



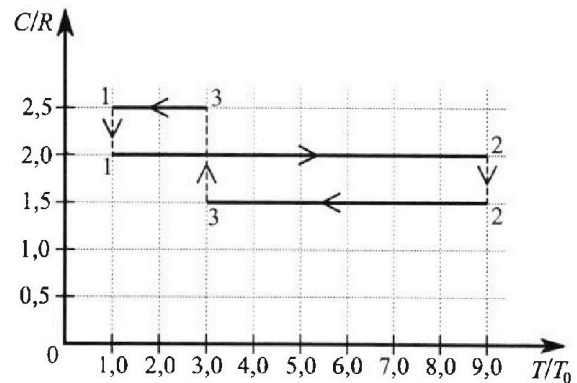
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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, $T_0 = 270$ К.

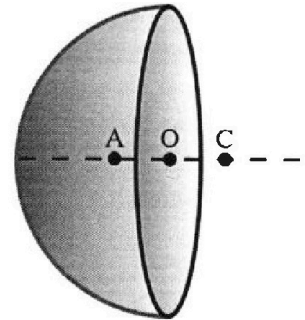


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250$ кг за $N = 15$ 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 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 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.

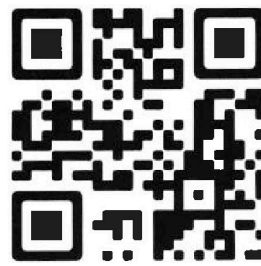
Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



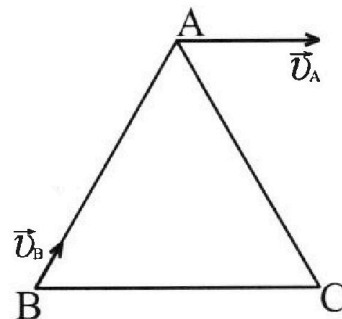
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

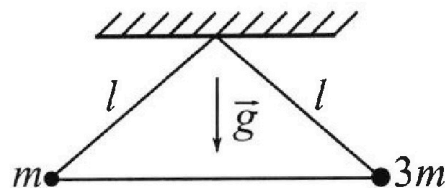
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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.



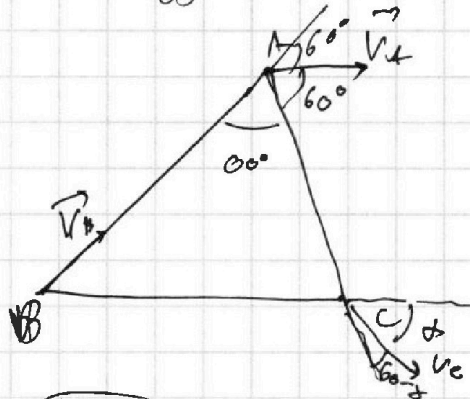
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Рассмотрим или. Связи:



Ругол BA:

$$V_A \cdot \cos 60^\circ = V_B$$

$$V_A \cdot \frac{1}{2} = V_B$$

Теперь найдем V_C и ее координаты

$$BC: V_B \cdot \cos 60^\circ = V_C \cdot \cos \alpha$$

$$AC: V_A \cdot \cos 60^\circ = V_C \cdot \cos (60^\circ - \alpha)$$

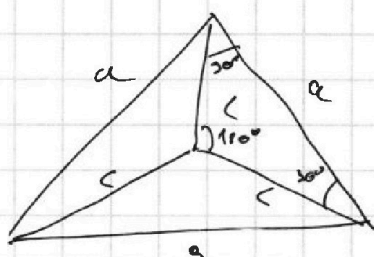
$$V_C = \frac{V_A}{4 \cos \alpha}$$

$$V_C = \frac{V_A}{2 \cos (60^\circ - \alpha)}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_C = \frac{V_A}{4 \cos \alpha} \\ V_C = \frac{V_A}{2 \cos (60^\circ - \alpha)} \end{array} \right\} \cos (60^\circ - \alpha) = 2 \cos \alpha$$

$$\alpha = 60^\circ \rightarrow V_C = V_B$$

Пусть найдем, как будет выглядеть фигура при переносе A, B и C, если мы будем рассуждать о фигурах ABC как о треугольнике с радиусом L , где $L =$



$$a = \sqrt{3} \cdot L \text{ (из геометрии)}$$

$$L = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0,4 \text{ м}}{\sqrt{3}}$$

Если мы перенесем в CO центр масс треугольника, то скорости



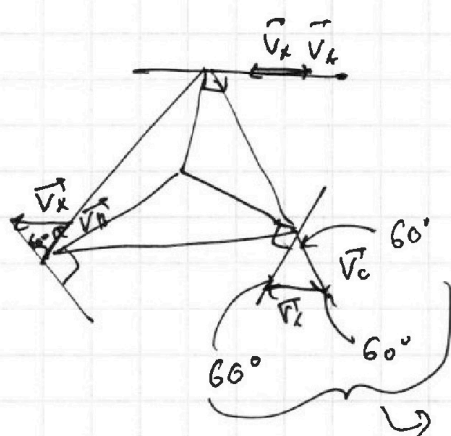
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

ВСЕХ ТОЧЕК ЛЕЖАЩИХ НА O ДОЛЖНЫ БЫТЬ
НАПРАВЛЕННЫ В ВЕКТОР КАСАТЕЛЬНЫЙ, ТО ЕСЛИ
ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫ РАДИУСУ



НА ЧАЕ ПОДХОДИТ ПОД
ЭТО УСЛОВИЕ $\Rightarrow$ ПОСТУПАЕТ
В ВЕКТОРЕ СОКАП С V_A

ВЫЧТЕМ V_K

$$V_K = V_C = \frac{1}{2} V_A$$

Полная скорость поступательного движения $= \frac{1}{2} V_A$, а
скорость вращения $= \frac{1}{2} V_A$

$$\omega R = \frac{1}{2} V_A$$

$$\omega = \frac{V_A}{2L} = \frac{0,8 \text{ м/с}}{2 \cdot 0,1/\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ с}^{-1}$$

$$4 \text{ оборота} = 4 \cdot 2\pi \Rightarrow T = \frac{8\pi}{\omega} = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

Если 6 раз C равен нулю, то все обороты равны.

$F_{\text{тр}}; P; F_u$, где P - вес, F_u - упругая сила

$$\vec{P} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow R = F_u = m \vec{a} = m \omega^2 R \Rightarrow$$

$$R = 60 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot 30^2 \cdot \frac{0,4}{\sqrt{3}} \approx 0,4 \sqrt{3} \text{ м} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ м} \approx 24 \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ м}$$



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**.



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!

Решение: 1) $V_p = 0,4 \text{ м/с}$; 2) $T = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \text{ секунд}$; 3) $k = 24\sqrt{3} \cdot 10^4 \text{ Н}$



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 4

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!

Роботер летит строго вверх с начальной скоростью V_x , то с его уходом уменьшается потенциальная энергия за вертикальный полет, то его энергия $= \frac{m V_x^2}{2}$.

На высоте h его энергия $\frac{m V^2}{2} + m g h$

Сравним ЗСЭ, т.е. отсюда выведем и найдем. Сила

$$\frac{m V_x^2}{2} = \frac{m V^2}{2} + m g h$$

$$V_x^2 = V^2 + 2 g h$$

$$V_x^2 = 16 (\text{м/с})^2 + 20 \text{ м/с}^2 \cdot 11,2 \text{ м} = 240 (\text{м/с})^2$$

Заметим, что на максимальной высоте его скорость 0, т.е. он находится еще в воздухе. Тогда

$$\frac{m V_x^2}{2} = m g H \Rightarrow V_x^2 = 2 g H$$

$$2 g H = 240 (\text{м/с})^2$$

$$H = \frac{240 (\text{м/с})^2}{20 \text{ м/с}^2} = 12 \text{ м}$$

Земли, на които поселяване угади община и
за общото колониално и не угади



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 4

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 того как дана высота h и скорость v_0 на $L_2 =$

$$L_2 = v_0 \cos \theta + t_2 = \frac{v_0 \cos \theta}{g} \cdot (-v_0 \sin \theta + \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + 2gh})$$

$$L_1 + L_2 = \frac{v_0 \cos \theta}{g} \cdot (v_0 \sin \theta + \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + 2gh} - v_0 \sin \theta + \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + 2gh}) = \frac{v_0 \cos \theta}{g} \cdot 2 \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + 2gh} =$$

$$\frac{2v_0}{g} \cdot \cos \theta \cdot \sqrt{2gh + (v_0 \sin \theta)^2} = L_{\max}$$

Ели дана высота h , то $v_0 \sin \theta$ не зависит от θ , $\sin \theta = 0$.

$$\frac{2v_0}{g} = \cos \theta$$

$$\sqrt{2gh \cdot \cos^2 \theta + v_0^2 \cdot (1 - \cos^2 \theta)} = \max$$

$$\underbrace{(2gh - v_0^2)}_{\cos^2 \theta} \cdot \cos^2 \theta + \underbrace{v_0^2}_{\sin^2 \theta} = \max$$

$$\cos^2 \theta = \max \Rightarrow \cos \theta = 1, \text{ так как } \cos \theta = 1$$

$$\cos \theta = \pm 1 \Rightarrow \theta = 0 \pm \pi$$

$$\theta = 0 / \theta = 180 \rightarrow 0 \text{ (минимум)}$$

$$\text{Ели } \theta = 0, \text{ то } \sin \theta = 0$$

$$L_{\max} = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{2gh} = \frac{2 \cdot 16 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} \cdot \sqrt{20 \text{ м} \cdot 9.8 \text{ м/с}^2} =$$



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 4

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!

$$= 3,2 \cdot \sqrt{240} \text{ м} = 3,2 \cdot \sqrt{240} \text{ м} =$$
$$6,4 \cdot \sqrt{50} \text{ м} = 12,8 \cdot \sqrt{15} \text{ м}$$

Ответ: 1) $H = 12 \text{ м}$; 2) $12,8 \sqrt{15} \text{ м}$



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!

$$C = \frac{Q}{U_{\text{ср}}} \Rightarrow \frac{C}{R} = \frac{Q}{UR_{\text{ср}}} = \frac{\frac{dU}{dt}}{UR_{\text{ср}}} + \frac{A}{UR_{\text{ср}}} =$$

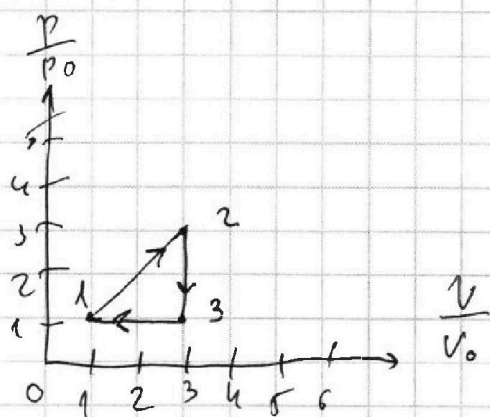
$$\frac{i}{2} + \frac{A}{UR_{\text{ср}}}$$

$$i = 3 \text{ по закону} \Rightarrow \frac{C}{R} = 1,5 + \frac{A}{UR_{\text{ср}}}$$

$$1-2: \frac{C}{R} = 2 \Rightarrow \frac{A}{UR_{\text{ср}}} = \frac{1}{2}$$

$$2-3: \frac{C}{R} = 1,5 \Rightarrow A = 0 \quad (U = \text{const})$$

$$3-1: \frac{C}{R} = 2,5 \Rightarrow \frac{A}{UR_{\text{ср}}} = 1 \quad (p = \text{const})$$



$$1-2: \frac{A}{UR_{\text{ср}}} = \frac{1}{2}$$

$$2A = UR_{\text{ср}}$$

$$2A = R$$

$$A_1 = S_{\text{графика}} \cdot p_0 U_0 = 2 p_0 U_0$$

$$p_0 U_0 = UR_{\text{ср}} = 3 \cdot 8,31 \cdot 270 \text{ Дж}$$

$$A_1 = 6 \cdot 270 \cdot 8,31 \text{ Дж} = 13460,2 \text{ Дж}$$

$$MgH = \frac{N \cdot A_1}{2} \Rightarrow H = \frac{KA_1}{2Mg} = \frac{201903,2}{5000} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } A_1 = 13460,2 \text{ Дж}; H \approx 40 \text{ м}$$

Тысяч у нас не расходуется, а сберегается, но
миллиарды растут. Задача не в этом. 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!

Полная работа отменена

$$W_{pa} = \frac{mv^2}{2}$$
$$W_{po} = \frac{kqQ}{r}$$
$$\frac{W_{pa}}{W_{po}} = \frac{W_{po}}{W_{pe}}$$
$$W_{pe} = \frac{W_{po}}{W_{pa}} = \frac{kqQ}{\frac{mv^2}{2}}$$
$$W_{pe} = \frac{mv_c^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$
$$\frac{mv_c^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{2 \left(\frac{kqQ}{r} \right)^2}{mv^2}$$
$$v_c^2 = v^2 - \frac{4 \left(\frac{kqQ}{r} \right)^2}{m^2 v^2}$$
$$v_c = v \sqrt{1 - \frac{4k^2 q^2 Q^2}{r^2 m^2 v^2}}$$

Полная работа отменена

Полная работа отменена

Скорость частицы равна $\frac{mv^2}{2} \geq 0$

$$W_{pe} = \frac{2kqQ}{r} - \frac{mv^2}{2}$$



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!

$$Полная: W_c = W_{pe} + \frac{mV_c^2}{2} = \frac{mV_c^2}{2} + \frac{2kqQ}{r} - \frac{mV^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{mV_c^2}{2} = 2\frac{mV^2}{2} - \frac{2kqQ}{r} \Rightarrow V_c^2 = 2V^2 - \frac{4kqQ}{mr} \Rightarrow$$

$$V_c = \sqrt{2V^2 - \frac{4kqQ}{mr}}$$

$$Ответ: 1) V_c = \sqrt{V^2 - \frac{2kqQ}{mr}} \quad 2) V_c = \sqrt{2V^2 - \frac{4kqQ}{mr}}$$

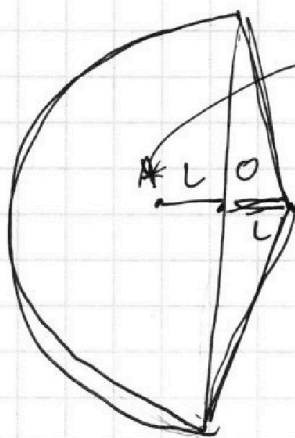


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



W_{k1}

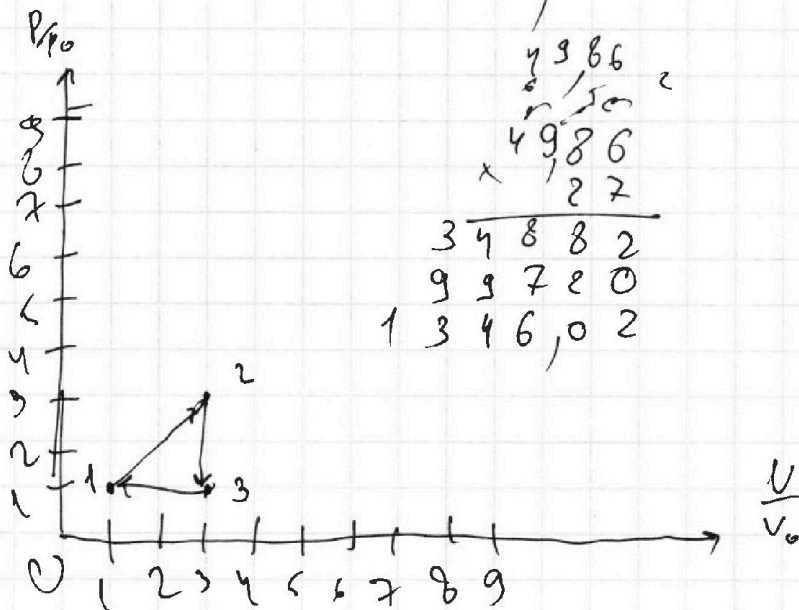
$\frac{kq \cdot q}{r_i}$

$$\frac{m h^2}{2} + W_{k2}$$

$$\begin{array}{r} 13460,2 \\ \times 1,5 \\ \hline 67301,0 \\ 1546020 \\ \hline 201903 \end{array}$$

4

$$T_0 = 220 \text{ K}$$



$$A = \frac{4 p V}{\rho_0 v_0} \quad - R = 3 V R T$$

$$\frac{15 \cdot 13460,2}{5000}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow$$

$$\frac{C}{k} = \frac{Q}{\Delta T} =$$

$$\frac{i}{2} + \frac{p \cdot V}{\Delta T} =$$

$$1,5 + \frac{p \cdot V}{\Delta T}$$

$$2-3 : V = \text{const}$$

$$3-4 : \frac{p \cdot V}{\Delta T} = 1$$

$$p = \text{const}$$

$$\frac{4 p V}{\Delta T} = \frac{1}{2}$$

$$2 A = \Delta T$$

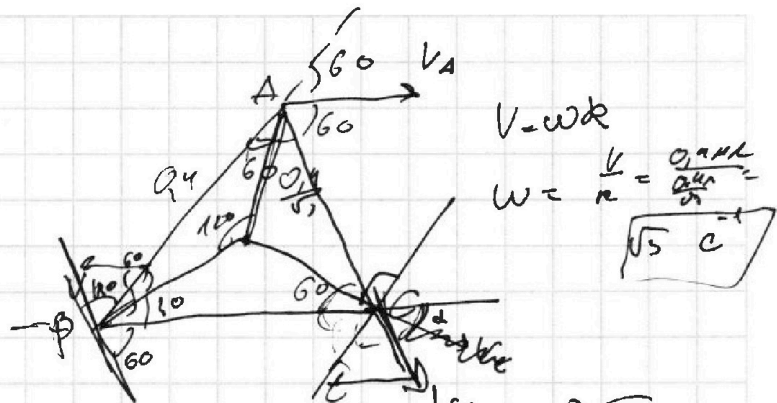
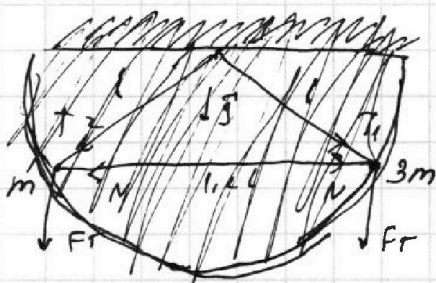


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$V = 0,4 \text{ м/с}$$

$$a = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$V_c = V_B = \frac{1}{2} V_A = 0,2 \text{ м/с}$$

$$a_{ch} = \frac{V^2}{R} = \frac{0,4^2}{0,4} = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$BA: V_A \cdot \cos 60^\circ = V_B$$

$$V_A \cdot \frac{1}{2} = V_B$$

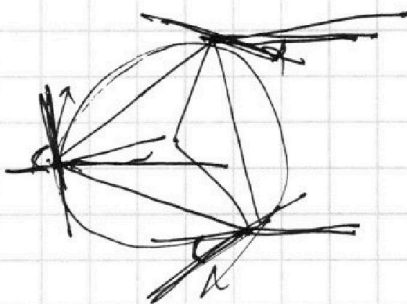
$$V_B = \frac{V_A}{2} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$8\pi$$

$$T = \frac{8\pi}{\omega} =$$

$$\frac{8\pi}{\sqrt{3}} =$$

$$\frac{8\pi\sqrt{3}}{3} \text{ с}$$



$$BC: V_B \cdot \cos 60^\circ = V_C \cdot \cos \alpha$$

$$AC: V_A \cdot \cos 60^\circ = V_C \cdot \cos (60^\circ - \alpha)$$

$$V_C = \frac{V_A}{4 \cos \alpha}$$

$$\cos (60^\circ - \alpha) =$$

$$2 \cos \alpha$$

$$V_C = \frac{V_A}{2 \cos (60^\circ - \alpha)}$$

$$\cos 60^\circ - \cos \alpha = 2 \cos 60^\circ \cdot \sin \alpha =$$

$$2 \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \sqrt{3} \cos \alpha \quad 1,5 \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha$$

$$4 \cos^2 \alpha = 1$$

$$\frac{3}{2} \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{4} \quad \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$



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!

