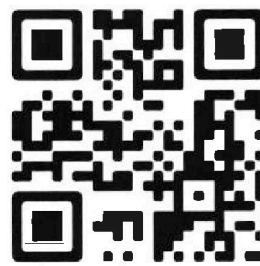




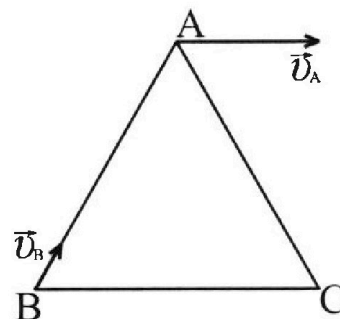
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-02

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 $v_A = 0,8$ м/с, а скорость $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

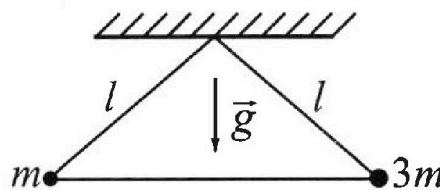
Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 4$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16$ 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 $m = 80$ г и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



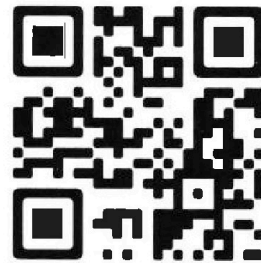
1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



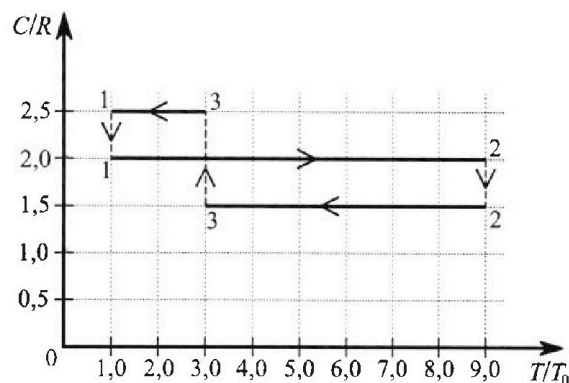
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 3$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270$ К.

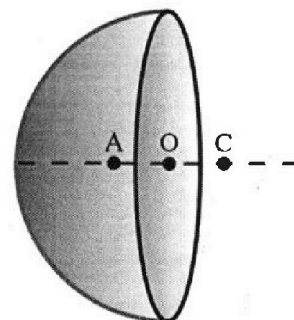


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250$ кг за $N = 15$ 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 . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.

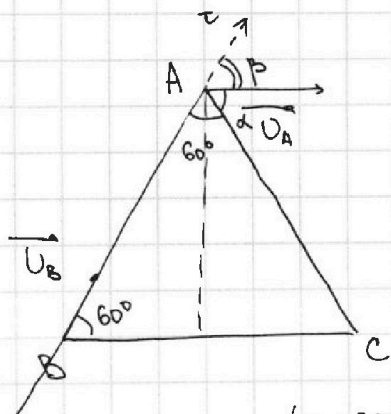


1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

1.



Т.ч. пластинка (и несжимаемая) нерастяжима, то скорости точек A и B на ось τ должны быть равны

$$\alpha = 30^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

$$\beta = 120^\circ - 60^\circ = 60^\circ$$

$$v_B = v_A \cos \beta = v_A \cos 60^\circ = \frac{1}{2} v_A = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \text{ м/с} = 0,4 \text{ м/с}$$

2. Т.ч. пластинка гладкая, то нет сил, тормозящих пластинку $\Rightarrow \omega = \text{const}$

Найдем угловую скорость, найдя мгновенный центр скоростей. Нам просят τ в СО центра масс, то мы не рассуждать не будем, т.ч.

ω не зависит от СО.

Найдем МЦС геометрически.



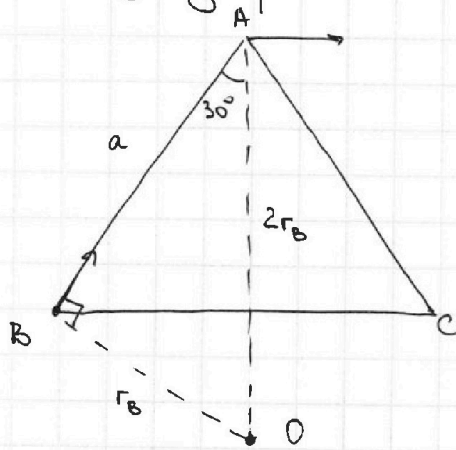
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Мы знаем, что отрезок, проведенный из МЦС и точки $\perp$ скорости точки. Поэтому восстановим перпендикуляр к скорости. O - МЦС



$$\omega = \frac{v_B}{r_B}$$

т.к. $\sin 30^\circ = 1/2$, то $AO = 2r_B$

Найдем r_B по т.к. Пифагора

$$a^2 + r_B^2 = 4r_B^2 \Rightarrow a^2 = 3r_B^2 \Rightarrow r_B = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{v_B}{r_B} = \frac{v_B \cdot \sqrt{3}}{a}$$

В СО центр масс у нас не будет поступ. движение, будет только вращ.

по пути нас спрашивают за какое время

пройдет Т. В. ввернется на 8π (или любое другое число)
(так как 4 оборота)



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

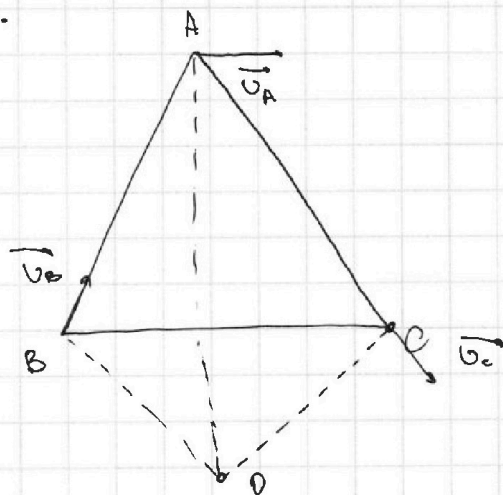
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$8\pi = \omega \tau \Rightarrow \tau = \frac{8\pi}{\omega}$$

~~8/304~~
~~12~~

$$\tau = \frac{8\pi \cdot a}{v\sqrt{3}} = \frac{8\pi \cdot 0,4\text{ м}}{0,4\text{ м/с} \cdot \sqrt{3}} = \frac{8\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$$

3.



v_c направлена вдоль AC от A. и равна по модулю, т.е. $OB = OC$.

В этот момент $a_n = \omega v$. ~~Реш~~ Меня вращ. вокруг O.

Причем, есть только нормальное ускорение.

Скорость не меняется, т.е. $m \ll M$.

$R = m a_n$, т.е. в верт. плоскости все силы скомпенсируются.

$$R = m \cdot \frac{v_B^2 \sqrt{3}}{a}$$



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**.



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!

$$R = 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \frac{(0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \sqrt{3}}{0,4 \text{ м}} = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \sqrt{3} \text{ Н} =$$
$$= 24 \cdot 10^{-6} \sqrt{3} \text{ Н} = 2,4 \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 24 \sqrt{3} \text{ мкН}$$

Ответ: $v_B = 0,4 \text{ м/с}$

$$\tau = \frac{8\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$$

$$R = 24\sqrt{3} \text{ мкН}$$

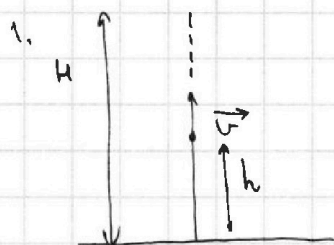


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

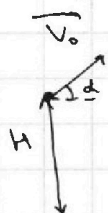


Воспользуемся законом сохр. энергии (две ситуации на высоте h и H)

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = mgH, \text{ т.е. в верхней точке скорость } 0.$$

$$H = \frac{v^2}{2g} + h = \frac{16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + 11,2 \text{ м} = 0,8 \text{ м} + 11,2 \text{ м} = 12 \text{ м}$$

2. Так как в верхней точке скорость ноль, а фейерверк разбивается на 2 осколка одинаковой массы, то скорость второго осколка направлена противоположно скорости первого и равна ей по модулю, так как выполняется закон сохранения импульса, так как фейерверк взрывается быстро





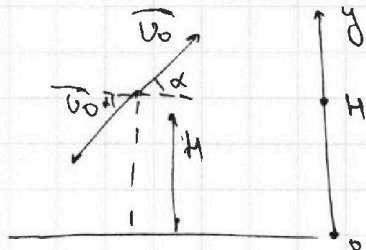
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3 v_0 направлена под углом α к горизонту



~~Запишем уравнение движения по оси y первого~~
~~остатка~~

~~(*) $y = H + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$~~

~~Второго~~

~~(**) $y = H - v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$~~

~~Нас интересует момент падения, но этому~~
~~приравниваем y к 0.~~

~~(*) $\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t - H = 0$~~

~~(**) $\frac{gt^2}{2} + v_0 \sin \alpha t - H = 0$~~

~~Расстояние после падения между ними~~

~~$L = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha t + v_0 \cos \alpha t' = v_0 \cos \alpha (t + t')$~~

~~На время y нас будет два промежутка, но нас~~
~~интересует только~~



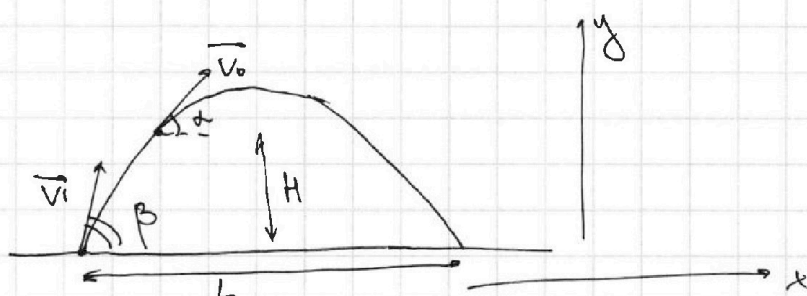
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Наши самолеты будут лететь по участкам парабол, которые складываются в одну целую параболу. Благодаря принципу обратимости движение



Поэтому рассмотрим полет одного тела по параболе

Мы знаем, что максимальное расстояние по оси x достигается, когда дробь совершит падение под углом $45^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ$, т.е. $L_{\text{пол}} = \frac{v_i^2 \sin 2\beta}{g}$ (получена из этой ф-лы)
Гориз. проекция скорости в процессе движения не меняется.

$$v \cos \beta = v \cos \alpha$$

Но нам α находить не требуется.

$$v \sin \beta \cdot t_{\text{пол}} - \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2} = 0 \Rightarrow t_{\text{пол}} = \frac{2v \sin \beta}{g}$$

$$L_{\text{пол}} = v \cos \beta \cdot \frac{2v \sin \beta}{g} = \frac{v_i^2 \sin 2\beta}{g}$$

$$L_{\text{max}} = \frac{v_i^2}{g} \quad \text{Найдем } v_i \text{ из } \frac{mv_i^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$$



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!

$$v_1^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2gh}{g} = \frac{16^2 \text{ м}^2/\text{с}^2 + 2 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2 \cdot 12 \text{ м}}{10 \text{ м}/\text{с}^2} =$$
$$= \frac{256 \text{ м}^2/\text{с}^2 + 240 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = \frac{496 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = 49,6 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ + 16 \\ \hline 256 \end{array}$$

Ответ: $H = 12 \text{ м}$

$L_{\max} = 49,6 \text{ м}$

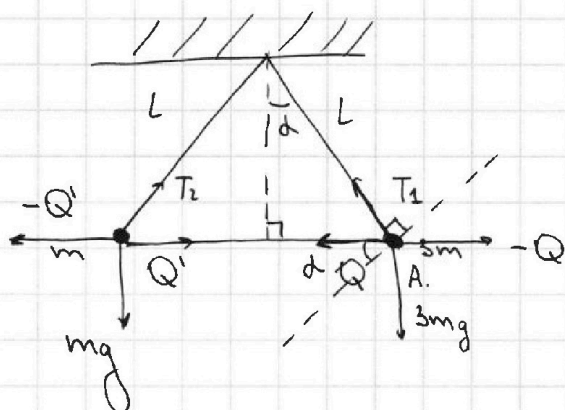


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



Рассставим силы.

Q, Q' — силы, с которыми шары $3m$ и m действуют на стержень

Т.к. стержень легкий, то равнодействующая сил на него равна нулю и суммарный момент сил тоже 0.

Значит, $Q' = Q$ и $Q' \perp a$.

А также запишем ур-е моментов отн. А и найдем, что Q' направлена вдоль стержня $\Rightarrow Q' = Q$ и напр. вдоль стержня.

~~1. Т.к. шары не растягиваются, то ускорение шарика массой $3m$ вдоль стержня равно нулю. Найдём $\sin \alpha$
 $\sin \alpha = \frac{L/2}{L} = \frac{0.6}{1} = 0.6$~~



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

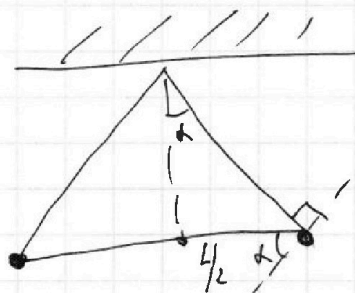
Если отмечено болсе одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. т.ч. это кач. момент, то $v=0$, а значит и $\omega=0$.

Марш массой $3m$ должен двигаться по окру-ти радиусом l с центром в точке крепления $\Rightarrow$

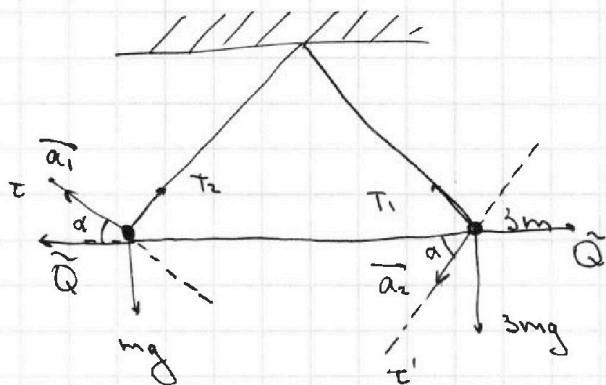
$\Rightarrow$ можем разложить его ускорение на нормальное ($\vec{a}_n$) и тангенциальное ($\vec{a}_\tau$), но т.ч. $\omega=0$, то $a_n=0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ только тангенциальное $\Rightarrow$ ускорение $\perp$ цепи



$$\sin \alpha = \frac{l}{2l} = \frac{0.6l}{l} = 0.6$$

2. Аналогично ускорение марша массой m направлено $\perp$ цепи, но вверх, т.ч. $m < 3m$





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!

Т.н. это начало движения, то $a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = a_2$ (следствие нерастяжимости/несжимаемости стержня)

Если до это доло не начало движение, то так сразу приравнять ускорения можно доло не во всех случаях.

Спроецируем II з-н Ньютона на τ :

$$ma_2 = \tilde{Q} \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$3ma_2 = 3mg \sin \alpha - \tilde{Q} \cos \alpha$$

Т.н. $\tilde{Q} = \tilde{Q}'$, то сила, с которой стержень действует на шарик тоже равно ~~$\tilde{Q}$~~

по III з-ну Ньютона

Теперь осталось решить систему

$$4ma_2 = 2mg \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{g \sin \alpha}{2} = 10^4 / \text{с}^2 \cdot \frac{0,6}{2} = 10^4 / \text{с}^2 \cdot 0,3 = 3^4 / \text{с}^2$$

3. Теперь найдем $\tilde{Q}$. В условии $\tilde{Q}$ - это T

~~$$ma_2 = 3ma_2 = 2T \cos \alpha$$~~



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
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!

$$T \cos \alpha = m a_z + m g \sin \alpha = m \frac{g \sin \alpha}{2} + m g \sin \alpha = \frac{3}{2} m g \sin \alpha$$

$$T = \frac{\frac{3}{2} m g \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$T = \frac{\frac{3}{2} m g \cdot \frac{3}{5}}{\frac{4}{5}} = \frac{9}{8} m g = \frac{9}{8} \cdot 0,08 \text{ кг} \cdot 10^4 \text{ м/с}^2 =$$

$$= 9 \cdot 0,01 \text{ кг} \cdot 10^4 \text{ м/с}^2 = 0,9 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$a_z = 3 \text{ м/с}^2$$

$$T = 0,9 \text{ Н}$$



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!

$$C = \frac{\delta Q}{dT} \leftarrow \text{не определено}$$

$$C = \frac{pdV + \frac{i}{2} V R dT}{dT} \leftarrow \delta Q \text{ расписали с помощью I-го начала термодинамики.}$$

$$C = \frac{pdV}{dT} + \frac{i}{2} R$$

$$pV = \nu RT$$

↑ уравнение Менделеева-Клапейрона

Возьмем дифференциал ($\nu = \text{const}$)

$$dpV + p dV = \nu R dT \Rightarrow \nu R dT = \frac{dpV + p dV}{R}$$

$$C = \left(\frac{pdV}{dpV + p dV} \right) R + \frac{i}{2} R = \frac{i}{2} R + R \cdot \frac{1}{\frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p} + 1} = \frac{3}{2} R + R \cdot \frac{1}{\frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p} + 1}$$

В процессе $2 \rightarrow 3$: $C = \frac{3}{2} R \Rightarrow dV = 0 \Rightarrow$ изохора

В процессе $3 \rightarrow 1$: $C = \frac{5}{2} R \Rightarrow dp = 0 \Rightarrow$ изобара

В процессе: $1 \rightarrow 2$: $C = 2R$

$$\frac{C}{R} = \frac{1}{\frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p} + 1} \Rightarrow \frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p} + 1 = 2 \Rightarrow \frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p} = 1$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{dV}{V} \Rightarrow \ln p/p_0 = \ln V/V_0 \Rightarrow \frac{p_1}{p_0} = \frac{V_1}{V_0} \Rightarrow \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow$$

$\Rightarrow p \sim V$

Процесс $1 \rightarrow 2$ такого вида: $p = \alpha V$



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!

Для удобства найдем p_2, p_3, V_2, V_3

$$2V_0^2 = 2RT_0$$

$$2V_2^2 = 2RT_0 \Rightarrow V_2 = 3V_0$$

$$p_2 = 3p_0$$

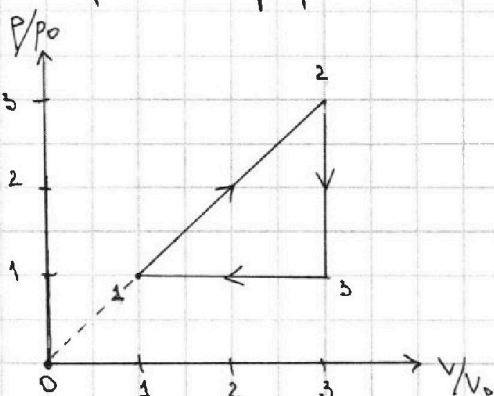
~~$$p_3 V_3 = 3RT_0$$~~

$$p_3 V_2 = 3RT_0$$

$$p_3 \cdot 3V_0 = 3RT_0 \Rightarrow p_3 = p_0$$

$$V_3 = 3V_0$$

1. Строим график



2. Работа газа за цикл - это площадь этого треугольника

$$A_1 = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0 = 2RT_0 = 2 \cdot 3 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 270 \text{ К} = 6 \cdot 8,31 \cdot 270 \text{ Дж} = 13462,2 \text{ Дж}$$

3. Потенц. энергия груза: $MgH = N \cdot A_{\text{пол}} = N \cdot \frac{A_1}{2}$

$$H = \frac{A_2 \cdot N}{2Mg} = \frac{13462,2 \text{ Дж} \cdot 15}{2 \cdot 250 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{201933}{5000} \text{ м} = 40,3866 \text{ м}$$

Ответ: $A_1 = 13462,2 \text{ Дж}$; $H = 40,3866 \text{ м}$

$$\begin{array}{r} 270 \\ \times 6 \\ \hline 1620 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1320 \\ \times 831 \\ \hline 10560 \\ + 109440 \\ \hline 109440 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 162 \\ \times 83,1 \\ \hline 13462,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 162 \\ \times 83,1 \\ \hline 13462,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13462,2 \\ \times 15 \\ \hline 201933 \end{array}$$



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
☐

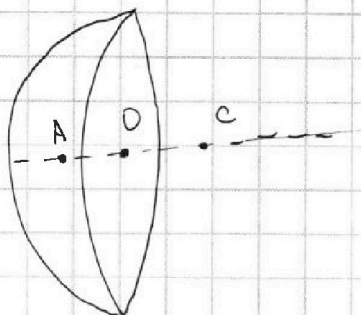
5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!



Т.ч. частица ускоряется, то Q и q по модулю равны $\Rightarrow W_{pot} > 0$

Т.ч. частица обладает скоростью V на большом удалении от полусферы означает, что потенциал энергии можно пренебречь $\Rightarrow W_{полн} = \frac{mV^2}{2}$

В т.О (центре полусферы) мы можем считать ~~за~~ потенциальную энергию)

~~1. Если мы возьмем~~ ~~какую~~ такую же полусферу и соединим их, то в центре сферы потенциал

равен $\varphi = \frac{2kQ}{R}$, т.ч. $2Q$ - сумм. заряд.

Но потенциал аддитивен и мы можем сложить потенциалы от 2-ух полусфер. $\Rightarrow$ потенциал, созд.

одной полусферой равен $\frac{kQ}{R} \Rightarrow W_{pot} = \frac{kQq}{R}$

это полож. величина, т.ч. отрицательное.

Запишем ЗСЭ



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

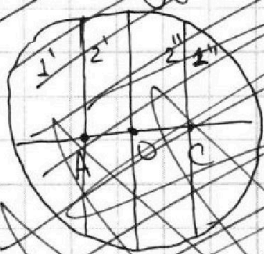
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{kQq}{R} = \frac{mV^2}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$V_0^2 = V^2 - \frac{2kQq}{mR} \Rightarrow V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kQq}{mR}}$$

2. Воспользуемся той же идеей



Разобьем сферу на 4 части (потенциал аддитивен)

$$\varphi_A = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_2'' + \varphi_1'' \Rightarrow \varphi_A = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\varphi_A = \varphi_c$$

$$\varphi_2'' = \varphi_1''$$

Теперь мы знаем

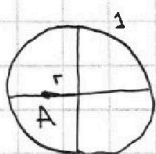
$$\varphi_A = \varphi_1 + \varphi_2$$

2. Найдём потенциал в точке A (кинетич. энергия равна 0)

$$\varphi_A \cdot q = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow \varphi_A = \frac{mV^2}{2q}$$

Если соединить 2 полусферы, то там будет потенциал

$$\varphi_A' = \frac{2kQ}{R} \Rightarrow \text{полусфера(1) на расстоянии } r \text{ от центра}$$



$$\text{создаёт потенциал } \varphi_A'' = \frac{2kQ}{R} - \frac{mV^2}{2q}$$

Следовательно, наша полусфера в точке C создаёт потенциал φ_A' , т.е. A и C равноудалены от D. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \varphi_{potC} = \frac{2kQq}{R} - \frac{mV^2}{2}$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{2kQq}{R} - \frac{mV^2}{2} + \frac{mV_c^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V_c^2 = 2V^2 - \frac{4kQq}{mR}$$

$$V_c = \sqrt{2(V^2 - \frac{2kQq}{mR})}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kQq}{mR}} ; V_c = \sqrt{2(V^2 - \frac{2kQq}{mR})}$$