



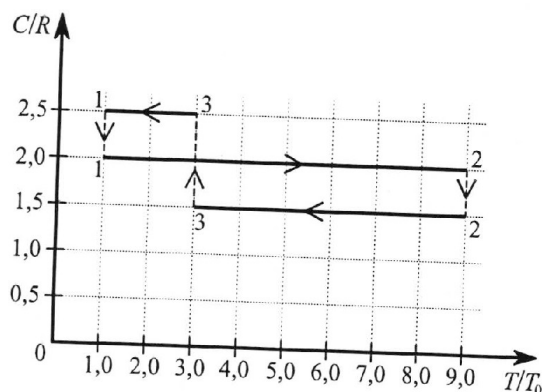
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



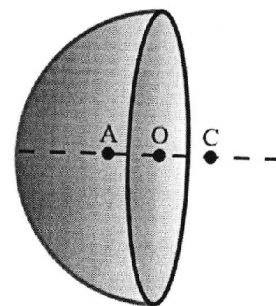
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 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.

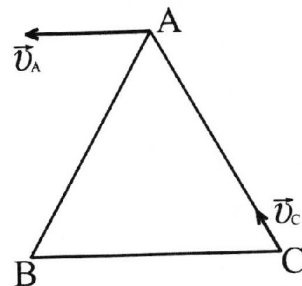
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

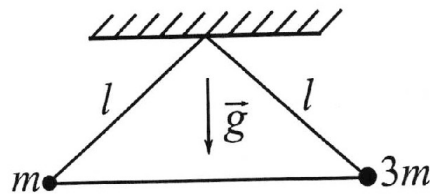
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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 ☐

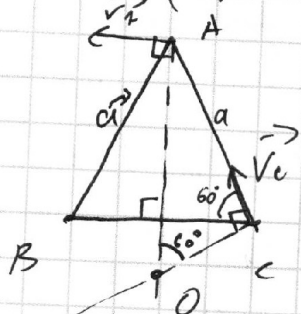
СТРАНИЦА
1 из 3

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

1. Трёхугольник - твёрдое тело. Пусть его мгновенный центр вращения - некая точка O , скорость которой в данный момент $= \vec{0}$. Тогда для любой точки верш, им

~~она~~ $\vec{v} \perp \vec{OA}$ $\perp$ отрезку от O до неё ($OA \perp \vec{v}_A$; $OC \perp \vec{v}_C$).
 $\Rightarrow O = (\perp \text{ к } \vec{v}_A) \cap (\perp \text{ к } \vec{v}_C)$ (т.к. тв. тело и рхжжм между точками не меняются)



$$\perp \text{ к } \vec{v}_A \equiv \perp \text{ к } BC, \text{ т.к. } \vec{v}_A \parallel BC$$

$$(\widehat{AC}; BC) = (\perp \text{ к } AC; \perp \text{ к } BC) \Rightarrow$$

$$\angle ACB = \angle AOC = 60^\circ$$

т.к. ABC - тв. тл, то $\omega = \text{const}$ - угловая ск-сть любой точки $\Rightarrow$ (т.к. $\vec{v}_A \perp OA$; $\vec{v}_C \perp OC$)

$$\frac{v_A}{OA} = \frac{v_C}{OC} \Rightarrow v_C = v_A \cdot \frac{OC}{OA} = \cancel{v_A} \cdot v_A \cdot \cos 60^\circ = 0,4 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \frac{m}{c}$$

2. Тв. тл вращ-на и скользит $\Rightarrow$ в нл-ту AB (нижняя) сил не действует, а в вертикали сила тяжести и реакция опоры уравновешены $\Rightarrow$ ω вращеия не будет изменяться. Тогда $\varphi = \omega \cdot t$, где φ - угол поворота. Т.к. тл тв. тл, то для любой точки ω ~~содержит~~ одинакова (в т.ч. O - центра масс)

$$\varphi = 2\pi \cdot 3 \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v_A}{OA} \cdot t$$

$$\text{из } \triangle AOC: OA = \frac{AC}{\sin 60^\circ} = \frac{a}{\sin 60^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{v_A}{2a/\sqrt{3}} \cdot t \Rightarrow t = \frac{\omega \cdot 2a/\sqrt{3}}{v_A} = \frac{4\sqrt{3}\pi \cdot a}{v_A} = 4\sqrt{3}\pi \cdot 0,2 \frac{m}{c}$$

$$t = 2\sqrt{3}\pi (c)$$

Также стоит отметить, что если бы роот вращеия был нл. и. в.р. O совпал с одним из вершн вращеия $\triangle ABC$:

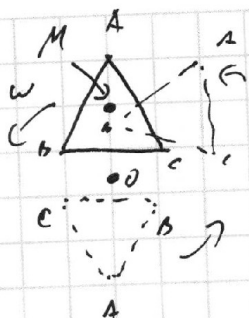


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1 балл
(21, 100%)

Стоит так же отметить, что СК - в центре масс M так же будет оставаться неподвижной и относительно

$$\omega \cdot OM = \omega \cdot (OA - AM) = \omega \left(\frac{2a}{\sqrt{3}} - a \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

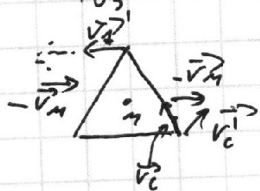
(г.м. - это теорема о центре масс, так как она однородна)

или просто
масса 1
или - в центре

$$V_A = \frac{V_A}{OA} \cdot \left(\frac{2a}{\sqrt{3}} - \frac{a}{\sqrt{3}} \right) = V_A$$

Отсюда - центр масс

$$\frac{a/\sqrt{3}}{2a/\sqrt{3}} = V_A \cdot \frac{1}{2} = V_C \Rightarrow$$



$$V_A' = V_A - V_M = \frac{1}{2} V_A$$

$$\vec{V}_C' = \vec{V}_C - \vec{V}_M \Rightarrow \frac{1}{2} |\vec{V}_A|$$

Обратимый процесс - и так $|\vec{V}_C'| = \frac{1}{2} V_A$

$$\omega = \frac{\frac{1}{2} V_A}{a/\sqrt{3}} = \frac{V_A}{2a} \sqrt{3} - \text{так же по B и так же } 0. \Rightarrow \text{так же } \omega$$

П. 1. движение ~~у~~ пластины - это вращение

г.м. со скор. $\omega = \frac{V_A \sqrt{3}}{2a}$ и соответствующее движение со

скор. $V_M = \frac{1}{2} V_A$. Т.к. $\sum \vec{F} = \vec{0}$, то $\vec{V}_A$ состоит из поперечной и продольной.

3. Поскольку так как написано в п. 2, нить не сдвигается относительно $\triangle ABC$. Т.к. её масса m гл. $\ll$ масса ABC

$\Rightarrow$ Точка B сохраняет своё движение. И г.м. соответственно движется без ускорения $\Rightarrow$ к.о. г.м. является инерциальной и в ней масса нити 2-й г.м. движется гл. нить:

$\vec{R} = m\vec{a}$. Точка сцеплена с B $\Rightarrow \vec{a}_{\text{нити}} = \vec{a}_B$; $\vec{a}_B$ направлена перпендикулярно к направлению движения, так $\omega = \text{const} \Rightarrow \varepsilon (\text{угловое ускорение}) = 0 \Rightarrow a_{\tau} = 0 \Rightarrow$



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!

$$|\alpha_B| = \alpha_{\text{вн}} = \omega^2 \cdot MB \quad (\text{тк центр отн-о М})$$

$$MB = \frac{2}{3} a \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

или отрезок между 1
и 2 или 1 и 3



$$\Rightarrow |\alpha_B| = \left(\frac{V_A \sqrt{3}}{2a} \right)^2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = V_A^2 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = V_A^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4a}$$

$$|\alpha_B| = |\alpha_{\text{мех}}| \Rightarrow |\vec{R}| = R = m a_{\text{мех}} = \frac{m V_A^2 \sqrt{3}}{4a}$$

$$R = \frac{m V_A^2 \sqrt{3}}{4a} = \frac{100 \text{ мГ} \cdot 0,16^2 / \text{с}^2}{0,2 \text{ м}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{100 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 0,04 \text{ м}}{0,2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} =$$

$$= \frac{4}{0,2} \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{3} = 20 \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} = \underline{2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}}$$

Ответ: 1. $V_C = \frac{V_A}{2} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. $\tau = 2\sqrt{3} \cdot \pi$ секунд

3. $R = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$



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.

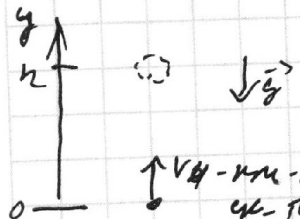
1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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 2

Запишем уравнение движения для равноускоренного ($\vec{g}$) движения шарика по вертикали



$$OY: h = v_H t - \frac{g t^2}{2} \quad \text{— для случая, когда шарик к телу падает одновременно на этой высоте}$$

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

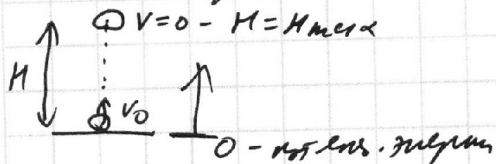
$$v_H = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = \frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ с}}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

~~По второму закону Ньютона шарик к телу во второй раз падает на высоте h, так как не существует, так как шарик падает с высоты h~~

~~Чтобы найти скорость у нас случаи когда шарик падает к телу и тогда $v = v_0 + g t = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} > 0$~~

~~Так как шарик падает к телу, то шарик падает к телу, так как шарик падает к телу, так как шарик падает к телу~~

м — масса шарика:



$$\frac{m v_H^2}{2} + 0 = 0 + m g h \Rightarrow$$

$$H = \frac{v_H^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{g t}{2}\right)^2}{2g}$$

$$H = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{g t}{2}\right)^2}{2g} = \frac{14^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{196}{20} \text{ м} = 9,8 \text{ м}$$

По второму закону Ньютона шарик к телу падает к телу, так как шарик падает к телу, так как шарик падает к телу

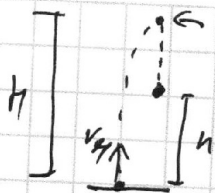


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Время падения до $H - z_1$; $z_1 = \frac{v_{0y}^2}{g}$ (здесь $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$)
 $1 \text{ к } H \text{ } v_0 \rightarrow v = 0 \rightarrow z_1 = \frac{v_{0y}^2}{g}$

Путь от H опускается в течение $z - z_1$, без нач. скорости и проходит $H - h$; $\Rightarrow H - h = \frac{g(z - z_1)^2}{2}$

Итак же из 3с7 $H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow$

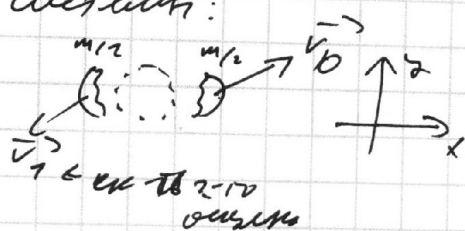
$$\frac{v_{0y}^2}{2g} - h = \frac{g(z - \frac{v_{0y}^2}{g})^2}{2} = \frac{g(z^2 - 2z\frac{v_{0y}^2}{g} + \frac{v_{0y}^4}{g^2})}{2} = \frac{gz^2}{2} - \frac{v_{0y}^2}{2} + \frac{v_{0y}^4}{2g}$$

$$-h = -\frac{v_{0y}^2}{2} + \frac{gz^2}{2} \Rightarrow v_{0y} = \left(\frac{gz^2}{2} + h \right) = \frac{10 \cdot 0.8}{2} + 0.8 = 4.8 \text{ м/с}$$

$= 14 \text{ м/с}$ - скорость не зависит, но здесь нам она не нужна, так $v_{0y} = g z$ должно быть < 0 , а это не так $\Rightarrow$

$v_{0y} = 14 \frac{1}{\text{с}}$ и это имеет значение только тогда, когда $\frac{gz^2}{2} = 4 \text{ м}$; $h = 0.8 \text{ м}$ $\frac{gz^2}{2} < h$

2. Ракета взрывается. Если взрыв считать мгновенным, тогда верна 3с4 ~~и 3с5~~ из условия:



$$\frac{m}{2} v_{0x} + \frac{m}{2} v_{1x} = 0$$

$$\frac{m}{2} v_{0y} + \frac{m}{2} v_{1y} = 0$$

$$\Rightarrow v_{0x} = -v_{1x} \Rightarrow |v_0| = |v_1|$$

$$v_{0y} = -v_{1y}$$

имеет
6 точек
= 0
так в
верной
точке
остаются

(а если $\vec{v}_0$ и $\vec{v}_1$ направлены в противоположные стороны) - следует из 1с3 и Ньютона

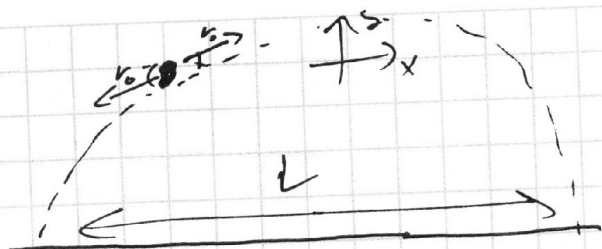


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

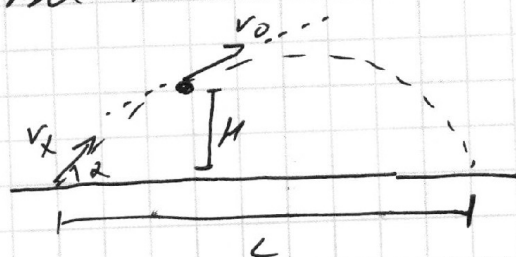


Можно считать, что
так как мы имеем проекцию
в вертикальном направлении (на
одну ось) то траектория
будет прямой линией. Обозначим ось отсчета

летит по касательной к дуге окружности (красно дуга летит
вверх в одну сторону по касательной, дуга в другую). Тогда

расстояние L между ними - это расстояние между
пересечениями касательных к дуге окружности. Если

мысленно считать касательные как прямые линии (касательная к дуге
в том месте, где касательная касается дуги) то



$$3.7: \frac{1}{2} M_x v_x^2 = \frac{M v_0^2}{2} + M g H$$

$$v_x^2 = v_0^2 + 2 g H = \text{const}$$

т.е. $v_x = \text{const} \Rightarrow$ движение по касательной к дуге $L \rightarrow L_{\text{max}}$
меньше чем в касательной

$$v_x \sin \alpha \cdot 2 \cdot \sin \alpha = L = v_x \cos \alpha \cdot 2 \cdot \sin \alpha \Rightarrow \frac{v_x^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{v_x^2 \sin^2 2\alpha}{g}$$

$$\sin 2\alpha \leq 1 \Rightarrow L_{\text{max}} = \frac{v_x^2}{g} = \frac{v_0^2 + 2 g H}{g}$$

$$L_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{g} + 2 H = \frac{20^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} + 2 \cdot 9,8 \text{ м} = 40 \text{ м} + 19,6 \text{ м}$$

$$= 59,6 \text{ м}$$

Ответ: 1. $H = 9,8 \text{ м}$

2. $L_{\text{max}} = 59,6 \text{ м}$



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

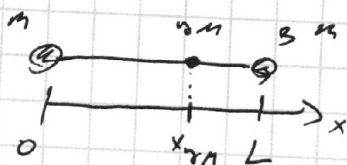
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

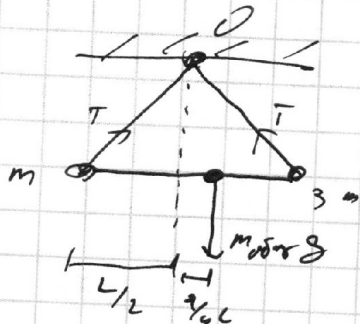
Задача 3

1. Рассмотрим стержень и шарик как упр. Кольцо на нити и т.д.



$$x_{cm} = \frac{3mL}{3m+m} = \frac{3}{4}L = \frac{3}{4} \cdot 1,6 = 1,2 \text{ м}$$

Затем рассмотрим момент отн. к неподвижной точке O - центру нити.



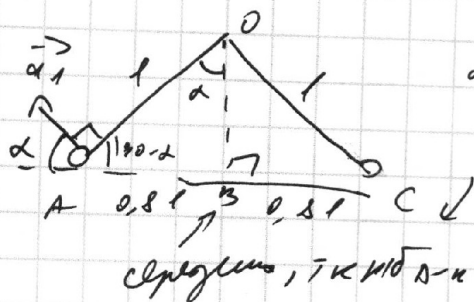
Тогда моменты сил T равны 0

Если только момент $m \cdot g \cdot \frac{3}{4}L$

Он равен нулю по условию стержня

т.к. $\frac{3}{4}L > \frac{L}{2} \Rightarrow$ точка приложения правее O, а $\vec{g}$ вниз $\Rightarrow$

Кольцо по условию стержня. Точка O в центре $\vec{v}$ в центре $\Rightarrow$ шарик и O - неподвижная точка. Нити и шарик нет, только шарик $\Rightarrow \vec{\alpha}_1 \perp$ нити к m



Из геометрии. Каждый угол равен α и $\sin \alpha = \frac{AC}{AB}$

Отсюда из $\triangle ABC$:

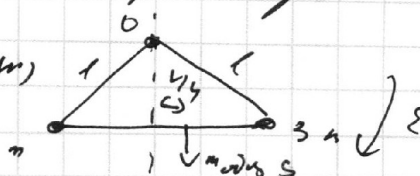
$$\sin \alpha = \frac{AC}{AB} = \frac{L}{2 \cdot 0,8} = \frac{1,6}{1,6} = 1$$

$$= 0,8 \quad (\text{здесь 2 отчитывается и не входит})$$

2. Будем считать упр. по электричеству в р-го времени

$$M = I \cdot \varepsilon \quad (\text{ум. в упр. и нити нити})$$

$$m \cdot g \cdot \frac{L}{4} = (mL^2 + 3mL^2) \cdot \varepsilon \Rightarrow$$





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
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!

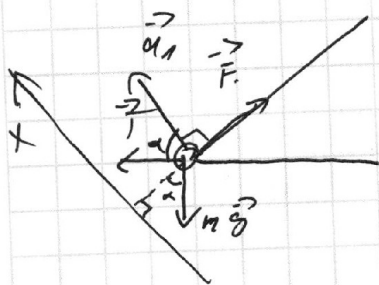
$$4mg \frac{1,6}{4} = 4ml^2 \varepsilon \rightarrow \varepsilon = \frac{1,6lg}{4l^2} = 0,4 \frac{g}{l}$$

Точка Т — твердая, то ε одинаково для всех точек $\rightarrow \varepsilon_1 = \varepsilon = \frac{a_1}{l} \cdot |a_1| = \varepsilon l$, т.к. a_1 — скорость точки из центра масс вычитается

$$a_1 = 0,4 \frac{g}{l} \cdot l = 0,4g$$

(момент импульса I считается из кин. энергии, а скорость — из кин. энергии)

3. Заранее все силы гравитации на шарик m выполняем на ось x :



$$0x \parallel \vec{a}_1$$

T — сила упругости пружины

Так как пружина лежит вдоль оси x , то все силы, действующие на шарик, могут быть направлены только вдоль оси x , иначе возникнет ненулевой момент из-за углового ускорения $\rightarrow \vec{F} \perp \vec{a}_1$

Так как в начале шарик находится в состоянии покоя, то $\vec{a}_1$ — это только из-за гравитации $\rightarrow \vec{a}_1 \perp \vec{N}$

Сила натяжения $\vec{F}$ и сила тяжести $\vec{mg}$ направлены вдоль оси x $\rightarrow \vec{F} \perp \vec{a}_1 \rightarrow$

$F_x = 0$; mg_x должно < 0 $\rightarrow T$ должна быть направлена вверх по наклонной. $\Rightarrow$ 3-я и 4-я из m (вспомогательная)

$$ma_1 = mg_x + T_x = -mg \sin \alpha + T \sin \alpha$$

$$\alpha, \parallel 0x \rightarrow \alpha_x = \alpha,$$

$$T = \frac{1}{\sin \alpha} (ma_1 + mg \sin \alpha); \quad \sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{0,6} (0,4mg + 0,8mg) = \frac{1,2mg}{0,6} = 2mg$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = 0,8$; 2. $a_1 = 0,4g$; 3. $T = 2mg$



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 4

В цилиндре 3 процесса с суммарным количеством газа. Суммарные процессы называются изотермическими. Запишем для них ПНТ: $\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow \int \delta Q = \int dU = \frac{i}{2} \nu R dT + p dV$

~~$\int \delta Q$~~ упр. сэт $pV = \nu R dT \Rightarrow d(p \cdot V) = \nu R dT$

$$\Rightarrow \int \delta Q = \frac{i}{2} d(p \cdot V) + \left(\frac{i}{2} + 1\right) p dV \quad (\text{т.к. } \nu = \text{const})$$

$$\int \delta Q = p dV + d(p \cdot V) \Rightarrow \frac{p dV + d(p \cdot V)}{R} \cdot C = \frac{i}{2} pV + \frac{i+2}{2} p dV$$

$$p dV \left(\frac{C}{R} - \frac{i+2}{2} \right) + d(p \cdot V) \left(\frac{C}{R} - \frac{i}{2} \right) = 0 \quad \left| \frac{1}{pV} \cdot \left(\frac{C}{R} - \frac{i}{2} \right) \right|$$

$$\int \frac{C - \frac{i+2}{2} R}{C - \frac{i}{2} R} \cdot \frac{dV}{V} + \frac{dP}{P} = 0$$

$$\frac{C - \frac{i+2}{2} R}{C - \frac{i}{2} R} \cdot \ln V + \ln p = \text{const} \Rightarrow pV^{\frac{C - \frac{i+2}{2} R}{C - \frac{i}{2} R}} = \text{const}$$

В каждом случае $i=3$ относительное аз $\Rightarrow$

$$1-2 \quad pV^{\frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R}} = \text{const} \Rightarrow p \cdot V^{-1} = \text{const}$$

$$2-3 \quad pV^{\frac{(1,5 - 2,5)R}{0R}} = \text{const} \Rightarrow p^0 \cdot V = \text{const} \Rightarrow V = \text{const}$$

$V = \text{const} \Rightarrow (1,5R - \text{это соответствует изотермическому процессу})$

$$3-1 \quad pV^{\frac{(2,5 - 1,5)R}{2,5 - 1,5R}} = \text{const} \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow p = \text{const} \quad (\text{изобара})$$

1-2 - процесс пропорциональности $p(V)$

2-3 изотерма

3-1 изобара

Упр. сэт: $p_2 V_2 = \nu R T_2$; $p_3 V_3 = \nu R T_3$; $p_1 V_1 = \nu R T_1$

$$V_2 = V_3 \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{3T_0}{3T_0} = 3; \quad p_1 = p_3 \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{T_0}{3T_0}$$



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
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!

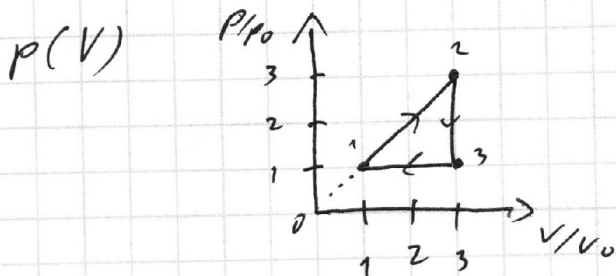
$$\frac{p_1}{p_3} = \frac{1}{3}$$

$$p_1 = p_0; V_1 = V_0 \Rightarrow V_3 = 3V_0$$

$$p_2 =$$

$$1-2 - \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}; V_2 = V_3 \Rightarrow V_2 = 3V_0$$

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



$$1) (p_0; V_0)$$

$$2) (3p_0; 3V_0)$$

$$3) (p_0; 3V_0)$$

2. Рассчитайте работу m 1-2; ИИТ $Q_1 = Q_2 = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1); A_{12} = \text{м-га на графике 1-2}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_0 + 3p_0) \cdot 2V_0$$

$$A_{12} = 4p_0 V_0 \Rightarrow p_0 V_0 = \nu R T_1 \Rightarrow$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 + 4 \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R \cdot 9T_0 + \frac{5}{2} \nu R \cdot T_0$$

$$Q_1 = 16 \nu R T_0 = 46.2 \text{ моль} \cdot 8.31 \text{ Дж/моль} \cdot 300 \text{ К} =$$

$$= 32 \cdot 3 \cdot 831 \text{ Дж} = 96 \cdot 831 \text{ Дж} = 79776 \text{ Дж} (\approx 79.8 \text{ кДж})$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 96 \\ \hline 79776 \end{array}$$

3. Работа газа за цикл 1-2-3

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0 V_0$$

Поэтому площадь этой работы газит в мех-уа $\Rightarrow$ за 1 цикл газ совершил

$$\frac{1}{2} A_{123} = p_0 V_0 \Rightarrow \text{за } N=10 \text{ циклов}$$



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!

Батарея из медных пластинок N и V_0

Вся эта работа пойдет на выд. пот. эл. тока
т.е. (только на медь, т.к. пластины медные) $\Rightarrow$

$$3 \text{ с.}: N \cdot V_0 = M g H \Rightarrow H = \frac{N \cdot V_0}{M g}$$

$$V_0 = V R T_1 = V R T_0 \Rightarrow$$

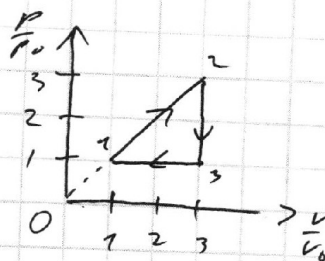
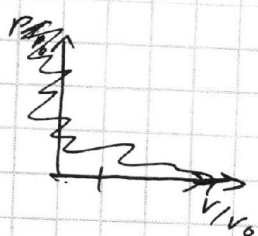
$$H = \frac{N \cdot V R T_0}{M g} = \frac{10 \cdot 2 \text{ мм} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{150 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} =$$

$$= \frac{20 \cdot 831 \cdot 3}{1500} \frac{\text{Дж}}{\text{Н}} = \frac{20 \cdot 831}{500} \text{ м} = \frac{831}{25} \text{ м} =$$

$$= \frac{800 + 35 + 6}{25} \text{ м} = \frac{(25 \cdot 4) \cdot 8 + 25 + 6}{25} \text{ м} = 32 + 1 + \frac{24}{100} \text{ м} =$$

$$= 33,24 \text{ м}$$

Ответ: 1.



2. $Q_1 = 9600 \text{ Р} \cdot \text{моль} \cdot \text{К} = 49446 \text{ Дж} (\approx 29,8 \text{ кДж})$
3. $H = 33,24 \text{ м} (\approx 33,2 \text{ м})$



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!

Задача 5

1. Кусок нити длиной l в точке O . Будем считать нить абсолютно гибкой, то будем считать, что нить имеет нулевую жесткость.



$d\varphi$ - угол от центра dS ; $7 \text{ к } dS \rightarrow 0$, то $d\varphi$ принимает значение отклонения дуги $d\varphi = \frac{\kappa d\alpha}{R}$, где R - радиус дуги в центре тяжести

$d\alpha \sim dS$, так α равномерно распределен $\rightarrow \frac{d\alpha}{\alpha} = \frac{dS}{S}$ (т.е. α равномерно распределен)

$$d\alpha = \frac{\alpha}{S} \cdot dS \Rightarrow \int d\varphi = \frac{\kappa \alpha}{SR} \cdot \int dS$$

Сделаем все $d\varphi$ - место φ ; сумма всех dS равно всей $S \rightarrow$

$$\varphi = \frac{\kappa \alpha}{RS} \cdot S = \frac{\kappa \alpha}{R}$$

На расстоянии $\gg R$ (на бесконечности) потенциал V излучения 0 . (от центра кривой $d\varphi = \frac{\kappa d\alpha}{x}$, где $x \rightarrow \infty \rightarrow d\varphi \rightarrow 0$)

Законим 3C7: $\Delta \Pi + \Delta K = 0$

$$-\varphi \cdot q + 0 \cdot q + \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \varphi q = \frac{\kappa Q q}{R}$$

$$V = \sqrt{v_0^2 + \frac{2\kappa Q q}{mR}}$$

Значит $d\varphi$ становится $\downarrow$ Если $\alpha \rightarrow 0$, то $V \rightarrow v_0$, что логично. Если α и q будут

значения, то при отрицательных параметрах ($v_0^2 < \frac{2\kappa |Qq|}{m\kappa}$)

натяжения вообще не сможет удержать на бесконечности.

Или же - то эквивалентно и является задачей. ~~Так~~

Но раз из точки A нить стартует с 0 -й скоростью и улетит из $O \rightarrow d\varphi$ будет равен нулю



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!

2. Возникла вокруг Земли электрическая зарядка

а. Требуется найти заряд Земли Q . Как известно, для Земли заряд равен 0 , т.е. $E = 0$

поэтому $E = - \int d\varphi \cdot n \Rightarrow d\varphi = 0$ т.е.

Возник заряд $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ - в каждой точке Земли потенциал

такой же как в точке O центра. А в точке O он

составляет из $\varphi = \frac{kQ}{R}$ от одной зарядки и от

такой же от 2-й $\Rightarrow \varphi_0' = 2 \frac{kQ}{R}$; Возник заряд Земли

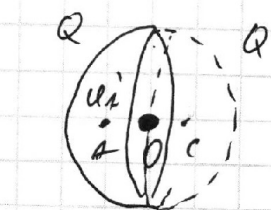
2 Q возникла точка A . $\varphi_A' = \frac{2kQ}{R}$ т.е., но складывается

из φ_A , создаваемого 1-й зарядкой и из φ_{A2}

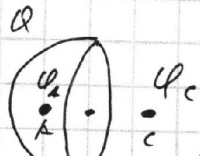
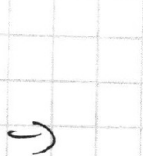
от 2-й. Но так как A и C симметричны O , то для

2-й зарядки точка A "выглядит" так же, как

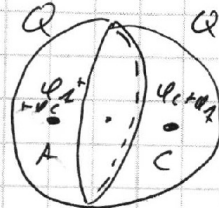
для 1-й возникла точка C ($\varphi_{A2} = \varphi_C$)



$$\varphi_0' = 2 \frac{kQ}{R} = \varphi_A' = \varphi_C'$$



(отсюда
вероятно



т.е. φ_A' можно представить как φ_A от 1-й +

φ_C от 2-й зарядки (из симм-ии точка A в 1-й зарядке

такой же симметричной C для 2-й) $\Rightarrow \varphi_A' = \varphi_A + \varphi_C = \frac{2kQ}{R}$



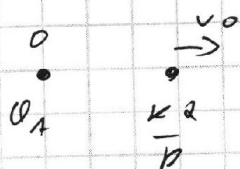
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Затем для точки A:



$$\frac{kQ}{R} \cdot q - q \cdot \varphi_A + \frac{mv_0^2}{2} - 0 = 0$$

$$(\Delta \Pi + \Delta K = 0)$$

Теперь для точки C:



$$\cancel{kQ} \cdot q - q \cdot \varphi_A + \frac{mv_c^2}{2} - 0 = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{kQ}{R} \cdot q - q \cdot \varphi_A + \frac{mv_0^2}{2} = 0 \Rightarrow \varphi_A = \frac{kQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2q}$$

$$(q_c - q_A) q + \frac{mv_c^2}{2} = 0$$

$$\varphi_A + q_c = \frac{2kQ}{R} \Rightarrow q_c = \frac{2kQ}{R} - \frac{kQ}{R} - \frac{mv_0^2}{2q} = \frac{kQ}{R} - \frac{mv_0^2}{2q}$$

$$\Rightarrow (q_c - q_A) q = \left(\frac{kQ}{R} - \frac{mv_0^2}{2q} \right) - \left(\frac{kQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2q} \right) q =$$

$$= -2 \frac{mv_0^2}{2q} \cdot q = -mv_0^2$$

$$(q_c - q_A) q + \frac{mv_c^2}{2} = 0 \Rightarrow v_c^2 = \frac{2}{m} (q_A - q_c) q = \frac{2}{m} - (-mv_0^2)$$

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

Ответ: 1. $V = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$

Без стр. и т.к.
взглянул и увидел
что $q \cdot q > 0$

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