



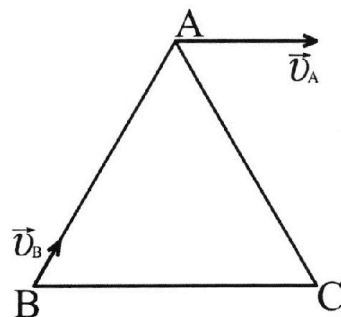
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ 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.

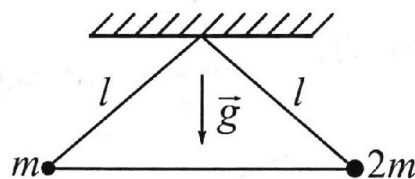
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ 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 $V_0 = 20$ 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 $m = 90$ г и $2m$ 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 $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

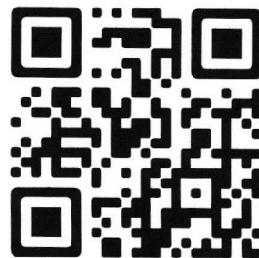
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



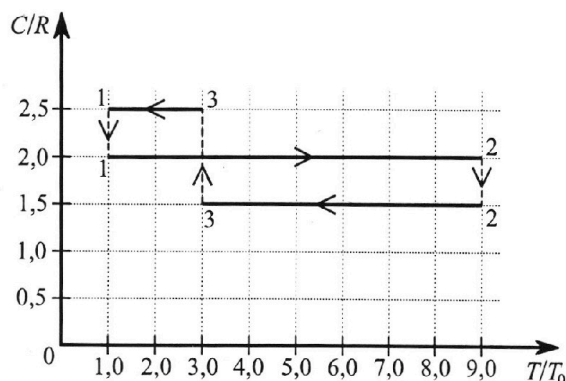
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

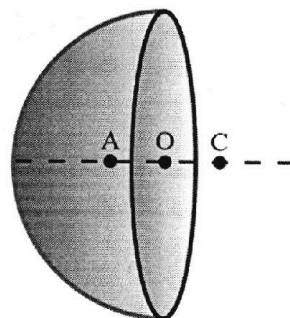


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400 \text{ кг}$ за $N = 20$ 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 . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы 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.



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!

$$\omega = \frac{v_A - v_0}{b} = \frac{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{0,4 \text{ м}}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Тогда один оборот будет совершен за

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}.$$

Т.к. масса мушкетера $m = 120 \text{ кг} \ll M$,
 то во вращении пластины участие
 мушкетера не принимает, и M пластина
 продолжает двигаться равномерно. Тогда
 найдем ~~радиус~~ суммарное ускорение мушкетера,
 т.е. радиус r по направлению к O . Это

$$\text{равно } a_n = \omega^2 b = 3 \cdot \frac{0,4}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,4 \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

А сила N в горизонтальной плоскости

$$F_c = m a_n = 30 \sqrt{3} \frac{\text{Н}}{\text{с}^2}, \quad N = mg =$$

$$F_c = m a_n = 120 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 0,4 \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$30 \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}. \quad \text{А } N = mg = 1200 \cdot 10^{-6} \text{ Н}, \text{ то}$$

$$R = \sqrt{F_c^2 + N^2} = 10^{-6} \text{ Н} \sqrt{3 \cdot 900 + 1200^2} =$$

$$\sqrt{27 \cdot 100 + 12 \cdot 100 \cdot 1200} \cdot \text{мк} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \sqrt{27 + 14400} =$$

$$\sqrt{14427} \cdot 10^{-6} \text{ Н}.$$

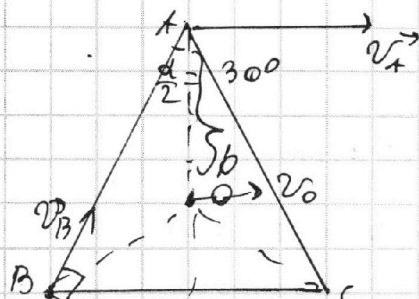


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$$90 - \frac{\alpha}{2} = 60^\circ = \alpha$$

Δ - равнобедренный центр тяжести.

Расстояние от центра тяжести

O до каждой из вершин равно b, а т.к.

треугольник равнобедренный, то $a = 2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot b$,

т.е. $b = \frac{a}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,4 \text{ м}}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} \text{ м}$. Тогда при

скорости вращения относительно центра

центра тяжести Ω , расстояние до B

равно $AB \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{0,4 \text{ м}}{\sqrt{3}}$, $\Omega = \frac{v_B}{BO} =$

$$\frac{0,4 \text{ м} \cdot 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{0,4 \text{ м}}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \frac{\text{рад}}{\text{с}} \cdot \text{т.е.}$$

скорость $v_O = \Omega \cdot MO =$

$$\Omega \left(\frac{AB}{\cos \alpha} - b \right) = \sqrt{3} \left(\frac{0,4}{\sqrt{3}} - \frac{0,4}{\sqrt{3}} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{0,4}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \text{ а тогда скорость}$$



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.

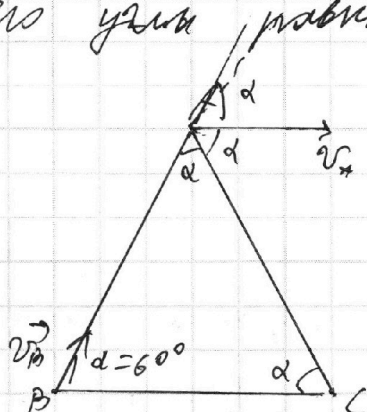
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

Т.к. пластина не растягивалась, то тогда проекции v_B и v_A на сторону AB равны.

Т.к. треугольник равносторонний, то все его углы равны 60° , то:



$$\text{то } v_B = v_A \cdot \cos \alpha, \text{ где}$$

$$v_A = \frac{v_B}{\cos \alpha} = \frac{0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\cos 60^\circ} = \frac{0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{1}{2}} = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Теперь найдем скорость v_0 и пластины.

Т.к. поверхность гладкая, то сил трения нет, а значит пластина начнет вра-

щать с постоянной угловой скоростью

ω относительно v_0 и. Т.к. сил трения

нет, то скорость v_0 и пластины. То каждый

ее через мгновенный центр скорости.



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!

$$h = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}, \text{ т.к. } t_2 > 0, t_0$$

$$\text{расстояние } L = v_0 \cos \alpha t_1 + v_0 \cos \alpha t_2 =$$

$$v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = \frac{2v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} =$$

$$\frac{2v_0}{g} \cos \alpha \sqrt{v_0^2 + 2gH - v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\cos^2 \alpha (v_0^2 + 2gH) - v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Поиск корней параболы ветвями вниз, чей максимум будет в вершине, то

$$\cos^2 \alpha = \frac{v_0^2 + 2gH}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2v_0^2} + \frac{gH}{v_0^2} =$$

$$\frac{1}{2} + \frac{\frac{v^2}{2} + gH}{v_0^2} = \frac{1}{2} + \frac{18 + 142}{400} = \frac{1}{2} + \frac{160}{400} =$$

$$\frac{200 - 124}{400} = \frac{76}{400}$$

$$\frac{360}{400} = 0,9$$

$$\text{То } L_{\max} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{0,9 \cdot 400 + 2 \cdot (\frac{v_0^2}{2} + gH) - 0,9 \cdot 400} =$$

$$4 \sqrt{0,9 \cdot 400 + 0,9(v_0^2 + 2gH)} = 4 \sqrt{36 + 0,9 \cdot 160}$$

$$4 \cdot \sqrt{0,9 \cdot 400 + 2 \cdot 0,9 \cdot 160} = 4 \sqrt{36 + 320 \cdot 0,9} =$$

$$4 \sqrt{36 + 320 - 32} = 4 \sqrt{356 - 32} =$$

$$4 \sqrt{324} = 4 \cdot \sqrt{324} = 72 \text{ м}$$



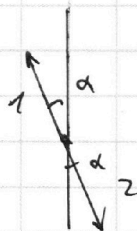
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

После разрыва и до разлета выполняются ЗСН, тогда (скорость через разрывов была 0, а массы шариков одинаковы, скорости шариков одинаковы по модулю и противоположны по направлению. Пусть скорости шариков направлены под углом α к вертикали, тогда:



Для движения шарика 1 найдем время падения на землю:

$$v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = -H, \text{ то}$$

$$\frac{g t_1^2}{2} - v_0 \sin \alpha \cdot t_1 + H = 0$$

$$\Delta = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}, \text{ т.к. } t_1 > 0.$$

Для t_2 :

$$-v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = -H$$

$$\frac{g t_2^2}{2} + v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - H = 0$$



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!

Введем ось OY направленную вверх по направлению течения фрейзера:



Тогда при полёте фрейзера (в первом пункте он цельный), считая сопротивление воздуха нет, то до разрыва (а он будет в точке максимального подъёма, где $v_y = 0$)

выполняется ЗЦЗ, а законит при массе фрейзера m :

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = mgh \quad (\text{т.к. } v_y = 0), \text{ то}$$

$$H = \frac{\frac{v^2}{2} + gh}{g} = \frac{\frac{36}{2} + 142}{10} \text{ м} = \frac{\sqrt{\frac{160}{10}}}{10} \text{ м} = \frac{4}{\sqrt{10}} \text{ м}$$



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

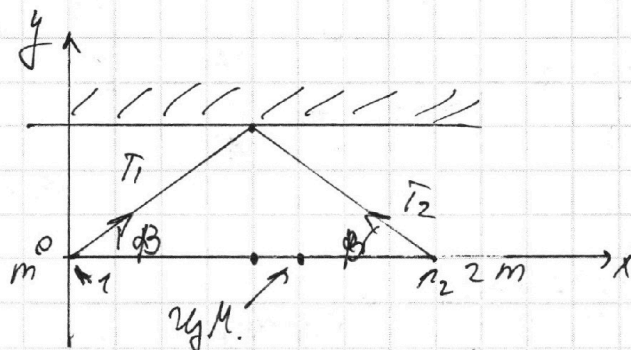
1 ИЗ 5

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!

Найдем местоположение ЦМ шарика. Оно таково, что при измерении расстояния от центра шарика $x_4 = \frac{2m \cdot 1,6e}{3e} = \frac{2}{3} \cdot 1,6e =$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{8}{5} e = \frac{16}{15} e. \text{ Ускорение ЦМ должно быть}$$

направлено вниз, т.к. действующие силы и их моменты должны быть скомпенсированы, для этого рассмотрим рисунок:



$$\cos \phi = \frac{\frac{1,6e}{2}}{\sqrt{e^2 - \left(\frac{1,6e}{2}\right)^2}} = 0,8, \text{ то}$$

$$\sin \phi = \sqrt{1 - \cos^2 \phi} = 0,6. \text{ Тогда}$$

переводя в СД ЦМ найдем, что шарик вращается вокруг ЦМ, тогда тангенциальная скорость, ускорение точек 1 и 2 складывается из криволинейного ускорения $a_n =$



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 5

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!

$u^2 \cdot l_1$ или $u^2 l_2$, l_1 , l_2 - расстояние от
ЦМ до точек 1 или 2. Ко изначальной
и мы рассматриваем первый момент)

$N=0$, то $a_n=0$ - ускорение по ОХ

вертика будет равно нулю. Для тангенциаль-

ной составляющей вводим условное ускорение

ε , то $\varepsilon l_2 + a_{цм\ y} = a_{цм\ x}$ $\varepsilon l_2 + a_{цм\ y} = a_{2y}$,

сложим, то вращение по часовой, и

счит-ко $a_{2y} = a_{цм\ y} - \varepsilon l_1$. Тогда 2 3-к Ньютона

по ОУ: $3m a_{цм\ y} = 3mg - \sin \phi (T_1 + T_2)$ - для
вертика.

Для 1-к вертени действующей силы

горизонтальной, то для 1 и 2 шарика:

$$2m a_{2y} = 2mg - \sin \phi T_2$$

$$m a_{1y} = mg - \sin \phi T_1, \text{ то}$$

$$a_{цм\ y} = g - \frac{0,6}{3} (T_1 + T_2) = g - 0,2 (T_1 + T_2)$$

$$a_{2y} = g - \frac{0,6}{2} T_2 = g - 0,3 T_2.$$

$$a_{1y} = g - 0,6 T_1$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 5

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!

По $\sin \alpha = 1$, $\alpha = 90^\circ$. Тогда сила $T_1 = T_2$, то $a_1 = 0$,

~~$$3mg - 2 \cdot 0,6 \cdot T_1 = 3ma_{\text{цм}}, \text{ то}$$~~

~~$$a_{\text{цм}} = 3g - 1,2 T_1$$~~

Т.к. ускорение a_2 равно a_2 , то

~~$$2ma_2 = 2mg - 0,6 T_1, \text{ т.е.}$$~~

~~$$a_2 = g - 0,3 T_1 \text{ Тогда}$$~~

~~a_2 заменим относительно~~

цм уравнение вращательного движения:

~~$$(2mg - 0,6 T_1) \cdot \frac{16}{30} l - (mg - 0,6 T_1) \cdot \frac{16}{15} l =$$~~

~~$$B \left(2m \cdot \frac{16^2}{900} l^2 + m \cdot \frac{16^2}{15^2} l^2 \right), \text{ т.е.}$$~~

~~$$B = \frac{\left(\frac{32}{30} - \frac{16}{15} \right) mg l + 0,6 \cdot T_1 \cdot \frac{16}{30} l}{l^2 m \frac{2 \cdot 256 + 256 \cdot 4}{900}} =$$~~

~~$$\frac{0,6 \cdot 16}{30 \cdot 8 \cdot 16^2} \cdot \frac{T_1}{ml} = \frac{0,6 \cdot 900}{30 \cdot 8} T_1 =$$~~

Т.к. напряжение нити не меняется

мгновенно, то $2 \cdot T_1 \cdot \sin \beta = 3mg$, то

$$T_1 = \frac{3mg}{2 \sin \beta} = \frac{3}{1,2} mg = \frac{10,3}{12} mg =$$

$$\frac{30}{12} mg = 2,5 mg. \text{ Тогда ускорение}$$



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 5

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!

В относительное ускорение по вертикали T_2 ,
для $\alpha = 20^\circ$:

$$a_{2T_1} = \beta \cdot \frac{16}{30} l = 0,2 T_1 - 0,1 T_1$$

А для $\alpha = 20^\circ$:

$$\beta \cdot \frac{16}{15} l = (g - 0,2 T_1 - 0,2 T_2) - (g - 0,4 T_1) =$$

$$0,4 T_1 - 0,2 T_2$$

выражения отменяются в 2 раза и не

несут знака либо пальца. Для оси Ox

то $a_{2y} = a_x = a_{1x} = a_{2x}$, то пусть $T_1 > T_2$, то

$$T_1 \cos \alpha - T = m a_x, \text{ т.к. стержень легкий,}$$

то $a_x = \text{const}$ по стержню, то и $T =$

$$\text{const, то } T_1 \cos \alpha \text{ раз, без знака}$$

то для малых разности сил $T \Delta T = a_x \Delta m$, то

$$\Delta m \rightarrow 0, \text{ то } \Delta T \rightarrow 0, \text{ то } T = \text{const, то}$$

ускорение a_{2y} направлено вниз, то
без деления на по вертикали интенсивности

то ускорение a_{2y} направлено вниз, то

ускорение a_{2y} также направлено вниз



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
5 ИЗ 5

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 шарика по 0,4 кг каждый, т.е. $2mg =$
 $-T_1 \cdot \sin \beta + 2mg \neq 2mg - 2,5 \cdot 0,6 \text{ м} \cdot g = 2mg.$

то $a_2 = a_{2y} = \frac{mg}{2m} = \frac{g}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

А сила T соответствует ровно

$$T = 2,5mg \cdot 0,8 = 2mg = 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,0904 =$$

$$(20 \cdot 0,0904 \text{ Н} = 0,18 \text{ Н}.$$

ответ: $\sin \alpha = 1$; $a_2 = \frac{g}{2}$; $T = 0,18 \text{ Н}.$



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
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!

Поскольку мы знаем, что на полезную работу идет вся половина работы, т.е. $\eta_0 = 0,5$ значит, что полезная работа машины $\eta_0 \cdot N \cdot A$, так как груз поднимается медленно, то в процессе его перемещения энергия равна 0, т.е. вся полезная работа идет на увеличение энергии

потенциальной, т.е. $M g H = \eta_0 \cdot N \cdot A$, т.е.

$$H = \frac{\eta_0 \cdot N \cdot A}{M g} = \frac{0,5 \cdot 20 \cdot 24930 \text{ Дж}}{4000 \frac{\text{кг}}{\text{с}}}$$

$$\frac{10 \cdot 24930 \text{ Дж}}{4000 \frac{\text{кг}}{\text{с}}} = \frac{24930}{400} \text{ м} = \frac{2493}{40} \text{ м} =$$

$$\frac{2400 + 93}{40} \text{ м} = (60 + \frac{93}{40}) \text{ м} = (60 + 2 + \frac{13}{40}) \text{ м} = 62,325 \text{ м}$$



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 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!

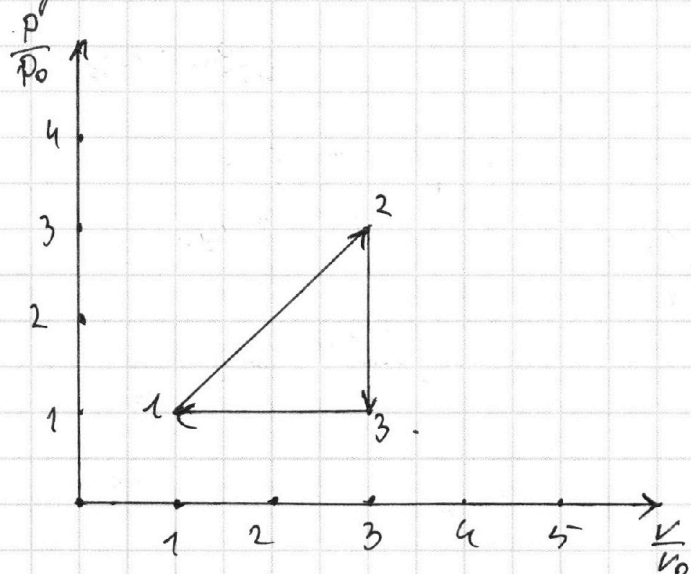
Решаю в задаче 2 где $T = 3T_0$:

$$\left\{ \begin{array}{l} 8 p_1 T_0 = p_2 \cdot 3 V_0 \\ p_1 T_0 = p_0 V_0 \end{array} \right.$$

, где $p_2 = 3 p_0$. Тогда,

с учетом выхода из начала координат

участки 1-2:



Т.к. для процесса во в цилиндре температура газа равна начальной, т.е. $T_0 = T_1$,

то адиабатическая работа газа равна работе, т.е. $A_{ад} = A_{из}$,

и отсюда работа равна работе, т.е. $A_{из} = A_{ад}$ по первому началу:

$$A_1 = \nu (8 p_0 \cdot 2 R - (8 p_0 - 3 p_0) \cdot \frac{3}{2} R - \frac{5}{2} R \cdot (3 T_0 - T_0))$$

$$\nu (16 R T_0 - 9 R T_0 - 5 R T_0) = 2 \nu R T_0 = (2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300)$$

$$= (10 \cdot 8,31 \cdot 300) \text{ Дж} = (83,1 \cdot 300) \text{ Дж} = (83,1 \cdot 300) \text{ Дж} = 24930 \text{ Дж} = 24,93 \text{ кДж}.$$



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!

Для идеального одноатомного газа число степеней свободы соответствует 3, а значит внут-

ренняя энергия такого газа равна $U = \frac{3}{2} \nu k T$.

Тогда ^{моларная} теплоемкость для изохорного процесса равна $\frac{3}{2} R$, для изобарного $\frac{5}{2} R$, что соответ-

ствует участкам 2-3 и 3-1 соответственно.

Найдём же теперь, какому процессу соответствует участок 1-2. Для этого воспользуемся

уравнением, связывающим показатель политропы (т.е. процесса с постоянной теплоемкостью)

со степенью n в уравнении политропы, где $pV^n = \text{const}$. То $n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} =$

$$\frac{-\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R} = -1, \text{ то есть } \frac{p}{V} = \text{const}, \text{ т.е.}$$

$p = V \cdot \text{const}$, тогда уравнение будет

линейная прямая, выходящая из начала координат в системе $p-V$. Тогда

$p_0 V_0 = \nu R T_0$. Для изобары в точке 3 температура $3T_0$, то $T-K$ $p = p_0 = \text{const}$, то в точке 3 $V = 3V_0$. Для точек 2 и 3 соответственно для $V = 3V_0 = \text{const}$



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!

известно, φ_0 $\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ потенциал $\varphi_{1c} = \varphi_{sp} - \varphi_{1c} =$

$\varphi_{sp} - \varphi_{1c} = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{k}{q}$ Тогда в случае одной

нагрузки (левая) и точки с потерями

энергия будет равна $W_{1c} = q \varphi_{1c} =$

$\frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R} - k$, т.е. энергия в точке с будет равна

то $\frac{mv_c^2}{2} + W_{1c} = k$, т.е. $mv_c^2 = 2(k - W_{1c}) =$

$2 \left(2k - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \right) = 4 \left(k - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \right)$

$v_c = \sqrt{4 \frac{4\pi\epsilon_0 R k - Qq}{4\pi\epsilon_0 R}} = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 R k - Qq}{\pi\epsilon_0 R}} =$

$\sqrt{2} v_0$



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
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!

На баллоне по сравнению с R расстоянием
энергией кулоновского взаимодействия части-
цы можно пренебречь, а значит будет
существовать только кинетическая энергия K .

В случае же наоборот, в поле Q энергии
~~взаимодействия~~ будет складываться из куло-
новской энергии взаимодействия и кинетической
энергии, то по 3(7): $K = \frac{m v_0^2}{2} + W_k$.

Но $W_k = q \varphi_0$ где φ_0 - потенциал точки Q ,
потенциал баллончика пример равенности
 Q , который можно представить как $\varphi_0 = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 R^2}$

разбив баллончик на маленькие кусочки,

или же (1-к заряд однородно распределен)

как $\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$, то $K = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$

$$2 \cdot \left(K - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \right) = m v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 (K - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R})}{m}} = \sqrt{\frac{4K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}}{2\pi\epsilon_0 R m}}$$

В точке A энергия взаимодействия
палочки с палочкой равна K . Теперь
мысленно заменим палочку точкой



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!

не проводимой сферы, с радиусом R по модулю однородно распределенным зарядом. Так как ~~на поверхности~~ ~~имеет~~ ~~а~~ ~~тогда~~ внутри такой сферы поле $E=0$, а потенциал φ_0 постоянен в любой точке этой сферы и равен потенциалу на поверхности сферы. По теореме Гаусса поле такой сферы за её пределами равно $\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$,

т.е. совпадает с полем точечного заряда. Тогда представим ^{поверхностный} ~~энергетический~~ ~~взаимодействие~~ в точке, ~~то~~ внутри сферы как потенциал φ_1 , создаваемый левой половиной сферы и φ_2 , создаваемый правой половиной сферы. А так как A и C симметричны относительно центра, то $\varphi_1 A + \varphi_2 A = \varphi_1 C + \varphi_2 C$, при этом в силу симметрии $\varphi_1 C = \varphi_2 A$ и наоборот. Тогда зная, что в точке A левая половина сферы создает поле $\varphi_1 A$, что $\varphi_1 A \cdot q = W_{1A} = k \cdot \frac{q^2}{q}$. А так как φ_0 константа,



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
☐

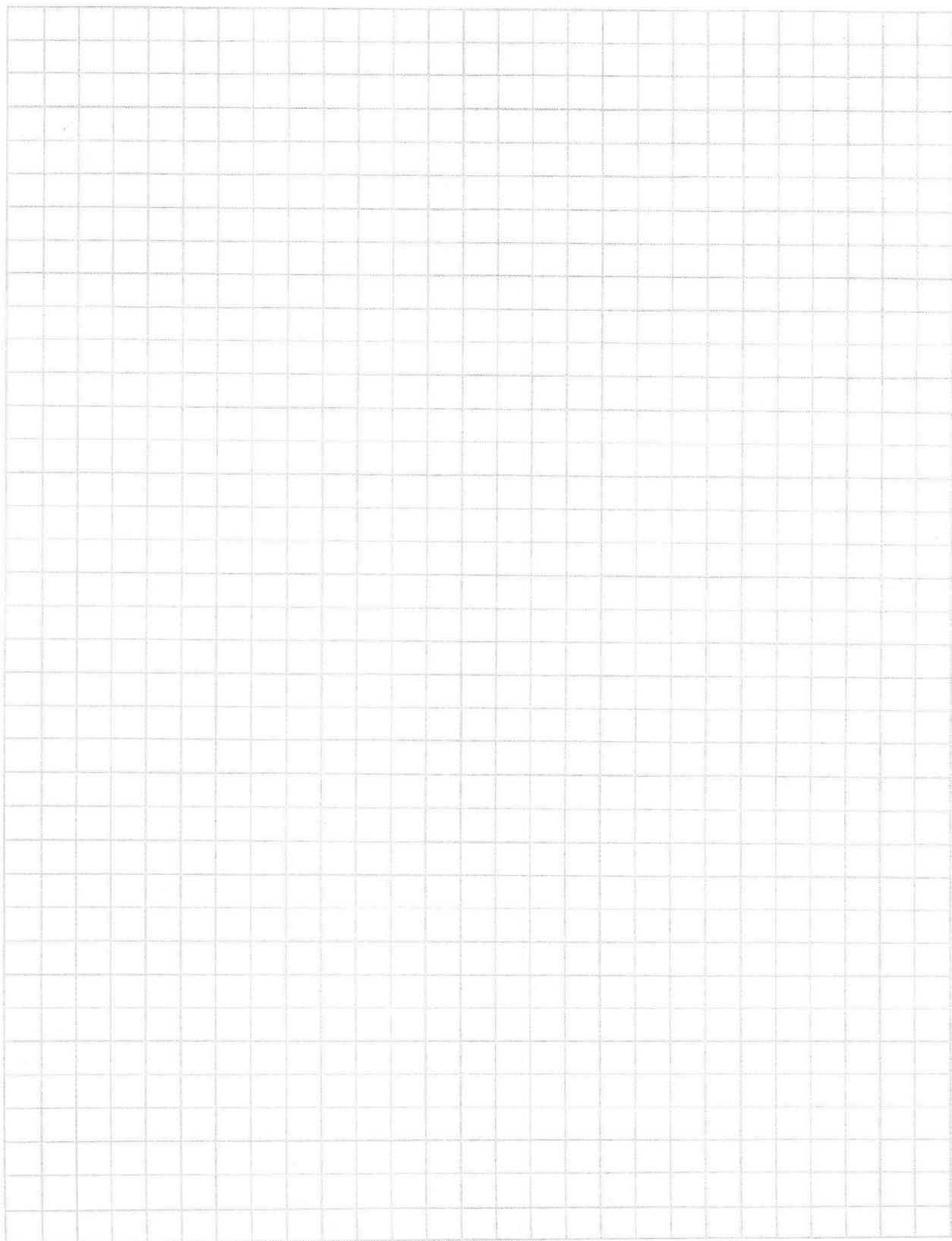
5
☐

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!





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!

$$2mg - 0,6T_2 = 2ma_{2y}$$

$$mg - 0,6T_1 = ma_{1y}$$

$$a_y = \frac{3mg - 0,6T_1 - 0,6T_2}{3m} = g - \frac{0,6}{3} \frac{T_1 + T_2}{m} =$$

$$\begin{aligned} 1,6T_1 + 0,8T_2 &= 3T \\ 0,8T_1 - 0,4T_2 &= 0,5T \\ 4,8T_1 - 2,4T_2 &= 3T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g - 0,2 \frac{T_1 + T_2}{m} \\ g - 0,3 \frac{T_2}{m} \\ g - 0,6 \frac{T_1}{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4,8T_1 - 2,4T_2 &= \\ 1,6T_1 + 0,8T_2 & \end{aligned}$$

$$\frac{(g - 0,3 \frac{T_2}{m}) - (g - 0,2 \frac{T_1 + T_2}{m})}{\frac{16}{30} g} =$$

$$\frac{(g - 0,2 \frac{T_1 + T_2}{m}) - (g - 0,6 \frac{T_1}{m})}{\frac{16}{15} g} =$$

$$\begin{aligned} \frac{0,8T_1 - T}{m} &= \frac{0,8T_2 - T}{2m} \\ \frac{0,8T_1 - T}{m} &= \frac{0,4T_2}{m} - 0,5 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

$$0,8T_1 - 0,4T_2 = 0,5T$$

$$0,8(T_1 - T) = 0,8T_1 - T$$

по

$$\frac{0,2T_1 - 0,1T_2}{\frac{16}{30}} = \frac{0,4T_1 - 0,2T_2}{\frac{16}{15}}$$

$$15 \cdot 0,1(2T_1 - T_2) = 30 \cdot 0,2(2T_1 - T_2)$$

$$2 \cdot 0,8T_1 + \frac{0,8T_2}{3} = T$$

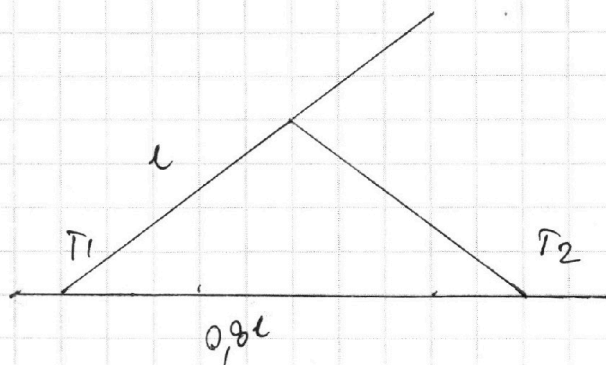


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



3m

$$\frac{16}{10}l - \frac{16}{15}l =$$

$$\frac{16 \cdot 3l - 16 \cdot 2l}{30} =$$

$$\frac{16}{30}l$$

$$2mg - T_2 \sin \alpha$$
$$(2mg - 0,6T_2)$$

$$\frac{16}{30}l$$

$$mg \rightarrow 0,6(T_1 + T_2)$$

$$2mg - 0,6T_2 - (3mg - 0,6(T_1 + T_2)) =$$

$$2mg - 0,6T_2 + 3mg + 0,6T_1 + 0,6T_2 =$$

$$0,6T_1 - mg$$



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!

$$\begin{aligned} & \sqrt{a^2 + k^2} - \sqrt{a^2 + k^2 - 2ak} = l_1 \\ & \sqrt{a^2 + k^2 + 2ak} - \sqrt{a^2 + k^2} = l_2 \end{aligned}$$

$\frac{l_1 + l_2}{2} = \frac{a}{2}$

$$\frac{36}{2} = 18$$

$$18 + 142 =$$

$$\frac{\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R} = -1$$

$$\frac{2a^2}{2a^2} + \frac{n}{9}$$

$$\frac{36}{200} + \frac{142}{100}$$

$$\frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} =$$

$$\frac{R}{R} = k$$

$$\sqrt{3a^2 + 4a^2k^2} = \sqrt{3a^2 + 4a^2k^2}$$

$$\sqrt{3a^2 + 4a^2k^2} = \sqrt{3a^2 + 4a^2k^2}$$

$$a^2 + k^2 - 2ak$$

$$a^2 + k^2 + \sqrt{3a^2 + 4a^2k^2} = \sqrt{3a^2 + 4a^2k^2}$$

$$\sqrt{a^2 + k^2 - 2ak} = \sqrt{a^2 + k^2 - 2ak}$$

$$\sqrt{a^2 + k^2 - 2ak} = \sqrt{a^2 + k^2 - 2ak}$$

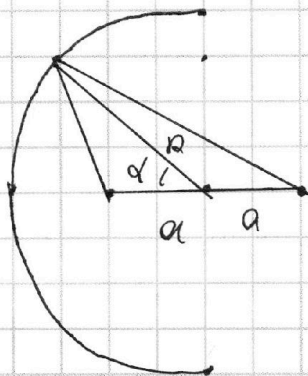


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$dk \cdot k^{-\frac{1}{2}}$$

$$2 \cdot \sqrt{k}$$

$$\frac{CP - C}{2 \cdot 12}$$

$$a^2 + k^2 - 2 \cos \alpha a \cdot k$$

$$a^2 + k^2 + 2 \cos \alpha a \cdot k$$

$$\frac{\rho \cdot d\alpha \cdot R \cdot R \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha}{4\pi \epsilon_0 x}$$



$$\frac{2\pi \cdot \rho \cdot R^2}{4\pi \epsilon_0}$$

$$\frac{d\alpha \sin \alpha}{\sqrt{a^2 + k^2 - 2 \cos \alpha a k}}$$

$$\frac{4\pi \epsilon_0 \cdot 2}{2 \cdot 0.374}$$

$$k = \sqrt{a^2 + k^2 - 2 \cos \alpha a k}$$

$$dk = 2 \sin \alpha \cdot a k \cdot d\alpha$$

$$d\alpha \sin \alpha = \frac{dk}{2 a k}$$

$$\frac{b}{2 a k} \cdot \frac{dk}{\sqrt{k}}$$

$$2.97 \cdot 10^6$$