

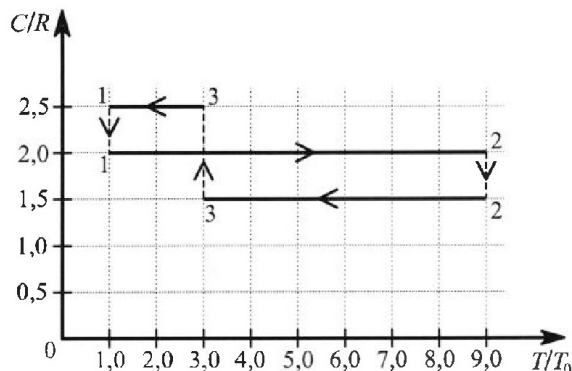
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.



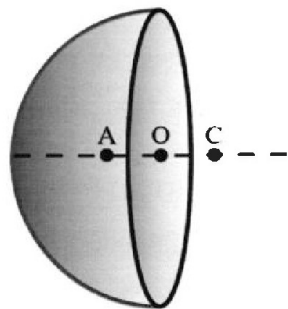
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 электрической 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.



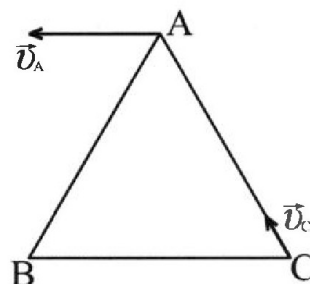
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

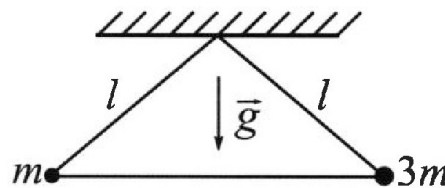
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк 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.

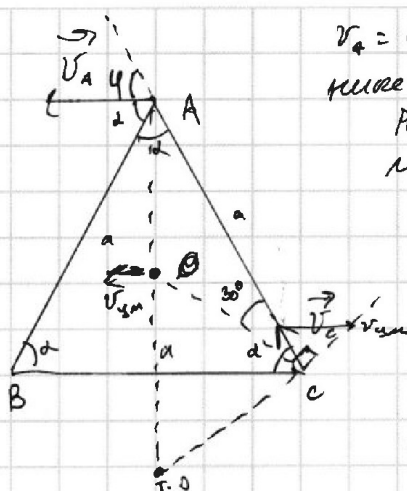


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$v_A = 0,4 \frac{m}{c}$; $Q = 0,2 \text{ A}$; В равностороннем треугольнике углы между его сторонами равны $\alpha = 60^\circ$; Рассмотрим прямую AC; т.е. расстояние между её точками постоянно, можем сказать, что все точки имеют равные проекции скоростей на эту прямую $\Rightarrow$

$$\cos(\varphi) \cdot v_A = v_c; \varphi = 180^\circ - 2\alpha = 60^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} v_A = v_c \Rightarrow v_c = 0,2 \frac{m}{c};$$

~~центр вращения находится в центре ц.м. пластины~~

движутся со скоростью $v_{ц.м.}$; В с.о. центра масс все скорости точек направлены перпендикулярно к направлению на ц.м.; на равном расстоянии скорости равны; переведем v_c в скорость отн. ц.м.: известно, что $v_c - v_{ц.м.}$ будет перп. направлению на ц.м.; Тогда $v_c \cdot \cos(30^\circ) = v_{ц.м.} \cdot \sin(60^\circ)$;

$$v_{ц.м.} = v_c \cdot \frac{\cos(30^\circ)}{\sin(60^\circ)} = v_c;$$

Рассмотрим скорость т.А. отн. центра масс: $v_{Ац.м.} = v_A - v_{ц.м.} =$

$$= v_A - v_c = \frac{1}{2} v_A; \text{ Отрезок } AO = \frac{2}{3} \cdot \cos(30^\circ) \cdot a \Rightarrow$$

$$\omega \text{ вращения пластины} = \frac{v_{Ац.м.}}{AO} = \frac{\frac{1}{2} v_A}{\frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot a} = \frac{3}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{v_A}{a};$$

$$T_{периода} = \frac{1}{\omega}; T_{периода} = T = \frac{2}{\omega} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{2}{\frac{3}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{v_A}{a}} = 2\sqrt{3} \cdot \frac{a}{v_A} \approx \boxed{\sqrt{3} \text{ c}}$$

Если шарики сидят в т.В, то на неё будут действовать скомпенсированные сила тяжести и сила кори. реакции опоры, а также некоторая результирующая ~~с~~ горизонт. сил $\vec{R}$, компенсирующая нормальное ускорение;

$$\text{Кори. цук. } a_n = \frac{v_{ц.м.}^2}{AO} = \frac{v_{Ац.м.}^2}{AO} = \frac{\left(\frac{1}{2} v_A\right)^2}{\frac{2}{3} \cos(30^\circ) \cdot a} = \frac{\frac{1}{4} v_A^2}{\frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot a} = \frac{v_A^2}{a} \cdot \frac{3}{4\sqrt{3}};$$

$$|\vec{R}| = a_n \cdot m \Rightarrow R = m \cdot \frac{v_A^2}{a} \cdot \frac{3}{4\sqrt{3}} = \cancel{0,0001 \text{ кг}} \cdot \frac{0,16 \frac{m^2}{c^2}}{0,2 \text{ м}} \cdot \frac{3}{4\sqrt{3}} =$$

$$= \boxed{\frac{3}{5\sqrt{3}} \cdot 10^{-4} \text{ Н}}; \text{ Ответы: } v_c = 0,2 \frac{m}{c}; T = \sqrt{3} \text{ c}; R = \frac{3}{5\sqrt{3}} \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$



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
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!

$$= -\sin(\alpha) \cdot \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} + \cos(\alpha) \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}} \cdot \frac{v_0^2}{g^2} \cdot (\sin^2(\alpha))' =$$

$$= -\sin(\alpha) \cdot \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} + \cos(\alpha) \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}} \cdot \frac{v_0^2}{g^2} \cdot 2 \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$L_{\max}' = 0 \text{ при } \alpha = 0, \text{ или:}$$

$$-\sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} + \cos^2(\alpha) \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}} \cdot \frac{v_0^2}{g^2} \cdot 2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \frac{v_0^2}{g^2} \cdot \cos^2(\alpha) \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}} = \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \Rightarrow$$

$$2 \cdot \frac{v_0^2}{g^2} \cdot \cos^2(\alpha) = \sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \frac{v_0^2}{g^2} \cdot \cos^2(\alpha) = \sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g} \Rightarrow \frac{\cos^2(\alpha)}{\sin^2(\alpha)} = \frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{9.8}{20^2}} \approx \sqrt{\frac{3}{4}} \Rightarrow \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \approx \frac{\sqrt{3}}{2};$$

$$\cos(\alpha) = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin(\alpha) \Rightarrow \cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha) = 1 \Rightarrow \sin^2(\alpha) + \frac{3}{4} \sin^2(\alpha) = 1 \Rightarrow \sin(\alpha) = \sqrt{\frac{4}{7}};$$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{\frac{3}{7}};$$

$$L_{\max} \approx 2 \cdot \sqrt{\frac{4}{7} \cdot \frac{20^2}{10^2} + \frac{20 \cdot 10}{10}} \cdot \sqrt{\frac{3}{7}} \cdot 20 \approx 40 \cdot \sqrt{2 + \frac{16}{7}} \cdot \sqrt{\frac{3}{7}} \text{ м} \approx$$

$$\approx 40 \cdot \sqrt{\frac{3}{7} \cdot \frac{30}{7}} \approx 40 \cdot \frac{3}{7} \cdot \sqrt{10} = \frac{120}{7} \cdot \sqrt{10} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } \frac{120 \sqrt{10}}{7} \text{ м}$$



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!

1) Так как фейерверк мгновенно сжигает топливо, можно считать, что в результате этого фейерверк ускорился до некоторой скорости $\vec{v}_H$; весь последующий полёт фейерверк свободно летит, испытывая ускорение $\vec{g}$, направленное вниз. Если принять высоту горизонтальной площадки за 0, то: за $t = 0,8$ с фейерверк достигнет до $h = 8$ м, согласно закону движения равноускоренного тел, $h = v_H \cdot t - \frac{g t^2}{2}$; вычислим v_H : $v_H \cdot t = h + \frac{g t^2}{2} \Rightarrow v_H = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} \approx 14 \frac{м}{с}$

Исходя из этого можно вычислить максимальную высоту H : она будет достигнута при полной остановке фейерверка, то есть через время $t_H = \frac{v_H}{g}$; При этом $H = v_H \cdot t - \frac{g t^2}{2} = v_H \cdot \frac{v_H}{g} - \frac{g \cdot (\frac{v_H}{g})^2}{2} = \frac{v_H^2}{2g}$; т.к. $v_H = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2}$, $H = \frac{(\frac{h}{t} + \frac{g t}{2})^2}{2g}$

$$H = \frac{(\frac{h}{t} + \frac{g t}{2})^2}{2g} = \frac{h^2}{2g t^2} + \frac{h}{t} + \frac{g t^2}{8} = \frac{v_H^2}{2g} \approx \boxed{9,8 \text{ м}}$$

• Ответ (вопрос 1): $H = 9,8 \text{ м}$

2) Фейерверк взорвался при наборе макс. высоты в точке H ;

Так как обе части равно массивны, а по 3.С.И. их общий импульс после взрыва равен импульсу до, то если масса каждого осколка m , скорость до взрыва $\vec{v}_0 = 0$, а скорость второго осколка $\vec{v}_1$,

$$\vec{v}_0 \cdot 2m = \vec{v}_0 \cdot m + \vec{v}_1 \cdot m \Rightarrow \vec{v}_0 \cdot m + \vec{v}_1 \cdot m = 0 \Rightarrow \vec{v}_0 + \vec{v}_1 = 0 \Rightarrow \vec{v}_0 = -\vec{v}_1 - \text{итого обе скорости}$$

равны по модулю, противоположны по ~~направлению~~ направлению; Траектории обеих тел образует параболу, поэтому L_{max} мы можем посчитать, как 2 расстояния, пройденное осколком, летящим вниз + расстояние, пройденное осколком, летящим вверх, от точки взрыва до точки с такой же высотой, как каннибал; Если угол отклонения от горизонта у обоих тел равен α , то летящее тело пролетит L_H , а верхнее L_0 ;

при этом:

$$\text{Кинет. энерг.: } \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow v_0^2 = v_1^2 \Rightarrow v_0 = v_1$$

Или же мы можем рассчитать, как будет вести себя "верхнее" тело после полёта каннибала; После этого оно пролетит $\frac{L_{\text{max}}}{2}$; Рассмотрим этот случай:



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!

После взрыва «верхнее» тело получит ~~горизонтальную~~ ^{вертикальную} скорость $v_{y0} = \sin(\alpha) \cdot v_0$ и горизонтальную $v_{x0} = \cos(\alpha) \cdot v_0$; Максимальная высотой точки отн. точки взрыва на высоте $H_{доб}$ верхнее тело достигнет за $\frac{v_{y0}}{g}$; $H_{доб} = v_{y0} \cdot (\frac{v_{y0}}{g}) - \frac{g(\frac{v_{y0}}{g})^2}{2} = \frac{v_{y0}^2}{2g}$; После этого тело будет лететь еще: $t_{пад}$ до падения; $H_{доб} + H = \frac{g t_{пад}^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow t_{пад} = \sqrt{\frac{2(H_{доб} + H)}{g}}$; Тело пролетит за время падения $\frac{L_{max}}{2}$ по горизонтали; $\frac{L_{max}}{2} = t_{пад} \cdot v_{x0} \Rightarrow L_{max} = 2 t_{пад} \cdot v_{x0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow L_{max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2(H_{доб} + H)}{g}} \cdot \cos(\alpha) v_0 = 2 \cdot \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \cdot \cos(\alpha) v_0 =$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{\sin^2(\alpha) \cdot v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \cdot \cos(\alpha) v_0$$

Данная функция достигнет максимума, когда $L_{max}' = 0$ (по $\Delta\alpha$), $(\alpha = [0; 90^\circ])$

$$\frac{\Delta L_{max}}{\Delta \alpha} = 0; \left(2 \cdot \cos(\alpha) \cdot v_0 \cdot \sqrt{\frac{\sin^2(\alpha) \cdot v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \right)' = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\cos(\alpha) \cdot \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \right)' = 0; \left(\cos(\alpha) \cdot \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \right)' =$$

$$\text{обратится в 0 при} = \left(\cos(\alpha) \right)' \cdot \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} + \cos(\alpha) \cdot \left(\sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \right)' =$$

~~$= -\sin(\alpha) \cdot \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} + \cos(\alpha) \cdot \frac{\sin(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2}}{\sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}}$~~ Данная функция не будет 0 при $\alpha = 0^\circ$ и 90° по т.е. Данная функция не увеличивается при увеличении α , L_{max} будет макс. при $\alpha = 0^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow L_{max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sin^2(0) \cdot v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} \cos(0) v_0 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot v_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_{max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2 \cdot \sqrt{1,96} \cdot 20 \text{ м} = 56 \text{ м}$$

• Ответ (вопрос 2): ~~56 м~~ $L_{max} = 56 \text{ м}$

Все ответы: $H = 9,8 \text{ м};$
 $L_{max} = 56 \text{ м}.$



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!

1 и 2)

Пусть каждой точке крепления к потолку поставим В. Дана система ~~вращающейся~~ расстояния между точками системы по горизонтальной. Данную систему можно рассматривать как вращающийся объект с моментом инерции $J = 3m \cdot l^2 + m \cdot l^2 = 4ml^2$; Один из углов на схеме обозначим как φ ; $\cos \varphi = 0,8$; $\sin \varphi = 0,6$; Тогда на схему будут действовать 2 момента сил M_1 и M_2 (к $3m$ и m соответственно); Они равны:

$$M_1 = \cos \varphi \cdot l \cdot 3mg = 2,4 lmg; \quad M_2 = \cos \varphi \cdot l \cdot mg = 0,8 lmg;$$

(по гас. стрелкам попут. значим)

$$\Sigma M = M_1 + M_2 = 1,6 lmg \text{ (по гас. стрелкам);}$$

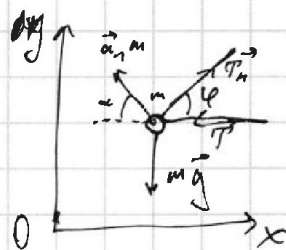
Тогда $M_{обш} = \epsilon \cdot J$, где ϵ - угловое ускорение системы;

$$\epsilon = \frac{M_{обш}}{J} = \frac{1,6 lmg}{4ml^2} = 0,4 \frac{g}{l};$$

Ускорение груза m , расположенного на l от центра вращения равно $a_t = \epsilon l = 0,4g$ и направлено перпендикулярно ~~стрелкам~~ нити от Т.О до груза m , вверх; При этом угол между горизонтальной и ускорением равен $\alpha = 90^\circ - 36,8^\circ - \varphi \Rightarrow \alpha = 90^\circ - \varphi \Rightarrow \boxed{\sin(\alpha) = \cos(\varphi) = 0,8}; \quad \boxed{a_t = 0,4g = 4 \frac{m}{c^2}};$

• Ответы (выражения): под углом α с $\sin(\alpha) = 0,8$ и ускорением $a_t = 4 \frac{m}{c^2}$

3) Рассмотрим все силы, действующие на груз:



На груз действуют: сила натяж. нити T_n ; сила удержания с веревки T ; сила тяжести mg + ускорение a_t ;

$$a_t = 0,4g;$$

Рассмотрим проекция сил на ось ОХ:

$$ОХ: T_n \cdot \cos(\varphi) - T = \cos(\alpha) \cdot a_{1,m}; \quad \text{На ОУ:}$$

$$ОУ: \sin(\varphi) \cdot T_n - mg = \sin(\alpha) \cdot a_{1,m}; \quad \text{Зная, что } a_t = 0,4g,$$

а $\alpha = 90^\circ - \varphi$, можно привести выражение к виду

$$ОХ: T_n \cdot 0,8 - T = 0,6 \cdot 0,4mg; \quad ОУ: T_n \cdot 0,6 - T = 0,24mg$$

$$ОУ: 0,6 \cdot T_n - T + mg = 0,8 \cdot 0,4mg; \quad \text{или } 0,6 \cdot T_n - T = 0,56mg$$

$$\Rightarrow ОХ: T_n$$

(см. см. страницу)



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!

$$\Rightarrow \begin{cases} \cos(\varphi) \cdot T_H - T = \sin(\varphi) \cdot a, \text{ м/с}^2 \\ \sin(\varphi) \cdot T_H - mg = \cos(\varphi) \cdot a, \text{ м/с}^2 \end{cases}$$

$$\text{т.к. } \cos(\varphi) = 0,8; \sin(\varphi) = 0,6:$$

$$\begin{cases} 0,8 T_H - T = 0,6 a, \text{ м} \\ 0,6 T_H - mg = 0,8 a, \text{ м} \end{cases}$$

$$\text{т.к. } a_1 = 0,4 \text{ г}:$$

$$\begin{cases} 0,8 T_H - T = 0,24 \text{ м/с}^2 \\ 0,6 T_H - mg = 0,32 \text{ м/с}^2 \end{cases} \quad | \cdot \frac{4}{3}$$

$$\begin{cases} 0,8 T_H - T = 0,24 \text{ м/с}^2 \\ 0,8 T_H - \frac{4}{3} mg = \frac{4}{3} \cdot 0,32 \text{ м/с}^2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{4}{3} mg + T = \frac{4}{3} \cdot 0,32 \text{ м/с}^2 - 0,24 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{4}{3} (1 + 0,32) mg - 0,24 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{4}{3} \cdot 1,32 mg - 0,24 \text{ м/с}^2 \Rightarrow T = (4 \cdot 0,44 - 0,24) mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = (1,76 - 0,24) mg \Rightarrow T = 1,52 \text{ м/с}^2 = \boxed{1,52 \text{ Н}}$$

• Ответ: $|\vec{T}| = 1,52 \text{ Н}$

Все ответы:

$$\sin(\alpha) = 0,8$$

$$a_1 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$T = 1,52 \text{ Н}$$



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 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!

На графике представлены 3 участка, каждый из которых обладает ~~идеальной~~ температурой т.е. имеет место быть политропический процесс $pV^n = \text{const}$, где $n = \frac{c - c_p}{c - c_v}$; т.к. газ - одноатомный, $c_p = \frac{3}{2}R$, $c_v = \frac{5}{2}R \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{п для процесса } 1 \rightarrow 2 (n_{12}) \text{ равно } n_{12} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = -1$$

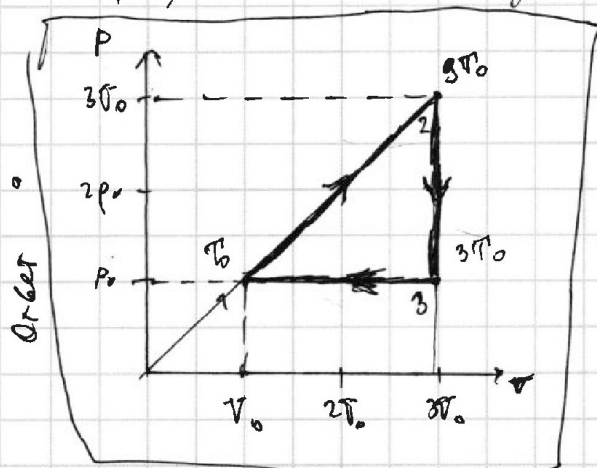
Аналогично $n_{23} = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R} = 0$

Аналогично $n_{31} = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{3}{2}R} \rightarrow \infty$

$1 \rightarrow 2$ $pV^{-1} = \text{const}$ - ~~термо динамический процесс~~ процесс, где $p \sim V$

$2 \rightarrow 3$ $pV^0 = \text{const}$ - изобарный процесс

$3 \rightarrow 1$ $pV^{\infty} = \text{const}$ - ~~адиабатический процесс~~ изотермический процесс



$$Q_{обц} = \sum (C_{m0} \cdot \Delta T) = Q_1 =$$

$$= 2,5R \cdot 2p_0 + 2,2R \cdot 8p_0 - 2,2R \cdot 6p_0$$

$$= 16,2RT_0 - 5,2RT_0 - 9,2RT_0 = 2,2RT_0 \approx$$

$$\approx (2200 \cdot 8,31) \text{ Дж} \approx 8972 \text{ Дж};$$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = 8,2RT = 71776 \text{ Дж}$$

• Ответ: 8972 Дж. Подведено и отведено тепла (71776 Дж - только в 1-2) работа одного цикла $A_{ц} = \text{площадь графика } p \sim V = 2p_0V_0$; $p_0V_0 = 2RT_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow A_{ц} = 2,2RT_0$; Зная, что η (КПД) машины = 0,5,

$$A_{общ} = A_{ц} \cdot N \cdot \eta = 10,2RT_0; A_{общ} = M \cdot g \cdot H \Rightarrow H = \frac{A_{общ}}{Mg} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{10,2RT_0}{Mg} \approx \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300}{150 \cdot 10} \text{ м} = (4 \cdot 8,31) \text{ м} \approx 33,24 \text{ м}$$

• Ответ: $H = 33,24 \text{ м}$

Все ответы: из график; $Q_1 = 8972 \text{ Дж}$; $H = 33,24 \text{ м}$
 (+ 71776 Дж только в 1-2)



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
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!

3-й Купона: $F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{z^2}$; Пот. энергия ~~замена~~ кулоновского сил:

$$E_{кул} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{z}$$

Определим суммарную энергию возмущения на поверхности ~~(я не понимаю формулу)~~



На единицу площади поверхности приходится заряд $\frac{Q \cdot s}{2\pi R^2}$, где s - площадь маленького участка;

В зав-ти от угла α сила воздействия каждого "кольца" равна $dl \cdot \frac{Q \cdot q}{2\pi R^2} \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha) \cdot 2\pi R =$
 $= dl \cdot \frac{Q \cdot q}{2\pi R^2} \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha)$ Если проинтег-

рируем данное выражение, получим выражение $E_{кул}$ в.о (завис- $E_{кул}$):

$E_{кул} = \frac{Q \cdot q}{2\pi R}$; Какова же энергия возмущения $E_{кин1} + E_{кин2}$
 $E_{кул}$ - энергия кулоновских сил

она равна $E_{кин1}$; $E_{кин1}$ (кин. энерг. в начале) = $\frac{m \cdot v_0^2}{2}$;

$E_{кин2}$ (кин. энерг. на большом удалении) $\frac{m \cdot v^2}{2}$;

$$E_{кул} + E_{кин1} = E_{кин2} \Rightarrow \frac{Q \cdot q}{2\pi R} = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

$$\text{Рассчитаем } E_{кул}: E_{куло} = \frac{d\alpha}{360^\circ} \cdot R \cdot k \cdot \frac{Q \cdot q}{2\pi R^2} \cdot \sin(2\alpha) \cdot 2\pi R =$$

$$= \frac{k \cdot Q \cdot q}{4\pi R}$$

$$E_{куло} = \frac{d\alpha}{2\pi} \cdot R \cdot k \cdot \frac{\frac{Q}{2\pi R^2} \cdot q}{R} \cdot \cos(\alpha) R = k \cdot \frac{Q \cdot q}{4\pi R} \cdot \cos(\alpha) \cdot d\alpha$$

$$E_{куло} = \int_0^\pi k \cdot \frac{Q \cdot q}{4\pi R} \cdot \cos(\alpha) \cdot d\alpha = k \cdot \frac{Q \cdot q}{4\pi R}$$

$$E_{кин2} = E_{куло} + E_{кин1} \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m \cdot v_0^2}{2} + k \cdot \frac{Q \cdot q}{4\pi R}$$



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!

$$V^2 = V_0^2 + k \cdot \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R \cdot m} \Rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + k \cdot \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R m}}$$

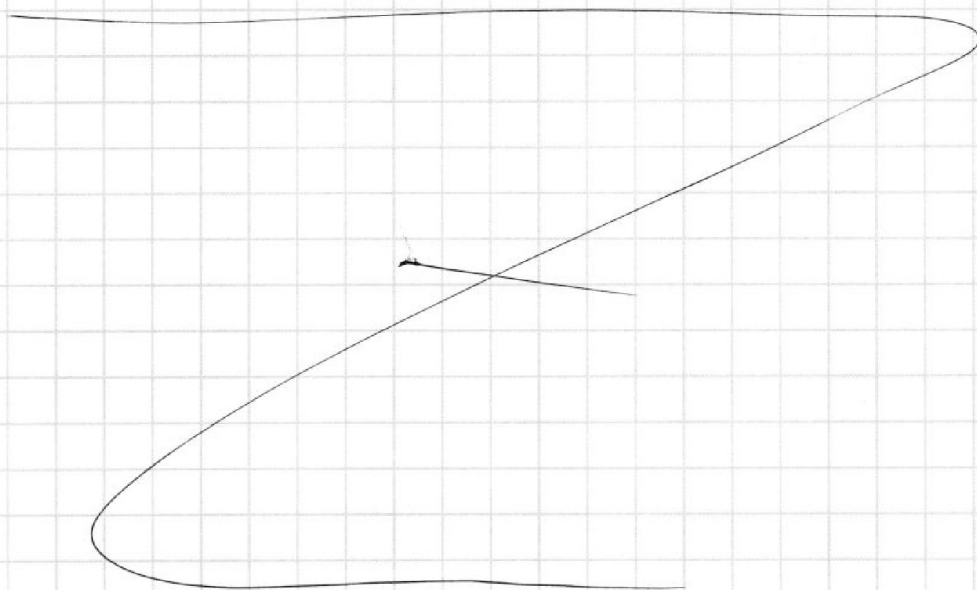
— Ответ: $V = \sqrt{V_0^2 + k \cdot \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R m}}$

2) Попробуем ~~спроектировать~~ отразим ~~сферу~~ полусферу так, чтобы образовать сферу. Тогда отраженная т. А совпадет с т. С а оср. т. С совпадет с т. А; По т. Гаусса на каждую точку в такой сфере будет действовать $\Sigma F = 0$, значит сила, действующая на т. А со стороны реальной сферы равна действию на т. А со стороны отраженной $\Rightarrow$ сила возд. на т. А и т. С у оригинальной сферы равна

$\Rightarrow$ равны и Е потенциалные тоже. Тогда

$$E_{\text{пот А}} + V_{\text{кин А}} = E_{\text{пот С}} = V_{\text{кин С}} \Rightarrow V_{\text{кин А}} = V_{\text{кин С}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_A = V_C = 0 \quad \text{Ответ: } 0$$



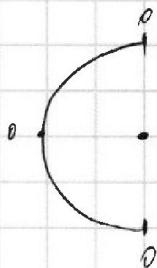


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$\sin(90) \cdot \cos(90) = \sin(2 \cdot 90)$$

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

$$k \cdot \frac{Q \cdot q}{2\pi R^2} \cdot dS;$$

$$\frac{\sin(30) \cdot \cos(30)}{2} = 0,5 = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$E_k = dE \cdot \int \frac{Q \cdot q}{2\pi R^2} \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \cdot \pi R$$

$$\frac{d\alpha}{360^\circ} \cdot l \Rightarrow E_k = \frac{d\alpha}{360^\circ} \cdot \int \frac{Q \cdot q}{2} \cdot \sin(2\alpha) =$$

$$= d\alpha \cdot \int \frac{Q \cdot q}{4\pi} \cdot \sin(2\alpha)$$

$$\int_0^{90^\circ} k \cdot \frac{Q \cdot q}{4\pi} \cdot \sin(2\alpha) \cdot d\alpha =$$

$$\sin(\alpha) \cdot \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = \sqrt{\sin^2(\alpha) \cdot (1 - \sin^2(\alpha))} = \sqrt{\sin^2(\alpha) - \sin^4(\alpha)} =$$

$$= \sin^2(\alpha) \cdot (1 - \sin^2(\alpha)) (1 + \sin(\alpha))$$

Верно