



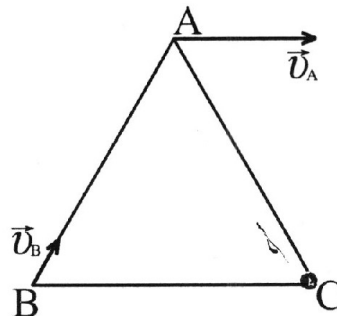
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

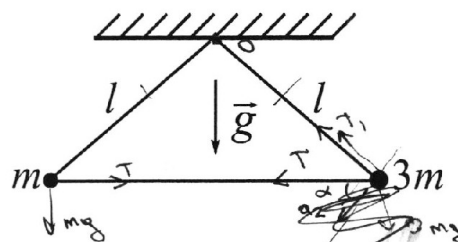
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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.



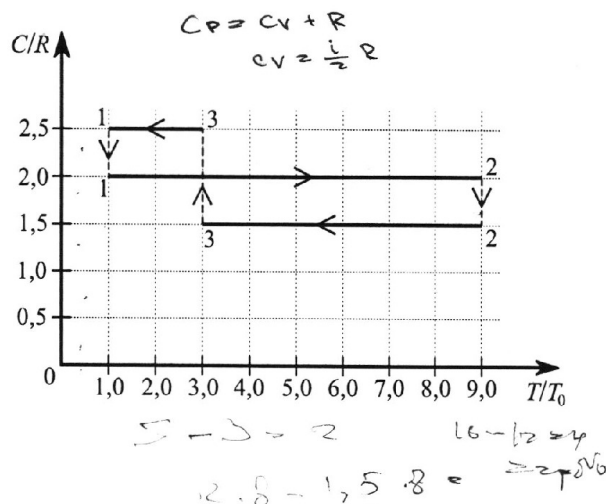
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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, $T_0 = 270 \text{ K}$.

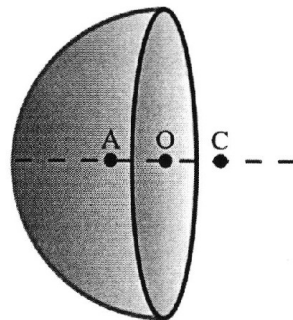


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250 \text{ кг}$ за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$. 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 . 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.

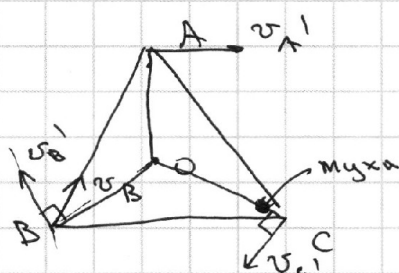


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Условие что много кинематическая задача говорит о том, что на основании центра масс пластины её "прелёт" никак не влияет.

В с.о. центра масс на муку

действует центростремительное ускорение. Т.к.

треугольник "шестигранник" то его движение в этой с.о. равноускоренное $\Rightarrow v_A = v_B = v_C = 0,4 \frac{m}{c}$

$$a_{ц.с} = \frac{v^2}{R} = \frac{v_{ц.с}^2}{R} = \frac{(0,4 \frac{m}{c})^2 \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot a} = \frac{0,4^2 \frac{m}{c^2} \cdot 3}{\sqrt{3}}$$

$$R = m \cdot a_{ц.с} = 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \frac{0,4^2 \cdot 3}{\sqrt{3}} \frac{m}{c^2}$$

Ответ: $v_B = 0,4 \frac{m}{c}$, $T = \frac{8\sqrt{3}}{3} \pi \frac{c}{v_B}$, $R = 60 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0,4^2 \cdot 3}{\sqrt{3}} \text{ М}$
 eq. изнер

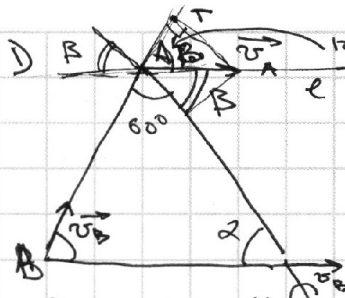


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!



$\triangle ABC - \text{p/cr} \Rightarrow \angle B = \angle A = \angle C = 60^\circ$

Т.к. + треугольник выполнен из металла, то расстояние между его точками неизменно $\Rightarrow$ стороны имеют постоянную длину $\Rightarrow$ проекции скоростей на стороны равны $\Rightarrow v_A \cos(120^\circ - \beta) = v_B \cos \beta$

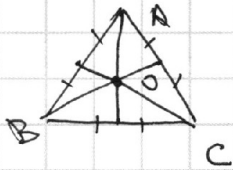
Определим v_{AC} : Прямая $\ell \parallel BC \Rightarrow \angle C$ и $\angle \beta$ накрест лежащие $\Rightarrow \beta = 60^\circ$ ($\angle + \angle C$ внешний $= 120^\circ$)

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

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2} \quad \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

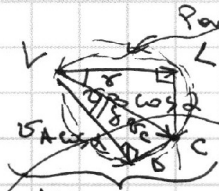
$$\cos 60^\circ = \sqrt{1 - \frac{3}{4}} = \sqrt{\frac{1-3}{4}} = \frac{1}{2}$$

Центр масс однородной пластины находится в её середине $\Rightarrow$ точка пересечения медиан Δ



О - ц.м.

Определим скорость т.С на знам её проекцию на сторону $v_{BC} = v_B \cdot \cos \alpha$ на сторону $v_{AB} = v_A \cdot \cos \beta$



Разложение по проекциям

Угол между v_{BC} и $v_{AC} = 60^\circ$
 $\delta = 60 - \alpha$

$\angle VLC = \text{пр/уг}$
 $VC - \text{гипотенуза}$

$\angle VDC = \text{пр-уг}$

сумма противоположных углов $180^\circ \Rightarrow$ он вписан (центральный $\Rightarrow$)

По теореме

синусов

$$\frac{VL}{\sin(90 - \delta)} = \frac{VD}{\sin(90 - \delta)} = 2R = VC$$

$$\frac{VL}{\sin(90 - \delta)} = \frac{VD}{\sin(90 - 60 + \delta)} = \frac{VD}{\sin(30 + \delta)}$$

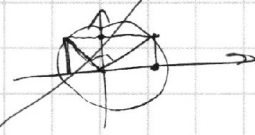
$$VL = v_B \cos \alpha$$

$$VD = v_A \cos \alpha$$

$$\frac{VL}{VD} = \frac{v_B}{v_A} = \frac{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow VD = 2VL$$

$$\frac{1}{\sin(90 - \delta)} = \frac{2}{\sin(30 + \delta)}$$

$$2 \sin(90 - \delta) = \sin(30 + \delta)$$





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 В системе центра масс пластина вращается вокруг него (он неподвижен)

→ линии соединяющие O с вершинами треугольника $\perp$ скорости (точки вращаются по окружности с центром O и радиусом R)

Гладкая поверхность $\Rightarrow$ внешние силы отсутствуют $\sigma = \text{const}$

Т.к. треугольник $\triangle ABC$ — это медиана совпадает с высотой и биссектрисой

Отметим, что медиана AO (радиус) и $AO \perp BC$, т.к. $AB \parallel BC$, то $AO \perp BC$

т.к. O делит AO (медиану) в отношении 2 к 1 от вершины. Найдем AO . $BO = CO = \frac{BC}{2} = \frac{a}{2}$

по т. Пифагора $AO = \sqrt{AC^2 - CO^2} = \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \sqrt{\frac{3a^2}{4}} = \frac{\sqrt{3}a}{2}$

$R = \frac{\sqrt{3}a}{2} \cdot 2 = \sqrt{3}a$ (радиус окружности, по которой вращаются точки)

Переход к с.о.ц.м

$\angle B' = 60^\circ$ (как и первоначально)
 $\angle A'C'B' = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$
 $\angle B'A'C' = 180 - 60 - 60 = 60^\circ$

$\Rightarrow \triangle A'B'C' = \text{равносторонний}$

Тогда рассмотрим движение т. B в с.о.ц.м.

$\omega = \frac{v_{\text{отн}}}{R} = \frac{v_D}{\frac{\sqrt{3}a}{2}} = \frac{3v_D}{\sqrt{3}a} \text{ рад/с}$

один оборот $360^\circ = 2\pi \text{ рад.}$
 4 оборота $4 \cdot 2\pi = 8\pi \text{ рад} = \theta$

$\theta = \frac{\theta}{\omega} = \frac{8\pi}{\frac{3v_D}{\sqrt{3}a}} = \frac{8 \cdot \sqrt{3} \cdot a \cdot \pi}{3 \cdot v_D} = \frac{8 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ м} \cdot \pi}{3 \cdot 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{8\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с} \approx 14$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

① Известно, что разрыв происходит на максимальной высоте H , т.к. движение фейерверка вертикально, то максимальной высоте соответствует точка, в которой скорость $= 0$

Пусть v_0 - начальная скорость

$h(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ прямая зависимость от скорости - чем меньше v_k , тем больше

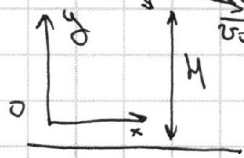
$H = h + \Delta h$ где Δh - высота, которую показывает (доказано ($v_k \geq 0$))

Определим $\Delta h = \frac{v^2 - v_k^2}{2g} = \frac{v^2}{2g}$

$H = h + \frac{v^2}{2g} = 11,2 \text{ м} + \frac{(4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 11,2 \text{ м} + \frac{16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 11,2 \text{ м} + 0,8 \text{ м} = 12 \text{ м}$ - на этой высоте

разорвался фейерверк

② Т.к. на тело не действует никаких внешних сил, то по импульсу сохраняется импульс по любой оси $\Sigma p = 0$



По оси Oy импульс сохраняется т.к. в начальной перед разрывом $v_{осколок} = 0 \Rightarrow \Sigma p$ по оси Oy равен 0. (скорости направлены влево)

По горизонтали определяет горизонтальная составляющая скорости v_x . $L = v_x \cdot T$ где $v_x \uparrow \text{max}$ $T \uparrow \text{max}$

Предположим она равна n где T время движения $\Rightarrow$ время движения по вертикали за которое осколок проходит H

$H = v_y \cdot T + \frac{gT^2}{2}$ (v_y - проекция скорости осколка на Oy)

$v_y \cdot T + \frac{gT^2}{2} - H = 0$

Пусть v_0 направлено под каким-то α
 $v_0 \sin \alpha \cdot T + \frac{gT^2}{2} - H = 0$

$T = \frac{-v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} = \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} - v_0 \sin \alpha$ время n может быть отрицательным

Т.к. начальный импульс 0, то g скорости должны быть равны по модулю, иметь на одной прямой и быть противоположно направленными



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!

иначе найдем ~~одно~~ ось x — одна из скоростей сирова" которая не имеет той "компоненты" равной (для удобства в импульсах описываю только проекции скорости)

Пример:

Представим это как движение осколка 2 по данной траектории (т.е. движение осколка 1 принадлежит ей же) — одна симметричная траектория

В конечной для осколка 1 и для осколка 2 мы представим его движение как продолжение всей этой траектории v_x на ось Ox константа — отсюда вын. или

движение 1-го: $\frac{v_{y0}^2 - v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = H$

$v_{y0} = 2gH + v_0^2 \sin^2 \alpha$

$v_k = \sqrt{v_{y0}^2 + v_x^2} = \sqrt{2gH + v_0^2 \sin^2 \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{2gH + v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)}$

$= \sqrt{2gH + v_0^2}$ — не зависит от угла

Таким образом надо v_k под таким углом β , чтобы

β — верх точки траектории $v_y = 0$ $v_x = \text{const}$

$v(t) = v_y - gt$

T — время движения

$L = v_x \cdot T = v_k \cos \beta \cdot T$

$0 = v_k \sin \beta - \frac{gT}{2} \Rightarrow T = \frac{2v_k \sin \beta}{g}$

$L = \frac{v_k^2}{g} \frac{2 \sin \beta \cos \beta}{\sin 2\beta} = \frac{v_k^2}{g} \sin 2\beta$ $\uparrow \text{max} \Rightarrow \sin 2\beta \uparrow \text{max}$

$\text{max} \text{ возм. } \sin 2\beta = 1 \Rightarrow 2\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ$

$L_{\text{max}} = \frac{v_k^2}{g} = \frac{2gH + v_0^2}{g} = 2H + \frac{v_0^2}{g}$



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!

$$L_{\max} = 2 \cdot 12 \text{ м} + \frac{(16 \text{ м})^2}{10 \text{ м}} = 24 \text{ м} + \frac{256}{10} \text{ м} = 24 + 25,6 \text{ м} = 49,6 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ + 160 \\ \hline 256 \end{array}$$

Ответ: $M = 12 \text{ м}$; $L_{\max} = 49,6 \text{ м}$



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
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!

$$\begin{aligned} m \cdot a_1 &= T \cdot \cos \alpha - mg \sin \alpha \\ 3m \cdot a_2 &= 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Воспользоваться формулами} \\ a_1 &= a_2 \quad \text{приведение}$$

Выразим T : $T \cos \alpha = ma_2 + mg \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{ma_2 + mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$

$$3ma_2 = 3mg \sin \alpha - ma_2 - mg \sin \alpha$$

$$3ma_2 = 2mg \sin \alpha - ma_2 \quad | : m$$

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

$$= \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Подставим в T (формула выше)

$$T = \frac{80 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 80 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,6}{\sqrt{1 - 0,6^2}} = \frac{240 \cdot 10^{-3} \text{ Н} + 480 \cdot 10^{-3} \text{ Н}}{\sqrt{1 - 0,36}} =$$

$$\begin{array}{r} \times 0,8 \\ 0,6 \\ + 36 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,00 \\ - 0,36 \\ \hline 0,64 \end{array}$$

$$\sqrt{1 - 0,6^2}$$

по осн. тригоном. тожд.

$$= \frac{720 \cdot 10^{-3} \text{ Н}}{\sqrt{0,64}} = \frac{720 \cdot 10^{-3} \text{ Н}}{0,8} =$$

$$= \frac{720 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot 10}{8} = \frac{720}{8} \cdot 10^{-2} \text{ Н} =$$

$$= 90 \cdot 10^{-2} \text{ Н} = 0,9 \text{ Н}$$

$$\frac{90}{100}$$

Order: $\sin \alpha = 0,6$; $a_2 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $T = 0,9 \text{ Н}$



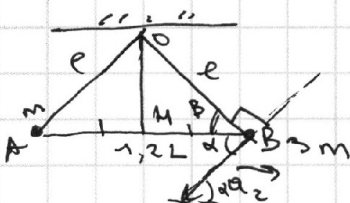
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!

① O - точка подвеса неподвижна $\Rightarrow$ грузики вращаются отн. нее (вращат. движение отн. т. O)
При таком движении тела образуют центростремительное и тангенциальное ускорения. Центростремительное ускорение всегда направлено вдоль нити и равно $\frac{v^2}{r}$ тангенциальное не направлено вдоль скорости $\Rightarrow \perp$ нити.
Условие «сразу после освобождения» потому что скорость грузиков $0 \Rightarrow$ составлена из в виде центрострем. ускорения отсутствует $\Rightarrow$ груз обладает только тангенциальной (a_t) составляющей ускорения $\Rightarrow$ оно соответствует по модулю $= a_t \Rightarrow \perp$ нити
«сразу после освобождения» система еще не успела прийти в движение и не деформирована



$\triangle AOB$ - р/б ~~равнобедренный~~ медиана совп. с высотой

OH - медиана $BH = AH = \frac{1,2L}{2} = 0,6L$

$\cos \beta = \frac{BH}{OB} = \frac{0,6L}{L} = 0,6$

$\alpha = 90 - \beta$ ($180 = 90 + \beta + \alpha$)

$\sin \alpha = \sin (90 - \beta) = \cos \beta = 0,6$

по формуле приведения

Стержень также не растянут

$\Rightarrow$ проекции на него ускорения равны (аналогично

проекции расцепленного a_1

ускорения m направлено таким

же образом (тоже под углом)

$\Rightarrow$ внедрение равенства проекций

с горизонт. нитями a_1 и a_2 также

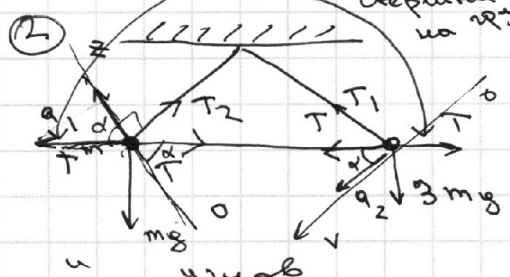
равны) Расставим силы на рисунке ниже

на 2 и 3 и Ньютона g . тело m на ось O :

$m a_1 = T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \cos (90 - \alpha)$

$\Rightarrow$ тело $3m$ на ось O :

$3m \cdot a_2 = 3mg \cdot \cos (90 - \alpha) - T \cos \alpha$



услов равнов

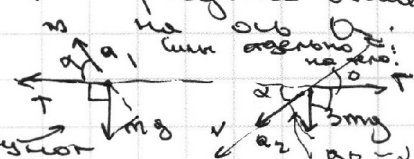
на 2 и 3 и Ньютона

$m a_1 = T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \cos (90 - \alpha)$

$\Rightarrow$ тело $3m$ на ось O :

$3m \cdot a_2 = 3mg \cdot \cos (90 - \alpha) - T \cos \alpha$

рисуют



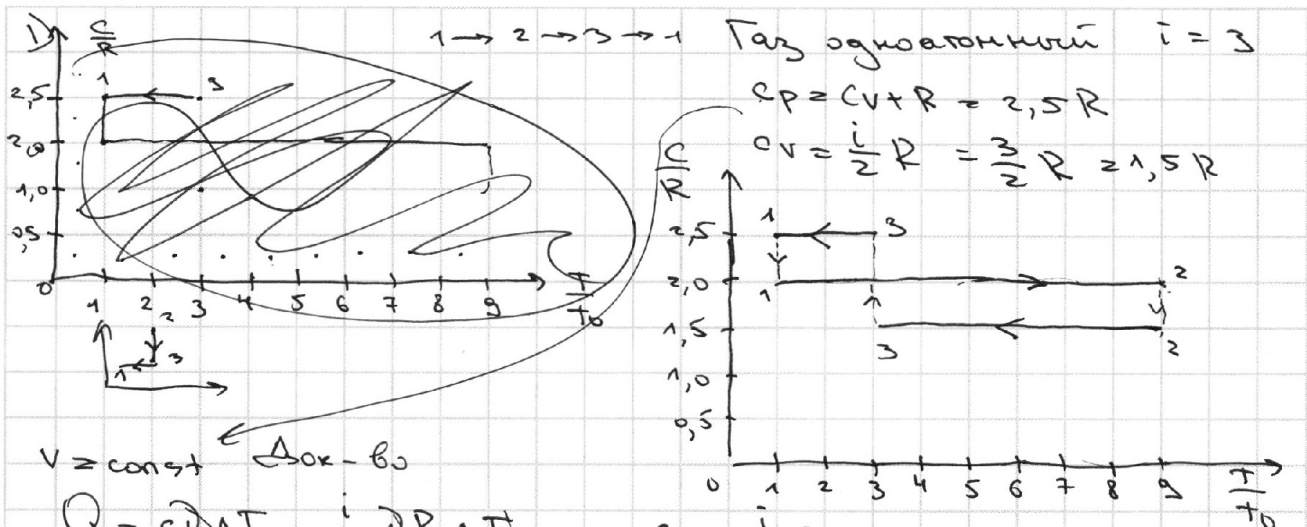


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$V = \text{const}$ $\Delta Q = -Q_0$

$$Q = c_v \Delta T = \frac{i}{2} R \Delta T \Rightarrow c_v = \frac{i}{2} R$$

$p = \text{const}$ $\Delta U = A = 0$

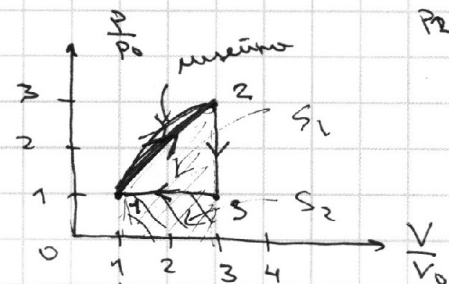
$$Q = c_p \cdot R \cdot \Delta T = \Delta U + A = \frac{i}{2} R \Delta T + p \Delta V = \frac{i}{2} R \Delta T + R \Delta T$$

$$c_p = \frac{i}{2} R + R \neq$$

$$pV_1 = \nu R T_1, \quad pV_2 = \nu R T_2 \Rightarrow p \Delta V = R \Delta T$$

Заметим что в процессе 1-3 $\frac{c}{R}$ равно 2,5 что соответствует теплоемкости в изобарическом процессе в процессе 3-2 $\frac{c}{R} = 1,5$ что соответствует теплоемкости в изохорическом процессе ($\Rightarrow$) 1-3 изобара

Пусть в точке 1 $p = p_0$ и $V = V_0$ 3-2 изохора
 тогда г. 1-3: $p_0 \cdot V_0 = \nu R T_0$ 1.1
 $p_0 \cdot V_3 = 3 \nu R T_0$ 1.3 $\Rightarrow \frac{V_3}{V_0} = 3$ { ур. Менг.-Клавир.
 г. 3-2: $3 p_0 V_0 = 3 \nu R T_0$ 2.1 $\frac{p_2}{p_0} = 3$
 $p_2 \cdot 3 V_0 = 3 \nu R T_0$ 1.2



Процесс 1-2 соответствует процессу с постоянной теплоемкостью $\Rightarrow$ полиетропному процессу который соответствует формуле $pV^n = \text{const}$ $n = \frac{c - c_v}{c - c_p}$ График которого выглядит следующим образом (рисунки)

$c = \text{const}$
 проверка с $\Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T + p \Delta V + V \Delta p$
 линейна в $p(V)$

2) Работу, совершаемую подвешенным газом построенным графикам в координатах S_1 - площадь под 1-2 S_2 - площадь под 1-3

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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$c dT = dU + dA = \frac{c}{2} dR dT + d(pV) = \frac{c}{2} dR dT + p dV + V dp =$$

$$= \frac{i}{2} p dV + \frac{i}{2} V dp + p dV + V dp = \frac{i+2}{2} p dV + \frac{i+2}{2} V dp$$



② Работа за 1-2: $Q = c \cdot \Delta T = 2R \cdot 8T_0 \cdot \frac{1}{2} = 16RT_0$

$$Q = \Delta U + A$$

$$A = Q - \Delta U = 16RT_0 - \frac{3}{2} dR \cdot 8T_0 =$$

$$= 16RT_0 - 12RT_0 = 4RT_0 = S_1$$

$$A_1 = S_1 - S_2 = \underbrace{4RT_0}_{p_0 V_0} - p_0 \cdot 2V_0 = \underbrace{2p_0 V_0}_{2RT_0} - \text{работа газа за цикл}$$

→ работа газа за цикл

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

$$= 13462,2 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ \times 8,31 \\ \hline 12960 \\ + 13462,2 \\ \hline 13462,20 \end{array}$$

③ 0,5 A₁ - работа по подъему груза за один цикл

Мгновенное перемещение $\Rightarrow$ груз не приобретает
изменяет свою скорость ($\Delta E_{\text{кинетическая}} = 0$)

По закону сохр. мех. энергии $\Delta E = A$

$$A \cdot N = M g H$$

$$\underbrace{0,5 A_1 \cdot N}_{\text{работа на подъем за 15 циклов}} = M g H \Rightarrow H = \frac{0,5 A_1 N}{M g} = \frac{0,5 \cdot 13462,2 \cdot 15}{250 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$$

$$= \frac{100966,5 \text{ Дж}}{2500 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 40,3 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 13462,2 \\ \times 15 \\ \hline 201933 \\ + 673110 \\ \hline 100966,50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1009665 \\ - 100000 \\ \hline 96650 \end{array} \quad \begin{array}{r} 25000 \\ \hline 4,03 \end{array}$$

Ответ: график предв. выше; $A_1 = 13462,2 \text{ Дж}$; $H = 40,3 \text{ м}$



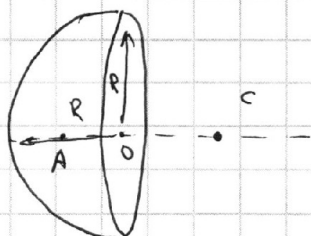
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

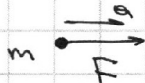
1 ИЗ 1

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



На частицу

действует:



$$ma = F$$

Кулоновская сила

$$F = \frac{kqQ}{r^2}$$

↑

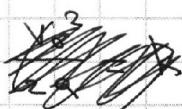
расстояние

между телом

и сферой

$$ma = \frac{kqQ}{r^2}$$

$$\Rightarrow a = \frac{kqQ}{mr^2}$$



Большее

расстояние $\Rightarrow$

F пренебреж.

но мало

установившееся

движение

$v = \text{const}$

$$E = \frac{kq}{r}$$

0



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

