ_1 τ_2 $\tau_1 + \tau_2$

$0,5 H = v_0 \sin \alpha \tau_1 - \frac{g \tau_1^2}{2} = v_0 \sin \alpha \tau_2 - \frac{g \tau_2^2}{2} \Rightarrow$

$v_0 \sin \alpha (\tau_1 + \tau_2) = \frac{g}{2} (\tau_2^2 - \tau_1^2) = \frac{g}{2} (\tau_2 + \tau_1) (\tau_2 - \tau_1) \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \tau_2 - \tau_1 \Rightarrow L_{\max} = v_0 \cos \alpha (\tau_1 + \tau_2 + \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g})$

$= v_0 \cos \alpha (2 \tau_1 + \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g})$

Траектории (1) и (2) вместе составляют траекторию полета некоторого тела, начальная скорость которого равна v_0

3) $\frac{m v_H^2}{2} = m g H + \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_H^2 = 2 g H + v_0^2$

$L = \frac{v_H^2 \sin 2 \beta}{g}$; $L_{\max} \Rightarrow 2 \beta = 90^\circ$; $\beta = 45^\circ$

$\Rightarrow L_{\max} = \frac{v_H^2}{g} = \frac{2 g H + v_0^2}{g} = 2 H + \frac{v_0^2}{g} = 2 \cdot 9,8 + \frac{(14 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$

$= 19,6 \text{ м} + 19,6 \text{ м} = 39,2 \text{ м}$ ОТВЕТ: $H = 9,8 \text{ м}$; $L_{\max} = 39,2 \text{ м}$





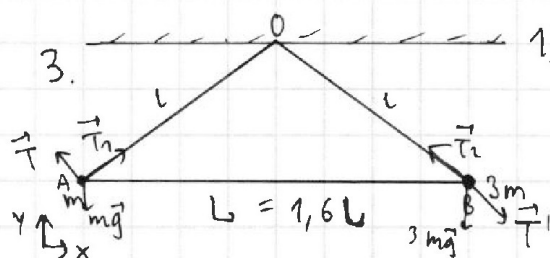
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

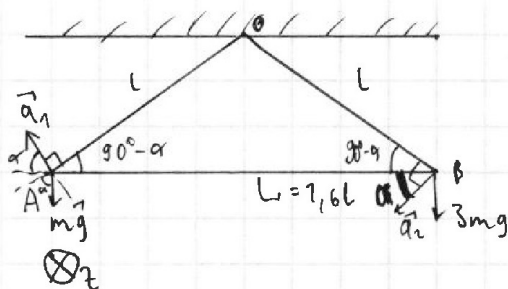
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\Rightarrow -\vec{T} + \vec{T}' = \vec{0} \quad (\text{III } \text{ЗЗ}, \text{II } \text{ЗЗ})$$

(как направлены $\vec{T}$ и $\vec{T}'$ пока не знаем)

Для системы из шаров действуют силы: $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + 4mg = m\vec{a}_c$
 $\text{по } y = 0 \Rightarrow T_1 + T_2 = 4mg$
 (поперек у.м. стержня)



$$\text{ЗЗ. } \cos(\text{для } AOB): x^2 = l^2 + \left(\frac{16}{20}l\right)^2 - 2 \cdot \frac{16}{20}l \cdot l \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \cos(90^\circ - \alpha) = \frac{\frac{64}{25}l^2}{x \cdot \frac{16}{20}l} = \frac{64}{25} \cdot \frac{5}{16} = \frac{4}{5}$$

2) В начальный момент все точки неподвижны $\Rightarrow$

$$\Rightarrow a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \beta \quad (\text{тв. стержня})$$

$$a_1 = a_2 = 0 \quad (\text{вдоль нитки})$$

$a_1 = a_2 = \beta l$ — угловое ускорение стержня и шаров отн. O

$$\text{отн. O: } M = J \beta = J \cdot \frac{a_1}{l} = (ml^2 + 3ml^2) \frac{a_1}{l} = 4ml^2 \frac{a_1}{l} = 4m(a_1 l)$$

$$M_z = -mgl \cos(90^\circ - \alpha) + 3mgl \cos(90^\circ - \alpha) = 4mgl \sin \alpha$$

(по часовой стрелке) (моменты T_1 и T_2 равны нулю)

$$\Rightarrow 2kl \sin \alpha = 4ml a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{4}{5} = \frac{2}{5} g = \frac{2}{5} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

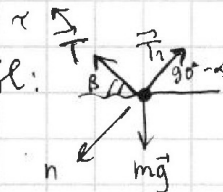
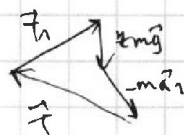
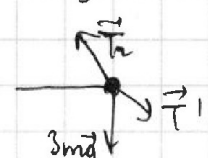


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

3) II з.р.:  (*) $\vec{T} + \vec{T}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_1$ | $2\vec{T} + \vec{T}_1 - 2m\vec{g} = m\vec{a}_1 - 3m\vec{a}_2$
 $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + 4m\vec{g} = 3m\vec{a}_2 + m\vec{a}_1$
 $-\vec{T} + \vec{T}_2 + 3m\vec{g} = 3m\vec{a}_2$

$\vec{a}_c = \frac{m\vec{a}_1 + 3m\vec{a}_2}{4m}$ { ускорение ц.м.
 состоит из двух
 направленных
 векторов } $\vec{a}_1$
 $a_{cx} = \frac{\cos\alpha(a_1 + 3a_2)}{4}$; $a_{cy} = \frac{\sin\alpha(-3a_2 + a_1)}{4}$
 $a_{cx} = a_1 \cos\alpha$; $a_{cy} = -\frac{a_1}{2} \sin\alpha$

$4m\vec{a}_c = \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + 4m\vec{g}$; $O_y: -2ma_1 \sin\alpha = T_{1y} + T_{2y} - 4mg =$
 $= -4mg + (T_1 + T_2) \cos\alpha \Rightarrow T_1 + T_2 = \frac{-2ma_1 \sin\alpha + 4mg}{\cos\alpha}$
 $O_x: 4ma_1 \cos\alpha = (T_2 - T_1) \sin\alpha \Rightarrow -T_2 + T_1 = -4ma_1 \tan\alpha$
 $\Rightarrow 2T_2 = -4ma_1 \tan\alpha + \frac{2mg}{\cos\alpha} - 2ma_1 \tan\alpha$
 $T_2 = -ma_1 \tan\alpha + \frac{mg}{\cos\alpha} - ma_1 \tan\alpha$

(*) проекция на Ox : $-T_1 \sin\alpha + T \cos\beta = ma_1 \cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{ma_1 \cos\alpha + T_1 \sin\alpha}{\cos\beta}$; $O_y: T_1 \cos\alpha + T \sin\beta - mg = a_1 \sin\alpha =$

$\Rightarrow \tan\beta = \frac{ma_1 \sin\alpha + mg - T_1 \cos\alpha}{ma_1 \cos\alpha + T_1 \sin\alpha} = \frac{ma_1 \sin\alpha + mg - ma_1 \cos\alpha \tan\alpha + 2mg + 2ma_1 \tan\alpha}{ma_1 \cos\alpha + ma_1 \cos\alpha \tan\alpha - 2mg \tan\alpha - 2ma_1 \tan\alpha \cos\alpha}$

$\Rightarrow \frac{3mg}{2ma_1 \sin\alpha \cos\alpha} = \frac{3mg + 2ma_1 \frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha} - 2mg \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} - ma_1 \cos\alpha + ma_1 \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}}{2ma_1 \sin\alpha \cos\alpha}$

$= \frac{3g + g \cos^2\alpha}{2g \tan\alpha} = \frac{g}{2} \frac{\sin\alpha \cos\alpha + \sin^3\alpha}{\cos^2\alpha}$



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!

II 3 R для левого шарика, параллельно оси, перпендикулярную

AO: проекция T на ось AO

$$T \cos \alpha - mg \sin \alpha = m a_1 \Rightarrow T \cos \alpha = m(a_1 + g \sin \alpha) = m \frac{3}{2} g \sin \alpha$$

$$T \sin \alpha + mg \cos \alpha = T_1 = m a_1 (\tan \alpha - 2 \cot \alpha) + \frac{2mg}{\cos \alpha} = m \frac{g \sin \alpha}{2} (\tan \alpha + 2 \cot \alpha) + mg \left(\frac{2}{\cos \alpha} - \cos \alpha \right) =$$

$$T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} =$$

$$= mg \left(-\frac{\sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha} - \cos \alpha + \frac{2}{\cos \alpha} - \cos \alpha \right) = mg \left(\frac{2}{\cos \alpha} - 2 \cos \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha} \right)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = \sqrt{\frac{9}{4} m^2 g^2 \sin^2 \alpha + m^2 g^2 \left(\frac{2}{\cos \alpha} - 2 \cos \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha} \right)^2} =$$

$$= mg \cdot 1 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \sqrt{\frac{9}{4} \cdot \frac{16^4}{25} + \left(\frac{20}{3} - \frac{6}{5} - \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot \frac{16}{25} \right)^2} =$$

$$= 1 \text{ Н} \cdot \sqrt{\frac{36}{25} + \left(\frac{50}{15} - \frac{18}{25} - \frac{8}{15} \right)^2} = 1 \text{ Н} \cdot \sqrt{\frac{36}{25} + \frac{24^2}{15^2}} = 1 \text{ Н} \cdot \sqrt{\frac{36 \cdot 9 + 24^2}{5^2 \cdot 3^2}} =$$

$$= 1 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{6^2 \cdot 3^2 + 6^2 \cdot 4^2}}{25} = 1 \text{ Н} \cdot \frac{6}{15} \cdot \sqrt{9 + 16} =$$

$$= \frac{6 \cdot 5}{25} \text{ Н} = \boxed{2 \text{ Н}}$$

ОТВЕТ: $\sin \alpha = \frac{4}{5}$; $a_1 = 4 \frac{m}{c^2}$; $T = 2 \text{ Н}$



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 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!

$$4.1) C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{\delta A + dU}{dT} = \frac{p dv + \frac{i}{2} \delta R dT}{dT} = \frac{p dv}{dT} + \frac{i}{2} R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{C}{R} = \frac{i}{2} + \frac{p dv}{R dT} = \frac{3}{2} + \frac{p dv}{R dT}$$

$$pV = \delta RT$$

(3-й закон термодинамики)

В процессе 2-3: $\frac{C}{R} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{p dv}{R dT} = 0 \Rightarrow dv = 0 \Rightarrow V = \text{const}$
 $p \sim T$

В процессе 1-2: $\frac{C}{R} = 2 \Rightarrow \frac{p dv}{R dT} = 2 - \frac{3}{2} = \frac{1}{2} = \text{const}$

$$p = \frac{\delta RT}{V} \Rightarrow \frac{p dv}{R dT} = \frac{\delta RT dv}{R V dT} = \frac{dv}{V} \cdot \frac{T}{dT}$$

$$2 \int_{V_0}^{V_1} \frac{dv}{V} = \int_{T_0}^{T_1} \frac{T}{dT} \Rightarrow 2 \ln \frac{V_1}{V_0} = \ln \frac{T_1}{T_0} \Rightarrow$$

(V и T — константы — но адiabатический процесс 1-2, соответствующий этому)

$$\Rightarrow \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^2 = \left\{ \frac{T_1}{T_0} \right\} = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \Rightarrow p \sim V$$

В процессе 3-1: $\frac{C}{R} = \frac{5}{2} \Rightarrow \frac{p dv}{R dT} = 1 = \text{const} \Rightarrow$ (адиабатический процесс 1-2)

$$\Rightarrow \frac{dv}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \frac{T_1}{T_0} \Rightarrow V \sim T (p = \text{const})$$

$$p_0 V_0 = \delta R T_0$$

процесс 1-2: $pV = \delta RT = kV^2$

В точке 2

$$p_2 V_2 = \delta R T_2 \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} = \frac{T_2}{T_0} = \frac{V_2^2}{V_0^2} \Rightarrow$$

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

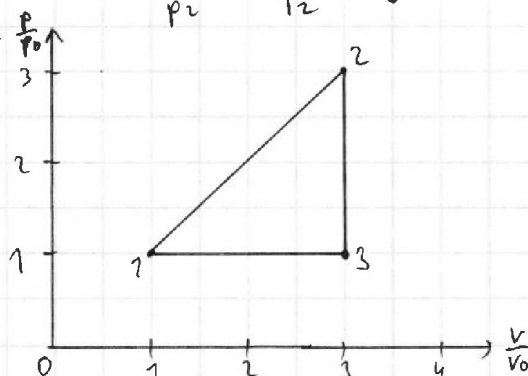
6 составляющих

процесс 2-3: $V_3 = V_2 = 3V_0$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{p_3}{p_0} = \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{1}{3} = 1$$

процесс 3-1: $V \sim T$
 $p = \text{const}$

ОТВЕТ:





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!

4.2) расширение происходит только в процессе 1-2:

$$Q_1 = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3p_0 + p_0}{2} (3V_0 - V_0) + \frac{i}{2} \nu R (9T_0 - T_0) =$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \quad \text{5 под графиком}$$

$$= 2p_0 \cdot 2V_0 + 3\nu R \cdot 4T_0 = 4\nu R T_0 + 12\nu R T_0 = 16\nu R T_0 =$$

$$= 16 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} = 16 \cdot 6 \cdot 831 \text{ Дж} = 96 \cdot 831 \text{ Дж} =$$

$$= \boxed{79776 \text{ Дж}}$$

$$3) A = \frac{(3p_0 - p_0)(3V_0 - V_0)}{2} = 2p_0 V_0 = 2\nu R T_0 \quad \leftarrow \text{коэффициент полезного действия}$$

↑ работа газа
одним циклом

площадь графика
в координатах p(V)

Аполезное = $\eta A = 0,5 A$

(*) делим на два, т.к. половина работы газа идет на полезную работу

$$\text{Знаю: } MgH = \frac{10 A}{2} = 10\nu R T_0 \Rightarrow H = \frac{10\nu R T_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{150 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$$

$$= \frac{960 \cdot 831 \text{ Дж}}{1500} = \frac{4 \cdot 831 \text{ Дж}}{100 \text{ Н}} = \frac{3324}{100 \text{ Н}} = \boxed{33,24 \text{ м}}$$

ОТВЕТ: $Q_1 = 79,776 \text{ кДж}$; ~~$Q_1 = 96 \text{ кДж}$~~
 $H = 33,24 \text{ м}$

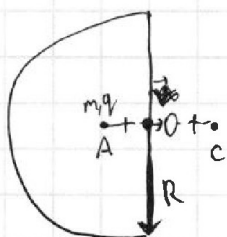


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

5. 1) Величины симметричны относительно или действующие перпендикулярные оси симметрии концентрируются.



потенциальная энергия заряда в точке O
равна: $\frac{kQq}{R}$

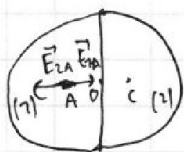
т.к. для каждого элементарного заряда на поверхности сферы $q = q_0 d\alpha$ потенциал $\varphi = \frac{kq}{r}$ равен $\frac{kq_0 d\alpha}{R}$, суммируя получаем $\frac{kQq}{R}$

$$\text{ЗЗ: } \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQq}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \text{(на большом расстоянии это)} W_{\infty} = 0$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$$

2) OA = OC

сфера B, составленную из двух таких, как в задаче (то зарядовых) полушар



Внутри кс $E=0$ (по тл. Гаусса) 2) $F=0$

значит в т. А: $E_{AO} = E_{CO}$, но для правой (второй) полушеры точка A находится на поверхности, где точка C отн. полушеры (1) $\Rightarrow E_{CO} = E_{AO}$ (напряженности двух полушеры складываются)

и так для любой двух симметричных отн. O точек между A и C $\Rightarrow \Delta W_{AO} = \Delta W_{CO}$ Изменение потенциальной энергии при переходе из A в O

$$\text{ЗЗ: } \frac{mv_0^2}{2} + \Delta W_{AO} = \frac{mv_c^2}{2} + \Delta W_{CO} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} + \Delta W_{AO} = \frac{mv_c^2}{2} + \Delta W_{AO} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_c^2}{2} \Rightarrow v_c = \sqrt{2} v_0$$

$$\text{ОТВЕТ: } v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$$

$$v_c = \sqrt{2} v_0$$

$$\oint E(x) dx$$



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!

$$\tau = 2 \cdot \frac{v_n \sin \beta}{g}; \quad L = \frac{2v_n^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{v_n^2 \sin 2\beta}{g}$$

$$\begin{array}{r} 98 \\ 2 \\ \hline 15 \\ 180 \\ \hline 196 \\ 12 \\ \hline 212 \\ 280 \\ 200 \\ \hline 392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 16 \\ 160 \\ 400 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 6 \\ \hline 36 \\ 60 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ 831 \\ \hline 196 \\ 1180 \\ 2700 \\ 44800 \\ 72000 \\ \hline 79776 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ 8 \\ \hline 240 \\ 6400 \\ \hline 6648 \end{array}$$

$$\frac{kQq_1}{r} - q$$

$$\frac{kQ}{r^2}$$

$$-E$$

$$\frac{kQq}{r^2} - F$$

$$\frac{kQq}{r} - W$$

$$dW = Edr$$

~~Handwritten scribbles~~

