



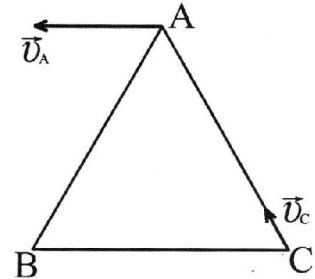
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

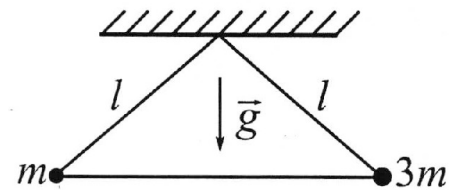
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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.



Handwritten calculations:

$$\frac{0,3g}{\omega} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,1}{\omega} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,1}{5 \cdot 0,1} = \frac{2 \cdot 10}{5} = 4$$
$$F = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{0,1 \cdot 4^2}{0,1} = 16$$
$$\frac{F}{\omega} = \frac{16}{4} = 4$$



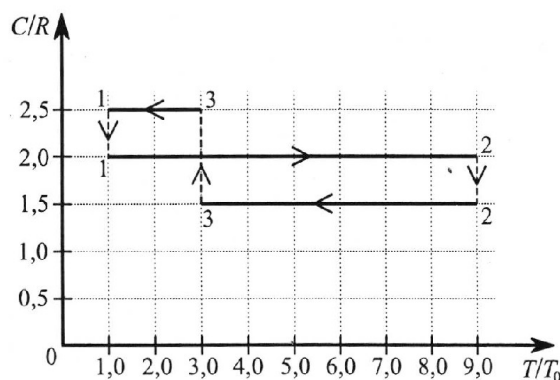
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.



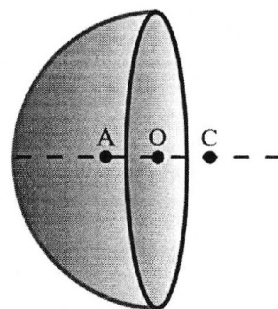
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.

Handwritten calculations and diagrams:

$$\frac{q}{m} = \frac{k \cdot q \cdot \frac{Q}{4\pi R^2}}{m} = \frac{k \cdot q \cdot Q}{4\pi m R^2}$$
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_2}$$
$$V_1 V_2 = V_0^2 = V_0$$
$$\frac{m}{c^2}$$

Diagram showing a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. Another diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A third diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fourth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A fifth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventh diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. An eighth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A tenth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A eleventh diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A twelfth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirteenth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A fourteenth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fifteenth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixteenth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A seventeenth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. An eighteenth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A nineteenth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A twentieth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A twenty-first diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A twenty-second diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A twenty-third diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A twenty-fourth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A twenty-fifth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A twenty-sixth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A twenty-seventh diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A twenty-eighth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A twenty-ninth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirtieth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirty-first diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A thirty-second diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirty-third diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirty-fourth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A thirty-fifth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirty-sixth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirty-seventh diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A thirty-eighth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A thirty-ninth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fortieth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A forty-first diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A forty-second diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A forty-third diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A forty-fourth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A forty-fifth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A forty-sixth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A forty-seventh diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A forty-eighth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A forty-ninth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A fiftieth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fifty-first diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fifty-second diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A fifty-third diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fifty-fourth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fifty-fifth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A fifty-sixth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fifty-seventh diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A fifty-eighth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A fifty-ninth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixtieth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixty-first diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A sixty-second diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixty-third diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixty-fourth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A sixty-fifth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixty-sixth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixty-seventh diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A sixty-eighth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A sixty-ninth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventieth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A seventy-first diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventy-second diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventy-third diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A seventy-fourth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventy-fifth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventy-sixth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A seventy-seventh diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventy-eighth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A seventy-ninth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. An eightieth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. An eighty-first diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. An eighty-second diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. An eighty-third diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. An eighty-fourth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. An eighty-fifth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. An eighty-sixth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. An eighty-seventh diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. An eighty-eighth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. An eighty-ninth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninetieth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninety-first diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A ninety-second diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninety-third diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninety-fourth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A ninety-fifth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninety-sixth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninety-seventh diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O. A ninety-eighth diagram shows a particle moving from point O to point C, with a velocity vector V_C at point C. A ninety-ninth diagram shows a particle moving from point A to point C, with a velocity vector V_C at point C. A hundredth diagram shows a particle moving from point A to point O, with a velocity vector V_0 at point O.



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!

N1

1) Так как машина невращающаяся (жесткая),
используем мгновенную ось вращения.
Проведем $\perp$ -н к $\vec{v}_A$ и $\vec{v}_C$. Пусть
точка их пересечения - O.

$$\angle OAC = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ \text{ так как } AO - \text{высота.}$$

$$\text{tg } \angle OAC = \frac{OC}{AO} \Rightarrow OC = AO \cdot \text{tg } \angle OAC = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{a\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{По } OA \perp AC = H. \quad OH = \sqrt{\frac{a^2 \cdot 3}{9} - \frac{a^2}{4}} = \sqrt{\frac{12a^2}{36} - \frac{9a^2}{36}} = \frac{a\sqrt{3}}{6}$$

$$AO = \frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a\sqrt{3}}{6} = \frac{4a\sqrt{3}}{6} = \frac{2a\sqrt{3}}{3}$$

AO - радиус кривизны точки A. тогда

OC - радиус кривизны точки C.

ω - угловая скорость системы

$$v_A = \omega R_{OA}$$

$$\omega = \frac{v_A}{R_{OA}} = \frac{v_A}{\frac{2a\sqrt{3}}{3}}$$

$$v_C = \omega R_{CO} =$$

$$= \frac{v_A}{\frac{2a\sqrt{3}}{3}} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{3} = \frac{v_A}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

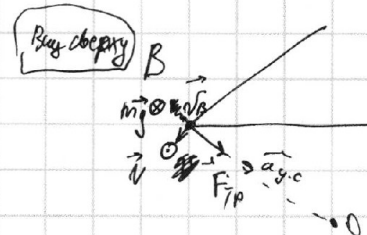
2) По закону сохранения импульса, скорости
точек не изменятся $\Rightarrow$ не изменится и
положение мгновенной оси вращения $\Rightarrow$ можем рассматривать ϕ -не вокруг
точки O. Тогда ϕ - угол поворота $\phi = 2\pi \cdot 3 = 6\pi$.

О-мгн. ось вращения
системы в любой момент
с ч.м.

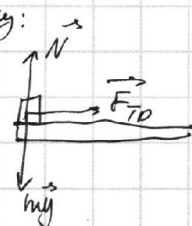
$$T = \frac{\phi}{\omega} = \frac{6\pi}{\frac{v_A}{\frac{2a\sqrt{3}}{3}}} = \frac{6\pi \cdot \frac{2a\sqrt{3}}{3}}{v_A} = \frac{4a\sqrt{3}\pi}{v_A} = \frac{4 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3}\pi}{0,4} = 2\pi\sqrt{3} \text{ с}$$

3) ~~На какую силу действует: сила упругости~~

На нить действует: сила нормальной реакции опоры
или тяжести
сила пружины ~~и сила упругости~~



Вид сверху:



Так как машина движется

вокруг точки O, из соображений сим-
метрии $v_C = v_B$ и $R_{BO} = R_{OC}$

$$a_{y.c} = \frac{v_B^2}{R_{OB}} \text{ где } a_{y.c} - \text{ускорение точки B (и нити)}$$

$$\text{На ось OB: } F_{pr} = m a_{y.c} = m \frac{v_B^2}{R_{OB}} = m \frac{v_C^2}{R_{OC}} = m \frac{v_C^2 \cdot 3}{a\sqrt{3}}$$



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!

Так как по ~~по~~ оси, перпендикулярной ω -м нет движения плеча, то

$$mg + \vec{N} = \vec{0}$$

$$mg = N. \quad \sim R$$

$$100 \text{ мк} = 0,1 \text{ м} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 10^{-4} \text{ м}$$

$$\vec{R} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{TP}} = \vec{0} + \vec{F}_{\text{TP}} = m\vec{a}_{\text{з.с}}$$

$$R = m a_{\text{з.с}} = m \cdot \frac{v_c^2 \cdot 3}{a\sqrt{3}} = 10^{-4} \cdot \frac{0,2^2 \cdot 3}{0,1\sqrt{3}} = 10^{-4}\sqrt{3} \cdot 0,2 = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

Ответ: 1) $0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $2\pi\sqrt{3} \text{ с}$

3) $2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$



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 ☐

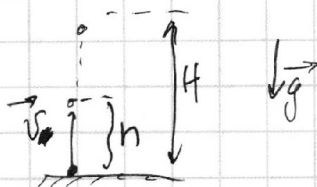
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

N2

$\vec{v}_0$ — начальная скорость
после сгорания топлива;

Начало от 1-й поверхности.



$$\begin{array}{r} 11,2 \\ \times 1,2 \\ \hline 224 \\ 112 \\ \hline 13,4 \\ \times 1,2 \\ \hline 160,8 \\ 134 \\ \hline 16,48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,64 \\ \times 5 \\ \hline 3,2 \\ 0,64 \\ \hline 3,24 \end{array}$$

1) $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, где v_0 — проекция $\vec{v}_0$ по модулю.

$$v_0 t = h + \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{t}; \text{ на максимальной высоте } v' = 0 \Rightarrow \text{Пусть } T - \text{время полета.}$$

2) $0 = v_0 - gT$

$$T = \frac{v_0}{g} \Rightarrow H = v_0 T - \frac{gT^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$= \frac{(h + \frac{gt^2}{2})^2}{2g \cdot t^2} = \frac{(8 + \frac{10 \cdot 0,8^2}{2})^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,8^2} = \frac{(8 + 5 \cdot 0,64)^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,64} = \frac{11,2^2}{12,8} = 9,8 \text{ м}$$

Составим треугольник скорости.

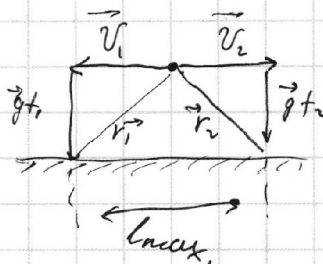
Пусть α — угол между вектором $\vec{v}_0$ с горизонтом.
Так как осколки одинаковой массы, а скорость в верхней точке $v' = 0$, то

$$\vec{0} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$$

$$\text{Тогда } \begin{cases} \vec{v}_1 = -\vec{v}_2 \\ v_1 = v_2 = v_0 \end{cases}$$

Из правил векторов, что $v_{\max}$ при $\alpha = 0^\circ$.

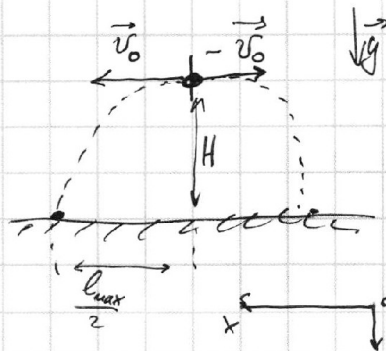
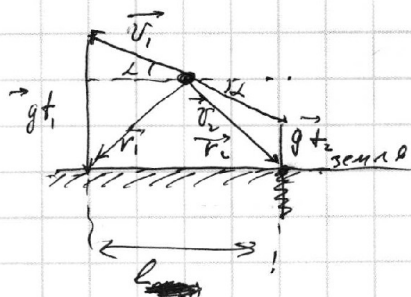
Тогда получим:



Пусть t — время падения
оскоков.

$$\text{От } H = \frac{gt^2}{2} + v_{0y} t = \frac{gt^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2H}{g}$$





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
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!

$$\text{Ох: } \frac{l_{\max}}{2} = v_{0x} t = v_0 t$$

$$l_{\max} = 2v_0 t = 2v_0 \sqrt{\frac{24}{g}} = 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8}{10}} = 40 \cdot \sqrt{4 \cdot 7 \cdot 0,7} =$$

$$= 40 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,1} =$$
$$= 560 \sqrt{0,1} =$$
$$= \frac{560}{\sqrt{10}} = 56\sqrt{10}$$

Ответ: 1) 9,8 м
2) $56\sqrt{10}$ м

$$\begin{array}{r} 9,8 \overline{) 19,6} \\ \underline{9,8} \\ 9,8 \\ \underline{9,8} \\ 0 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 19,614 \overline{) 36} \\ \underline{16} \\ 19,614 \\ \underline{16} \\ 3,614 \\ \underline{3,6} \\ 0,14 \\ \underline{0,14} \\ 0 \end{array}$$



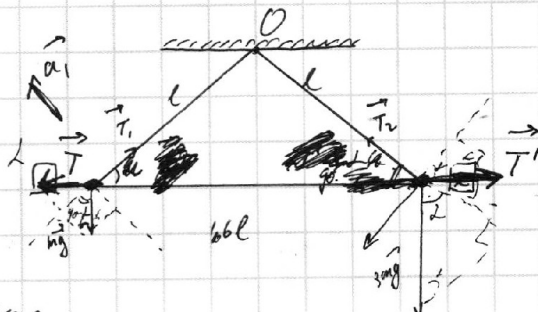
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

Левый №3
Пусть T_1 - сила натяжения нити
 T_2 - сила натяжения правой нити
 $\vec{T} = -\vec{T}' \Rightarrow T = T'$ (по третьему закону Ньютона)



Так как все точки движутся, а нити нерастяжимы, то m и $3m$ движутся по окружностям радиусом l , где центр окружности - O (см. рис.)

$\vec{a}_m = \vec{a}_{\text{центр}} = \vec{a}_{\text{центр } m}$ - ускорение центра m .

$$a_{y.c.1} = \omega_1 R_1 = \omega l$$

$$a_{y.c.2} = \omega_2 R_2 = \omega l \Rightarrow a_{y.c.1} = a_{y.c.2} \quad (1)$$

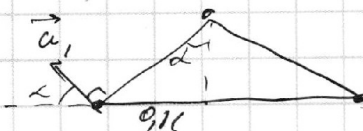
По второму закону Ньютона на ось радиусов (по направлению O)

$$mg \cos \alpha + T \cos \alpha - T_1 = (3mg \sin \alpha + T' \cos \alpha - T_2) \cdot 3$$

$$2T \cos \alpha = 3mg \sin \alpha + T_2 - T_1$$

1) Угловые скорости равны по окружности $\Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{a}_1 \perp OA$ (по вектору, это $3m$ переводит m)



$$\sin \alpha = \frac{0,4l}{l} = 0,4 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,16} = 0,6$$

$$2) \quad m\vec{a}_1 = \vec{T}_1 + \vec{T}' + m\vec{g}$$

$$3) \quad m\vec{a}_2 = \vec{T}_2 + \vec{T}' + 3m\vec{g}$$

$$\Rightarrow 2m\vec{a}_1 \perp \vec{T}_2 - \vec{T}' + m\vec{g} \perp \vec{a}_2 \perp OA$$

$$2ma_1 = 0 + T \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$3ma_2 = 0 + 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

$$\Rightarrow 2ma_1 = 4mg \sin \alpha - 2T \cos \alpha$$

$$2T \cos \alpha = 4mg \sin \alpha - 2ma_1$$

$$4ma_1 = 2mg \sin \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha = 10 \cdot 0,4 = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$3) \quad 2T \cos \alpha = 4mg \sin \alpha - 2ma_1$$

$$T = \frac{m(2g \sin \alpha - a_1)}{\cos \alpha}$$

$$= \frac{0,1 \cdot (2 \cdot 10 \cdot 0,4 - 4)}{0,6} = \frac{0,4}{0,6} = \frac{2}{3} H$$

Ответ: 1) 0,4
2) $4 \frac{m}{c^2}$ 3) $\frac{2}{3} H$



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
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!

№4

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}; C_m = \frac{C}{\nu}$$

$\Delta Q = C_m \Delta T$ — площадь под
графиком

$$\Delta u = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = ?$$

$$\Delta u_{12} = \frac{3}{2} \nu R (9T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T_0$$

$$\Delta u_{23} = \frac{3}{2} \nu R (3T_0 - 9T_0) = -\frac{3}{2} \nu R \cdot 6T_0$$

$$\Delta u_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - 3T_0) = -\frac{3}{2} \nu R \cdot 2T_0$$

$$\Delta u_{\text{sum}} = \Delta u_{12} + \Delta u_{23} + \Delta u_{31} = \frac{3}{2} \nu R (9T_0 - T_0 + 3T_0 - 9T_0 + T_0 - 3T_0) = 0.$$

$$Q_{12} = C \cdot \Delta T = 2R \cdot 8T_0 = 16RT_0$$

$$C_{m12} = 2R$$

$$C_{m23} = 1,5R$$

$$C_{m31} = 3,5R$$

Но I закон термодинамики

$$\Delta Q = \Delta u_{\text{sum}} + A_{\text{sum}}$$

$$16RT_0 = A_{12} + 12RT_0 \Rightarrow A_{12} = 4RT_0$$

$$1,5R \cdot 6T_0 = A_{23} + 9RT_0$$

$$A_{23} = 0 \Rightarrow \text{изохорный процесс.}$$

$$-2,5R \cdot 2T_0 = A_{31} + 3RT_0$$

$$A_{31} = -4RT_0$$

Получим, что $A_{12} = 4RT_0$, $A_{23} = 0$, $A_{31} = -4RT_0$

Запишем работу газа за цикл: $A_{\text{sum}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0$, что и требовалось доказать.

$$A_{\text{sum}} = 0 = A_{\text{sum}} \cdot \eta, \text{ где } \eta = \frac{1}{2}$$

$$\text{За 10 циклов: } 10 \cdot 4RT_0 = 40RT_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{sum}}}{Q_{12}} = \frac{40RT_0}{160RT_0} = \frac{1}{4} = 0,25$$



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!

Т.е. [2-3] - изохорный процесс, то по 3-й теории $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = 3$

$(P_2 = 3P_3)$

Очевидно, что при наименьшем изохорном, газа, сжатии из 3х участков, будет расширяться на участке [1-2] и сжиматься на участке [3-1]



$$\begin{array}{r} \times 3P \\ 17400 \\ \hline \end{array}$$

$$Q_1 = Q_{12} = 60RT_0 = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = \boxed{94734 \text{ Дж}}$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 17400 \\ \hline 5324 \\ \times 831 \\ \hline 947340 \end{array}$$

3) $P_0 V_0 \sim Q_1 (Q_1 = 2R \cdot T_0)$

$P_0 V_0 \sim Q_2 = 2R T_0 \cdot g$

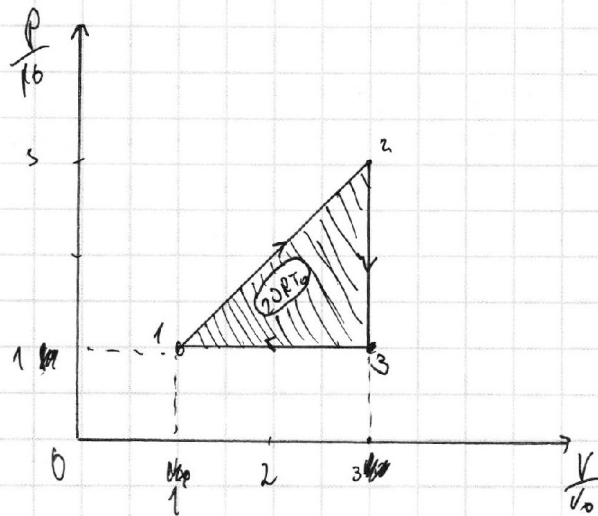
$P_0 V_0$

$\Rightarrow$ график процесса $1/3 (0;0)$.

Докажем, что $A_{1231} = \frac{A_{1231}}{2}$

$$2V_0 P_0 = \frac{2V_0 \cdot 2P_0}{2}$$

$0 = 0$ (б) $\Rightarrow$ рисунок верной и график.





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!

15.

О - центр полусферы

На ∞ большой плоскости

$E_n = 0 \Rightarrow$ из ЗЭЭ:

$$W_{\text{пА}} = \frac{mV^2}{2}, \text{ где } V - \text{линейная скорость}$$

$W_{\text{пА}}$ - потенциальная энергия в точке А.

$W_{\text{пО}}$ - пот. энергия в точке О.

E_0 - напряженность пол в точке О.

$$E_0 = \frac{\sigma}{4\epsilon_0}$$

где σ - поверхностная плотность заряда.

$$dW_{\text{пО}}, dW_{\text{пА}} = \frac{k \cdot dq \cdot q}{r}$$

$$W_{\text{пО}} = \frac{kQq}{R}$$

$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2}$$

$$W_{\text{пО}} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \leftarrow \text{ЗЭЭ}$$

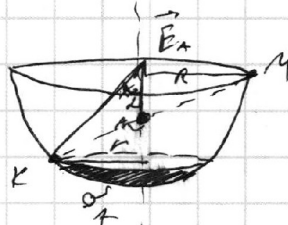
$$mV^2 = 2W_{\text{пО}} + mV_0^2$$

$$V^2 = \frac{2W_{\text{пО}}}{m} + V_0^2 =$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot Q \cdot q}{Rm} + V_0^2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2kQq}{Rm} + V_0^2}$$

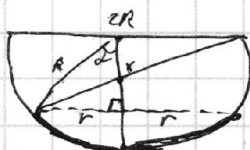
- скорость из бесконечно большой плоскости



Видно, что поле, создаваемое верхней дном, проходит через точку А. Тогда на заряд q в точке А

действует только часть сферы, ограниченная точкой К (см. рис.)

Пусть расстояние $OA = OC = x$. Тогда: $E_A = \frac{\sigma_A}{4\epsilon_0}$, σ_A - заряд на воображаемой полусфере.





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
☐

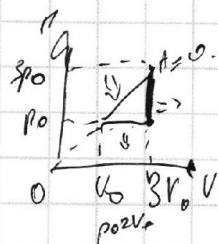
5
☐

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!



$p_0 V_0 = \frac{1}{2} p_0 V_0$

$p_0 V_0 = \frac{1}{2} p_0 V_0$

$\frac{p_0 V_0}{2} = \frac{1}{2} p_0 V_0$



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!

