



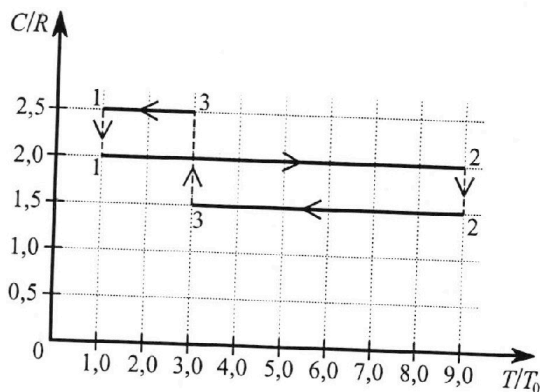
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ К}$.



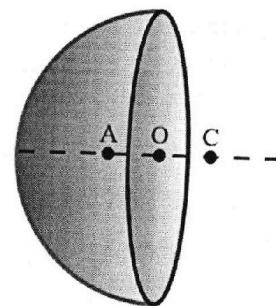
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

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

5. По поверхности 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.

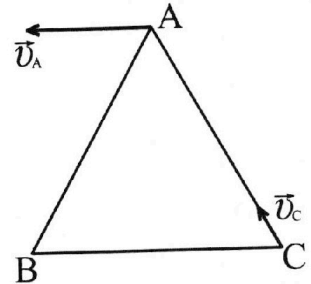
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

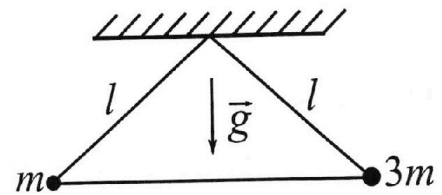
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк 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 веро, что

$\vec{v}_A \perp \vec{OA}$ и $\vec{v}_C \perp \vec{OC}$ (так как $\vec{v}_A \perp \vec{v}_C$ и радиусы между точками перпендикулярны).

$O = (\perp \text{ к } \vec{v}_A) \cap (\perp \text{ к } \vec{v}_C)$ (так как $\vec{v}_A \perp \vec{v}_C$ и радиусы между точками перпендикулярны)

$\perp \text{ к } \vec{v}_A = \perp \text{ к } BC$, так $\vec{v}_A \parallel BC$

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

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

Так как ABC - твёрдое тело, то $\omega = \text{const}$ - угловая скорость любой точки $\rightarrow$ (так $\vec{v}_A \perp \vec{OA}$; $\vec{v}_C \perp \vec{OC}$)

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

2. Твёрдое тело и шарик $\Rightarrow$ в нити ABC нити не действует, а в вертикали сила тяжести и реакция опоры уравновешиваются $\rightarrow$ ω вращается не будет изменяться. Тогда $\varphi = \omega \cdot t$, где φ - угол поворота. Так как твёрдое тело, то для любой точки ω одинакова (в т.ч. O - центра масс)

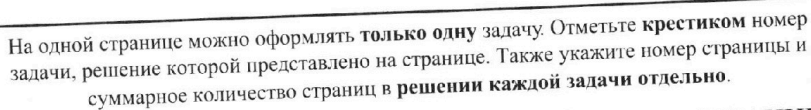
$$\varphi = 2\pi \cdot 3 \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v_A}{OA} \cdot 3$$

$$\text{из } \triangle AOC: OA = \frac{AC}{\sin 60^\circ} = \frac{0,2}{\sin 60^\circ} = \frac{20}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{v_A}{20\sqrt{3}} \cdot 3 \Rightarrow \varphi = \frac{6\pi \cdot 20}{v_A \sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}\pi \cdot 0,2}{v_A} = 4\sqrt{3}\pi \cdot 0,2 \frac{m}{c}$$

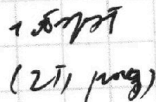
$$\varphi = 2\sqrt{3}\pi(c)$$

Также стоит отметить, что если шарик вращается нити и шар O совпадает с одним из шаров в нити A - C :



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!



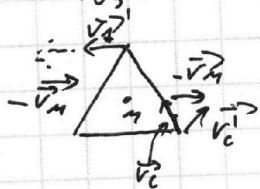
Стоит так же отметить, что
ска-р гуафра нас и так же suggest
оставляет впечатление и работ

$$\omega \cdot OM = \omega \cdot (OA - AM) = \omega \left(\frac{29}{\sqrt{3}} - a \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{2}{3} \right)$$

[illegible][illegible]

$$V_A = \frac{V_A}{0A} \cdot \left(\frac{29}{\sqrt{3}} - \frac{9}{\sqrt{3}} \right) \cdot V_A \frac{9/\sqrt{3}}{29/\sqrt{3}} = V_A \cdot \frac{1}{2} = V_C \Rightarrow$$

ВТН-0 гласно мисе



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

$$\vec{v}_c' = \vec{v}_E - \vec{v}_m \rightarrow \uparrow \frac{1}{2} |\vec{v}_d|$$

объясняет рост - и др. $\rightarrow \left| \frac{\vec{v}_c}{v_c} \right| = \frac{1}{2} v_A$

$\omega = \frac{\frac{1}{2} V_A}{\frac{1}{\sqrt{3}} a} = \frac{V_A}{2a} \sqrt{3}$ - तरल नो फ्लो कंडीशन 0.
 $\Rightarrow$ तरल नो

Рис. 2. Звонилка ~~из~~ пластмассы - то же в воздухе

г. м. со стр. $w = \frac{\sqrt{4}\sqrt{3}}{2a}$ и радиусом $\frac{1}{2}a$ и $\frac{1}{2}a$ и $\frac{1}{2}a$

скор-ость г.м. $V_M = \frac{1}{2} V_a$. Т.к. $\sum \vec{F} = \vec{0}$, то $\vec{v}_M$ совпадает
и по модулю и по направлению.

3. Показать тем же способом в п. 2, что не существует системы $\triangle ABC$. т.к. её можно укл. $\angle C$ между AB и

⇒ Точка В содержится в Ω гравитации. И U_B во-первых
зависит от g гравитации ⇒ EO и U зависят от g
гравитации и в этих случаях U и EO и U зависят
от g гравитации.

$\vec{R} = m\vec{a}$. Für alle angew. $\vec{B} \Rightarrow \vec{a}_{\text{radial}} = \vec{a}_R$; $\vec{a}_R$
 charakterisiert nur die Normalkomponente des Beschleunigungsvektors
 $u = \text{const.} \Rightarrow E(\text{synchrotronstrahlung}) = 0 \Rightarrow a_z = 0$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 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
или м. д. к. к.



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

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

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

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

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.

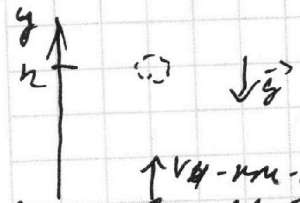
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐

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


 $0Y: h = v_H t - \frac{g t^2}{2}$ - для случая, когда шарик не успевает остановиться на этой высоте

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

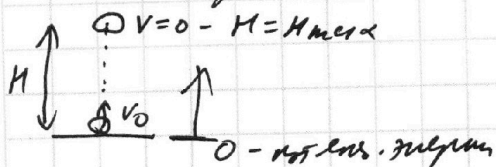
$$v_H = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = \frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ с}}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

~~По второму закону Ньютона шарик не успевает остановиться на высоте h, так как не успевает, так как шарик не успевает остановиться на высоте h~~

~~Чтобы шарик остановился у нас должна быть скорость равная нулю в этот момент $V = v_H - g t = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ с} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} > 0$~~

~~Так как шарик не успевает остановиться на высоте h, то шарик не успевает остановиться на высоте h~~

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 не успевает остановиться на высоте h, так как шарик не успевает остановиться на высоте h

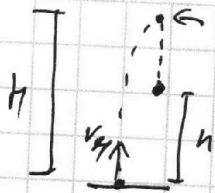


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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 полета до $H - z_1$; $z_1 = \frac{v_{0y}}{g}$ (здесь $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$)
 $1 \text{ к } H \text{ } v=0 \Rightarrow z_1 = \frac{v_{0y} - 0}{g}$ (уже учтено v_{0y})

Путь от H опускается в течение $z - z_1$, без нач. скорости и пройден путь $H - h$; $\Rightarrow H - h = \frac{g(z - z_1)^2}{2}$
 H так же из 3с $H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow$

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

$$-h = -\frac{v_{0y}}{g}z + \frac{gz^2}{2} \Rightarrow v_{0y} = \left(\frac{gz^2}{z} + \frac{h}{z}\right) = \frac{10 \cdot 0.8}{2} + \frac{0.8}{0.8} =$$

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

$v_{0y} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и это имеет значение для расчета z и h (так $\frac{gz^2}{2} = 4 \text{ м}$; $h = 8 \text{ м}$ $\frac{gz^2}{2} < h$)

2. Ракета взрывается. Если была взрывом считали расстояние между, тогда верна 3с и 4с ~~и 5с~~ ~~и 6с~~ ~~и 7с~~ ~~и 8с~~ ~~и 9с~~ ~~и 10с~~ ~~и 11с~~ ~~и 12с~~ ~~и 13с~~ ~~и 14с~~ ~~и 15с~~ ~~и 16с~~ ~~и 17с~~ ~~и 18с~~ ~~и 19с~~ ~~и 20с~~ ~~и 21с~~ ~~и 22с~~ ~~и 23с~~ ~~и 24с~~ ~~и 25с~~ ~~и 26с~~ ~~и 27с~~ ~~и 28с~~ ~~и 29с~~ ~~и 30с~~ ~~и 31с~~ ~~и 32с~~ ~~и 33с~~ ~~и 34с~~ ~~и 35с~~ ~~и 36с~~ ~~и 37с~~ ~~и 38с~~ ~~и 39с~~ ~~и 40с~~ ~~и 41с~~ ~~и 42с~~ ~~и 43с~~ ~~и 44с~~ ~~и 45с~~ ~~и 46с~~ ~~и 47с~~ ~~и 48с~~ ~~и 49с~~ ~~и 50с~~ ~~и 51с~~ ~~и 52с~~ ~~и 53с~~ ~~и 54с~~ ~~и 55с~~ ~~и 56с~~ ~~и 57с~~ ~~и 58с~~ ~~и 59с~~ ~~и 60с~~ ~~и 61с~~ ~~и 62с~~ ~~и 63с~~ ~~и 64с~~ ~~и 65с~~ ~~и 66с~~ ~~и 67с~~ ~~и 68с~~ ~~и 69с~~ ~~и 70с~~ ~~и 71с~~ ~~и 72с~~ ~~и 73с~~ ~~и 74с~~ ~~и 75с~~ ~~и 76с~~ ~~и 77с~~ ~~и 78с~~ ~~и 79с~~ ~~и 80с~~ ~~и 81с~~ ~~и 82с~~ ~~и 83с~~ ~~и 84с~~ ~~и 85с~~ ~~и 86с~~ ~~и 87с~~ ~~и 88с~~ ~~и 89с~~ ~~и 90с~~ ~~и 91с~~ ~~и 92с~~ ~~и 93с~~ ~~и 94с~~ ~~и 95с~~ ~~и 96с~~ ~~и 97с~~ ~~и 98с~~ ~~и 99с~~ ~~и 100с~~ ~~и 101с~~ ~~и 102с~~ ~~и 103с~~ ~~и 104с~~ ~~и 105с~~ ~~и 106с~~ ~~и 107с~~ ~~и 108с~~ ~~и 109с~~ ~~и 110с~~ ~~и 111с~~ ~~и 112с~~ ~~и 113с~~ ~~и 114с~~ ~~и 115с~~ ~~и 116с~~ ~~и 117с~~ ~~и 118с~~ ~~и 119с~~ ~~и 120с~~ ~~и 121с~~ ~~и 122с~~ ~~и 123с~~ ~~и 124с~~ ~~и 125с~~ ~~и 126с~~ ~~и 127с~~ ~~и 128с~~ ~~и 129с~~ ~~и 130с~~ ~~и 131с~~ ~~и 132с~~ ~~и 133с~~ ~~и 134с~~ ~~и 135с~~ ~~и 136с~~ ~~и 137с~~ ~~и 138с~~ ~~и 139с~~ ~~и 140с~~ ~~и 141с~~ ~~и 142с~~ ~~и 143с~~ ~~и 144с~~ ~~и 145с~~ ~~и 146с~~ ~~и 147с~~ ~~и 148с~~ ~~и 149с~~ ~~и 150с~~ ~~и 151с~~ ~~и 152с~~ ~~и 153с~~ ~~и 154с~~ ~~и 155с~~ ~~и 156с~~ ~~и 157с~~ ~~и 158с~~ ~~и 159с~~ ~~и 160с~~ ~~и 161с~~ ~~и 162с~~ ~~и 163с~~ ~~и 164с~~ ~~и 165с~~ ~~и 166с~~ ~~и 167с~~ ~~и 168с~~ ~~и 169с~~ ~~и 170с~~ ~~и 171с~~ ~~и 172с~~ ~~и 173с~~ ~~и 174с~~ ~~и 175с~~ ~~и 176с~~ ~~и 177с~~ ~~и 178с~~ ~~и 179с~~ ~~и 180с~~ ~~и 181с~~ ~~и 182с~~ ~~и 183с~~ ~~и 184с~~ ~~и 185с~~ ~~и 186с~~ ~~и 187с~~ ~~и 188с~~ ~~и 189с~~ ~~и 190с~~ ~~и 191с~~ ~~и 192с~~ ~~и 193с~~ ~~и 194с~~ ~~и 195с~~ ~~и 196с~~ ~~и 197с~~ ~~и 198с~~ ~~и 199с~~ ~~и 200с~~ ~~и 201с~~ ~~и 202с~~ ~~и 203с~~ ~~и 204с~~ ~~и 205с~~ ~~и 206с~~ ~~и 207с~~ ~~и 208с~~ ~~и 209с~~ ~~и 210с~~ ~~и 211с~~ ~~и 212с~~ ~~и 213с~~ ~~и 214с~~ ~~и 215с~~ ~~и 216с~~ ~~и 217с~~ ~~и 218с~~ ~~и 219с~~ ~~и 220с~~ ~~и 221с~~ ~~и 222с~~ ~~и 223с~~ ~~и 224с~~ ~~и 225с~~ ~~и 226с~~ ~~и 227с~~ ~~и 228с~~ ~~и 229с~~ ~~и 230с~~ ~~и 231с~~ ~~и 232с~~ ~~и 233с~~ ~~и 234с~~ ~~и 235с~~ ~~и 236с~~ ~~и 237с~~ ~~и 238с~~ ~~и 239с~~ ~~и 240с~~ ~~и 241с~~ ~~и 242с~~ ~~и 243с~~ ~~и 244с~~ ~~и 245с~~ ~~и 246с~~ ~~и 247с~~ ~~и 248с~~ ~~и 249с~~ ~~и 250с~~ ~~и 251с~~ ~~и 252с~~ ~~и 253с~~ ~~и 254с~~ ~~и 255с~~ ~~и 256с~~ ~~и 257с~~ ~~и 258с~~ ~~и 259с~~ ~~и 260с~~ ~~и 261с~~ ~~и 262с~~ ~~и 263с~~ ~~и 264с~~ ~~и 265с~~ ~~и 266с~~ ~~и 267с~~ ~~и 268с~~ ~~и 269с~~ ~~и 270с~~ ~~и 271с~~ ~~и 272с~~ ~~и 273с~~ ~~и 274с~~ ~~и 275с~~ ~~и 276с~~ ~~и 277с~~ ~~и 278с~~ ~~и 279с~~ ~~и 280с~~ ~~и 281с~~ ~~и 282с~~ ~~и 283с~~ ~~и 284с~~ ~~и 285с~~ ~~и 286с~~ ~~и 287с~~ ~~и 288с~~ ~~и 289с~~ ~~и 290с~~ ~~и 291с~~ ~~и 292с~~ ~~и 293с~~ ~~и 294с~~ ~~и 295с~~ ~~и 296с~~ ~~и 297с~~ ~~и 298с~~ ~~и 299с~~ ~~и 300с~~ ~~и 301с~~ ~~и 302с~~ ~~и 303с~~ ~~и 304с~~ ~~и 305с~~ ~~и 306с~~ ~~и 307с~~ ~~и 308с~~ ~~и 309с~~ ~~и 310с~~ ~~и 311с~~ ~~и 312с~~ ~~и 313с~~ ~~и 314с~~ ~~и 315с~~ ~~и 316с~~ ~~и 317с~~ ~~и 318с~~ ~~и 319с~~ ~~и 320с~~ ~~и 321с~~ ~~и 322с~~ ~~и 323с~~ ~~и 324с~~ ~~и 325с~~ ~~и 326с~~ ~~и 327с~~ ~~и 328с~~ ~~и 329с~~ ~~и 330с~~ ~~и 331с~~ ~~и 332с~~ ~~и 333с~~ ~~и 334с~~ ~~и 335с~~ ~~и 336с~~ ~~и 337с~~ ~~и 338с~~ ~~и 339с~~ ~~и 340с~~ ~~и 341с~~ ~~и 342с~~ ~~и 343с~~ ~~и 344с~~ ~~и 345с~~ ~~и 346с~~ ~~и 347с~~ ~~и 348с~~ ~~и 349с~~ ~~и 350с~~ ~~и 351с~~ ~~и 352с~~ ~~и 353с~~ ~~и 354с~~ ~~и 355с~~ ~~и 356с~~ ~~и 357с~~ ~~и 358с~~ ~~и 359с~~ ~~и 360с~~ ~~и 361с~~ ~~и 362с~~ ~~и 363с~~ ~~и 364с~~ ~~и 365с~~ ~~и 366с~~ ~~и 367с~~ ~~и 368с~~ ~~и 369с~~ ~~и 370с~~ ~~и 371с~~ ~~и 372с~~ ~~и 373с~~ ~~и 374с~~ ~~и 375с~~ ~~и 376с~~ ~~и 377с~~ ~~и 378с~~ ~~и 379с~~ ~~и 380с~~ ~~и 381с~~ ~~и 382с~~ ~~и 383с~~ ~~и 384с~~ ~~и 385с~~ ~~и 386с~~ ~~и 387с~~ ~~и 388с~~ ~~и 389с~~ ~~и 390с~~ ~~и 391с~~ ~~и 392с~~ ~~и 393с~~ ~~и 394с~~ ~~и 395с~~ ~~и 396с~~ ~~и 397с~~ ~~и 398с~~ ~~и 399с~~ ~~и 400с~~ ~~и 401с~~ ~~и 402с~~ ~~и 403с~~ ~~и 404с~~ ~~и 405с~~ ~~и 406с~~ ~~и 407с~~ ~~и 408с~~ ~~и 409с~~ ~~и 410с~~ ~~и 411с~~ ~~и 412с~~ ~~и 413с~~ ~~и 414с~~ ~~и 415с~~ ~~и 416с~~ ~~и 417с~~ ~~и 418с~~ ~~и 419с~~ ~~и 420с~~ ~~и 421с~~ ~~и 422с~~ ~~и 423с~~ ~~и 424с~~ ~~и 425с~~ ~~и 426с~~ ~~и 427с~~ ~~и 428с~~ ~~и 429с~~ ~~и 430с~~ ~~и 431с~~ ~~и 432с~~ ~~и 433с~~ ~~и 434с~~ ~~и 435с~~ ~~и 436с~~ ~~и 437с~~ ~~и 438с~~ ~~и 439с~~ ~~и 440с~~ ~~и 441с~~ ~~и 442с~~ ~~и 443с~~ ~~и 444с~~ ~~и 445с~~ ~~и 446с~~ ~~и 447с~~ ~~и 448с~~ ~~и 449с~~ ~~и 450с~~ ~~и 451с~~ ~~и 452с~~ ~~и 453с~~ ~~и 454с~~ ~~и 455с~~ ~~и 456с~~ ~~и 457с~~ ~~и 458с~~ ~~и 459с~~ ~~и 460с~~ ~~и 461с~~ ~~и 462с~~ ~~и 463с~~ ~~и 464с~~ ~~и 465с~~ ~~и 466с~~ ~~и 467с~~ ~~и 468с~~ ~~и 469с~~ ~~и 470с~~ ~~и 471с~~ ~~и 472с~~ ~~и 473с~~ ~~и 474с~~ ~~и 475с~~ ~~и 476с~~ ~~и 477с~~ ~~и 478с~~ ~~и 479с~~ ~~и 480с~~ ~~и 481с~~ ~~и 482с~~ ~~и 483с~~ ~~и 484с~~ ~~и 485с~~ ~~и 486с~~ ~~и 487с~~ ~~и 488с~~ ~~и 489с~~ ~~и 490с~~ ~~и 491с~~ ~~и 492с~~ ~~и 493с~~ ~~и 494с~~ ~~и 495с~~ ~~и 496с~~ ~~и 497с~~ ~~и 498с~~ ~~и 499с~~ ~~и 500с~~ ~~и 501с~~ ~~и 502с~~ ~~и 503с~~ ~~и 504с~~ ~~и 505с~~ ~~и 506с~~ ~~и 507с~~ ~~и 508с~~ ~~и 509с~~ ~~и 510с~~ ~~и 511с~~ ~~и 512с~~ ~~и 513с~~ ~~и 514с~~ ~~и 515с~~ ~~и 516с~~ ~~и 517с~~ ~~и 518с~~ ~~и 519с~~ ~~и 520с~~ ~~и 521с~~ ~~и 522с~~ ~~и 523с~~ ~~и 524с~~ ~~и 525с~~ ~~и 526с~~ ~~и 527с~~ ~~и 528с~~ ~~и 529с~~ ~~и 530с~~ ~~и 531с~~ ~~и 532с~~ ~~и 533с~~ ~~и 534с~~ ~~и 535с~~ ~~и 536с~~ ~~и 537с~~ ~~и 538с~~ ~~и 539с~~ ~~и 540с~~ ~~и 541с~~ ~~и 542с~~ ~~и 543с~~ ~~и 544с~~ ~~и 545с~~ ~~и 546с~~ ~~и 547с~~ ~~и 548с~~ ~~и 549с~~ ~~и 550с~~ ~~и 551с~~ ~~и 552с~~ ~~и 553с~~ ~~и 554с~~ ~~и 555с~~ ~~и 556с~~ ~~и 557с~~ ~~и 558с~~ ~~и 559с~~ ~~и 560с~~ ~~и 561с~~ ~~и 562с~~ ~~и 563с~~ ~~и 564с~~ ~~и 565с~~ ~~и 566с~~ ~~и 567с~~ ~~и 568с~~ ~~и 569с~~ ~~и 570с~~ ~~и 571с~~ ~~и 572с~~ ~~и 573с~~ ~~и 574с~~ ~~и 575с~~ ~~и 576с~~ ~~и 577с~~ ~~и 578с~~ ~~и 579с~~ ~~и 580с~~ ~~и 581с~~ ~~и 582с~~ ~~и 583с~~ ~~и 584с~~ ~~и 585с~~ ~~и 586с~~ ~~и 587с~~ ~~и 588с~~ ~~и 589с~~ ~~и 590с~~ ~~и 591с~~ ~~и 592с~~ ~~и 593с~~ ~~и 594с~~ ~~и 595с~~ ~~и 596с~~ ~~и 597с~~ ~~и 598с~~ ~~и 599с~~ ~~и 600с~~ ~~и 601с~~ ~~и 602с~~ ~~и 603с~~ ~~и 604с~~ ~~и 605с~~ ~~и 606с~~ ~~и 607с~~ ~~и 608с~~ ~~и 609с~~ ~~и 610с~~ ~~и 611с~~ ~~и 612с~~ ~~и 613с~~ ~~и 614с~~ ~~и 615с~~ ~~и 616с~~ ~~и 617с~~ ~~и 618с~~ ~~и 619с~~ ~~и 620с~~ ~~и 621с~~ ~~и 622с~~ ~~и 623с~~ ~~и 624с~~ ~~и 625с~~ ~~и 626с~~ ~~и 627с~~ ~~и 628с~~ ~~и 629с~~ ~~и 630с~~ ~~и 631с~~ ~~и 632с~~ ~~и 633с~~ ~~и 634с~~ ~~и 635с~~ ~~и 636с~~ ~~и 637с~~ ~~и 638с~~ ~~и 639с~~ ~~и 640с~~ ~~и 641с~~ ~~и 642с~~ ~~и 643с~~ ~~и 644с~~ ~~и 645с~~ ~~и 646с~~ ~~и 647с~~ ~~и 648с~~ ~~и 649с~~ ~~и 650с~~ ~~и 651с~~ ~~и 652с~~ ~~и 653с~~ ~~и 654с~~ ~~и 655с~~ ~~и 656с~~ ~~и 657с~~ ~~и 658с~~ ~~и 659с~~ ~~и 660с~~ ~~и 661с~~ ~~и 662с~~ ~~и 663с~~ ~~и 664с~~ ~~и 665с~~ ~~и 666с~~ ~~и 667с~~ ~~и 668с~~ ~~и 669с~~ ~~и 670с~~ ~~и 671с~~ ~~и 672с~~ ~~и 673с~~ ~~и 674с~~ ~~и 675с~~ ~~и 676с~~ ~~и 677с~~ ~~и 678с~~ ~~и 679с~~ ~~и 680с~~ ~~и 681с~~ ~~и 682с~~ ~~и 683с~~ ~~и 684с~~ ~~и 685с~~ ~~и 686с~~ ~~и 687с~~ ~~и 688с~~ ~~и 689с~~ ~~и 690с~~ ~~и 691с~~ ~~и 692с~~ ~~и 693с~~ ~~и 694с~~ ~~и 695с~~ ~~и 696с~~ ~~и 697с~~ ~~и 698с~~ ~~и 699с~~ ~~и 700с~~ ~~и 701с~~ ~~и 702с~~ ~~и 703с~~ ~~и 704с~~ ~~и 705с~~ ~~и 706с~~ ~~и 707с~~ ~~и 708с~~ ~~и 709с~~ ~~и 710с~~ ~~и 711с~~ ~~и 712с~~ ~~и 713с~~ ~~и 714с~~ ~~и 715с~~ ~~и 716с~~ ~~и 717с~~ ~~и 718с~~ ~~и 719с~~ ~~и 720с~~ ~~и 721с~~ ~~и 722с~~ ~~и 723с~~ ~~и 724с~~ ~~и 725с~~ ~~и 726с~~ ~~и 727с~~ ~~и 728с~~ ~~и 729с~~ ~~и 730с~~ ~~и 731с~~ ~~и 732с~~ ~~и 733с~~ ~~и 734с~~ ~~и 735с~~ ~~и 736с~~ ~~и 737с~~ ~~и 738с~~ ~~и 739с~~ ~~и 740с~~ ~~и 741с~~ ~~и 742с~~ ~~и 743с~~ ~~и 744с~~ ~~и 745с~~ ~~и 746с~~ ~~и 747с~~ ~~и 748с~~ ~~и 749с~~ ~~и 750с~~ ~~и 751с~~ ~~и 752с~~ ~~и 753с~~ ~~и 754с~~ ~~и 755с~~ ~~и 756с~~ ~~и 757с~~ ~~и 758с~~ ~~и 759с~~ ~~и 760с~~ ~~и 761с~~ ~~и 762с~~ ~~и 763с~~ ~~и 764с~~ ~~и 765с~~ ~~и 766с~~ ~~и 767с~~ ~~и 768с~~ ~~и 769с~~ ~~и 770с~~ ~~и 771с~~ ~~и 772с~~ ~~и 773с~~ ~~и 774с~~ ~~и 775с~~ ~~и 776с~~ ~~и 777с~~ ~~и 778с~~ ~~и 779с~~ ~~и 780с~~ ~~и 781с~~ ~~и 782с~~ ~~и 783с~~ ~~и 784с~~ ~~и 785с~~ ~~и 786с~~ ~~и 787с~~ ~~и 788с~~ ~~и 789с~~ ~~и 790с~~ ~~и 791с~~ ~~и 792с~~ ~~и 793с~~ ~~и 794с~~ ~~и 795с~~ ~~и 796с~~ ~~и 797с~~ ~~и 798с~~ ~~и 799с~~ ~~и 800с~~ ~~и 801с~~ ~~и 802с~~ ~~и 803с~~ ~~и 804с~~ ~~и 805с~~ ~~и 806с~~ ~~и 807с~~ ~~и 808с~~ ~~и 809с~~ ~~и 810с~~ ~~и 811с~~ ~~и 812с~~ ~~и 813с~~ ~~и 814с~~ ~~и 815с~~ ~~и 816с~~ ~~и 817с~~ ~~и 818с~~ ~~и 819с~~ ~~и 820с~~ ~~и 821с~~ ~~и 822с~~ ~~и 823с~~ ~~и 824с~~ ~~и 825с~~ ~~и 826с~~ ~~и 827с~~ ~~и 828с~~ ~~и 829с~~ ~~и 830с~~ ~~и 831с~~ ~~и 832с~~ ~~и 833с~~ ~~и 834с~~ ~~и 835с~~ ~~и 836с~~ ~~и 837с~~ ~~и 838с~~ ~~и 839с~~ ~~и 840с~~ ~~и 841с~~ ~~и 842с~~ ~~и 843с~~ ~~и 844с~~ ~~и 845с~~ ~~и 846с~~ ~~и 847с~~ ~~и 848с~~ ~~и 849с~~ ~~и 850с~~ ~~и 851с~~ ~~и 852с~~ ~~и 853с~~ ~~и 854с~~ ~~и 855с~~ ~~и 856с~~ ~~и 857с~~ ~~и 858с~~ ~~и 859с~~ ~~и 860с~~ ~~и 861с~~ ~~и 862с~~ ~~и 863с~~ ~~и 864с~~ ~~и 865с~~ ~~и 866с~~ ~~и 867с~~ ~~и 868с~~ ~~и 869с~~ ~~и 870с~~ ~~и 871с~~ ~~и 872с~~ ~~и 873с~~ ~~и 874с~~ ~~и 875с~~ ~~и 876с~~ ~~и 877с~~ ~~и 878с~~ ~~и 879с~~ ~~и 880с~~ ~~и 881с~~ ~~и 882с~~ ~~и 883с~~ ~~и 884с~~ ~~и 885с~~ ~~и 886с~~ ~~и 887с~~ ~~и 888с~~ ~~и 889с~~ ~~и 890с~~ ~~и 891с~~ ~~и 892с~~ ~~и 893с~~ ~~и 894с~~ ~~и 895с~~ ~~и 896с~~ ~~и 897с~~ ~~и 898с~~ ~~и 899с~~ ~~и 900с~~ ~~и 901с~~ ~~и 902с~~ ~~и 903с~~ ~~и 904с~~ ~~и 905с~~ ~~и 906с~~ ~~и 907с~~ ~~и 908с~~ ~~и 909с~~ ~~и 910с~~ ~~и 911с~~ ~~и 912с~~ ~~и 913с~~ ~~и 914с~~ ~~и 915с~~ ~~и 916с~~ ~~и 917с~~ ~~и 918с~~ ~~и 919с~~ ~~и 920с~~ ~~и 921с~~ ~~и 922с~~ ~~и 923с~~ ~~и 924с~~ ~~и 925с~~ ~~и 926с~~ ~~и 927с~~ ~~и 928с~~ ~~и 929с~~ ~~и 930с~~ ~~и 931с~~ ~~и 932с~~ ~~и 933с~~ ~~и 934с~~ ~~и 935с~~ ~~и 936с~~ ~~и 937с~~ ~~и 938с~~ ~~и~~

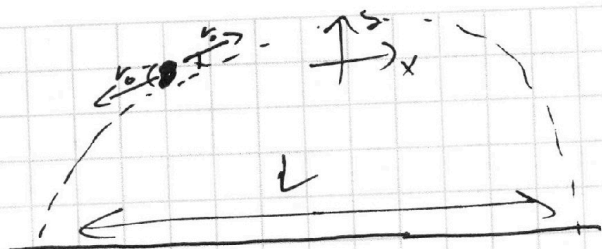


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 3

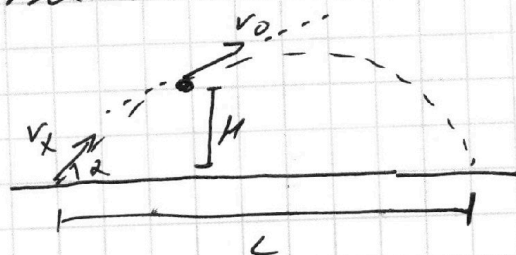
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Можно считать, что
так как мы имеем проекцию
в вертикальном направлении (на
одну ось) то траекто-
рия будет симметрична

летит по параболе - т.е. одной параболы (красно огуль лети
вверх в огуль сверху копей, огуль в огуль).

расстояние L между ними - это расстояние между
пересечениями параболы земли параболы. Если
мы хотим найти как приближение v_x
было тогда с v_{0x} - т.е. v_x



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

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

$v_x = v_0 \cos \alpha \Rightarrow$ $v_x = \text{const} \Rightarrow$ $L \rightarrow L_{\max}$
меньше чем в начале - α

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

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

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} + 2H = \frac{20^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} + 2 \cdot 9,8 \text{ м} = 40 \text{ м} + 19,6 \text{ м} = 59,6 \text{ м}$$

Ответ: 1. $H = 9,8 \text{ м}$

2. $L_{\max} = 59,6 \text{ м}$



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.

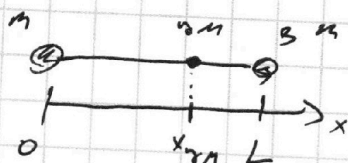
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

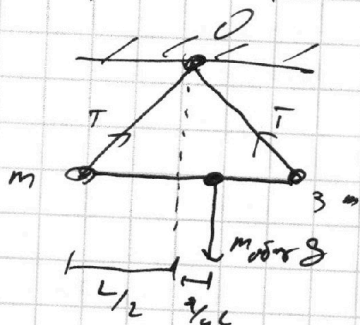
Задача 3

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 же предположим, что нить - это неподвижная точка O - предмет нити.



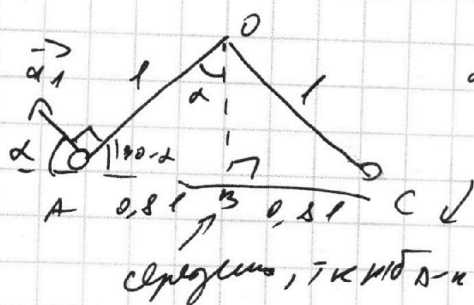
Тогда моменты сил T относительно O

Если только момент m относительно O

Он равен нулю, так как центр стержня

находится в O, а $\vec{g}$ вниз $\Rightarrow$

Кроме того, момент стержня относительно O равен нулю, так как центр стержня находится в O. Тогда моменты сил T относительно O равны нулю, так как $\vec{g}$ перпендикулярно к n.



Из геометрии каждого угла равны 2 углам A-ка,

Отсюда из ΔABO :

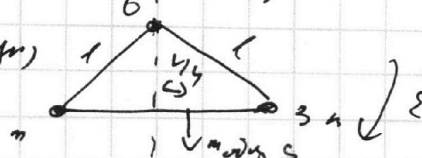
$$\sin \alpha = \frac{AC}{2} = \frac{L}{2 \cdot 0,8} = \frac{1,6}{1,6} = 1$$

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

2. Будем считать, что стержень вращается вокруг центра масс.

$$M = I \cdot \varepsilon \quad (\text{где } I \text{ - момент инерции})$$

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





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!

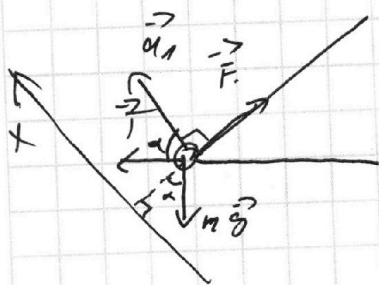
$$4mg \frac{1,6}{4} = 4ml^2 \varepsilon \rightarrow \varepsilon = \frac{1,6 \text{ г}}{4 \text{ л}^2} = 0,4 \frac{\text{г}}{\text{л}^2}$$

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

$$a_1 = 0,4 \frac{\text{г}}{\text{л}^2} \cdot l = 0,4 \text{ г}$$

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

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



$$0 \times || \vec{a}_1$$

T — сила упругости пружины

Так как пружина лежит вдоль оси x , то все силы, действующие на шарик, могут быть направлены только вдоль оси, 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 $\vec{a}_1 \perp$ касательной к траектории $\rightarrow \vec{a}_1 \perp$ касательной.

Сила натяжения $\vec{T}$ перпендикулярна касательной $\rightarrow \vec{T} \perp \vec{a}_1 \rightarrow$

$F_x = 0$; mg_x должно $< 0 \rightarrow T$ должна быть направлена вверх по касательной. $\Rightarrow$ 3-я и 4-я задачи решены (вспомогательные)

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

$$\vec{a}_1 \parallel \vec{x} \rightarrow a_{1x} = a_1$$

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

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

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: $\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow \int \delta Q = \int dU = \frac{i}{2} \nu R dT + p dV$

~~νdT~~ упр. газ $pV = \nu R dT \Rightarrow d(pV) = \nu R dT$

$$\Rightarrow \nu C dT = \frac{i}{2} dp \cdot V + \left(\frac{i}{2} + 1\right) p dV \quad (\text{т.к. } \nu = \gamma \nu_0 + 1)$$

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

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

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

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

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

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



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!

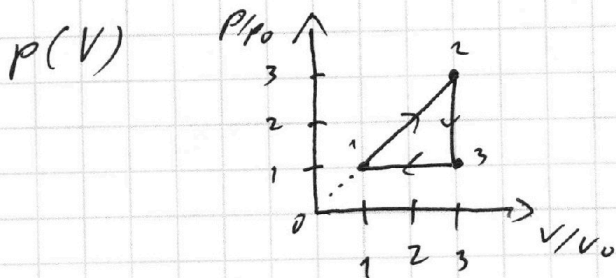
$$\frac{p_1}{p_3} = \frac{1}{3}$$

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

$$p_2 =$$

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

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



$$1) (p_0; V_0)$$

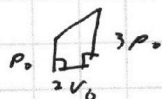
$$2) (3p_0; 3V_0)$$

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

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1); A_{12} = \text{м-г-а по процессу 1-2}$$

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



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

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

← по формуле из учеб.

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

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

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

3. Работа газа за цикл 1-2-3-1

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

Поэтому площадь этой работы изит в мех-уа $\Rightarrow$ за 1 цикл изгибания

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



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 $N_{p0} V_0$

Вся эта работа пойдет на выдм. пот. ем. эл. ем. цепи
узел (только на п.с., т.к. логичнее медь, $\rightarrow$

$$3 \text{ с.}: N_{p0} V_0 = M g H \Rightarrow H = \frac{N_{p0} V_0}{M g}$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_1 = \nu R T_0 \Rightarrow$$

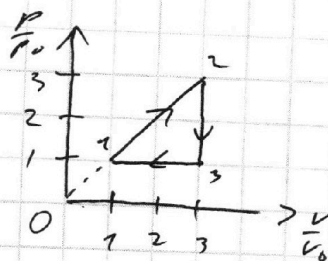
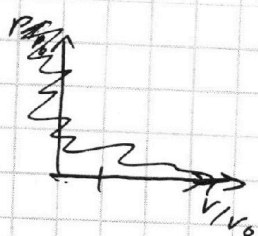
$$H = \frac{N \cdot \nu R T_0}{M g} = \frac{10 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{150 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} =$$

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

$$= \frac{800 + 85 + 6}{25} \text{ м} = \frac{(25 \cdot 4) \cdot 8 + 25 + 6}{25} \text{ м} = 32 + 1 + \frac{24}{100} \text{ м} =$$

$$= 33,24 \text{ м}$$

Ответ: 1.



2. $Q_1 = 9600 \text{ Р. моль} \cdot \text{К} = 49446 \text{ Дж} (\approx 29,8 \text{ кДж})$
 ~~$Q_1 = 9600 \text{ Р. моль} \cdot \text{К} = 49446 \text{ Дж} (\approx 29,8 \text{ кДж})$~~
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 ☐

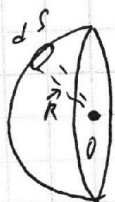
СТРАНИЦА

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 идеальной, то будем считать, что нить имеет нулевую массу.



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

$d\alpha \sim dS$, так α прямо пропорционален dS .
 $\frac{d\alpha}{dS} = \frac{1}{R}$

$$d\alpha = \frac{1}{R} dS \Rightarrow \int d\varphi = \frac{1}{R} \int dS$$

Сумма всех $d\varphi$ - это φ ; сумма всех dS есть S .

$$\varphi = \frac{1}{R} S = \frac{l}{R}$$

Но расстояние $\gg R$ (на бесконечности) радиус R не определено O . (от центра кривой $d\varphi = \frac{1}{x}$, где $x \rightarrow \infty$ - $d\varphi \rightarrow 0$)

Заменим $3 \text{ с } 7$: $\Delta \Pi + \Delta K = 0$

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

$$V = \sqrt{v_0^2 + \frac{2Kq^2}{mR}}$$

Значит $d\varphi$ становится $\frac{1}{R}$. Если $q \rightarrow 0$, то $V \rightarrow v_0$, что логично. Если q и R известны.

Значит, то при определенных параметрах ($v_0^2 < \frac{2K|q|}{mR}$) нити вообще не сможет улететь на бесконечность.

Или же - то экстремум и будет нити.

Но при этом точка A нити сдвигается с O -й стороны и улетит от O $\Rightarrow d\varphi$ будет зависеть



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

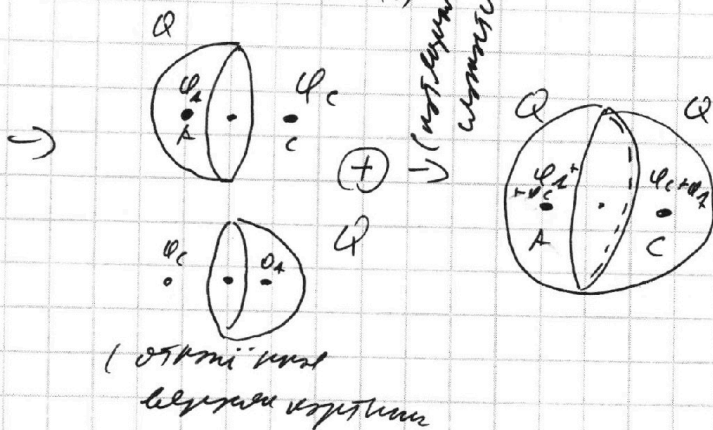
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2. Возникла вокруг Земли равномерно заряженный шарик
 Q. Требуется найти потенциал в центре шара, как известно
 для заряда сферы радиуса R , т.е. $E=0$
 потенциал

$$\text{потенциал } E = - \int d\varphi \cdot n \Rightarrow d\varphi = 0 \Rightarrow \text{приращение нуля}$$

Потенциал сферы $\varphi = \frac{q}{r} + C$ - в каждой точке внутри сферы
 такой же как в точке O центра. А в точке O он
 складывается из $\varphi = \frac{q}{R}$ от одной половины и от
 такой же от 2-й $\Rightarrow \varphi_0' = 2 \frac{q}{R}$; Потенциал сферы заряда
 $2Q$ возникла точка A . $\varphi_A' = \frac{2q}{R}$ тоже, но складывается
 из φ_A , создаваемого 1-й половиной и φ_{A2} от 2-й.
 Но так как A и C симметричны относительно O , то для
 2-й половины точка A "выглядит" так же, как
 центр. 1-й половине точка C ($\varphi_{A2} = \varphi_C$)

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



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

φ_C от 2-й половины (из симм-ии точка A в 1-й половине
 точки симметричны C для 2-й) $\Rightarrow \varphi_A' = \varphi_A + \varphi_C = \frac{2q}{R}$



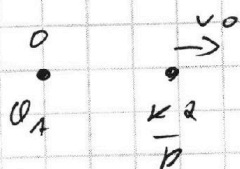
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 участка пути AD:



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

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

Теперь для участка пути AC:



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Согласно м.т.к
вектор-л. вектор
что $q \cdot q > 0$

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