



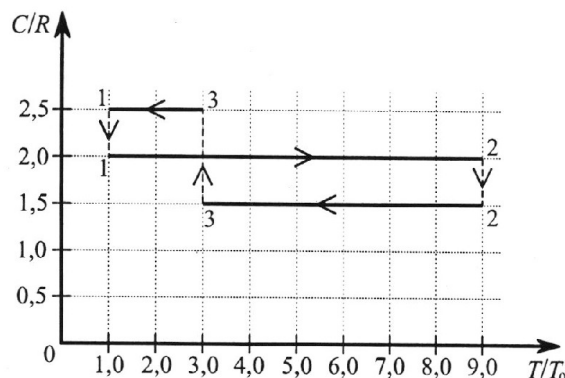
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

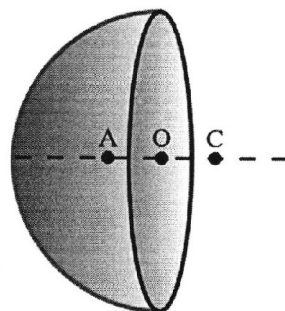


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $M = 415$ кг за $N = 25$ 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 . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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



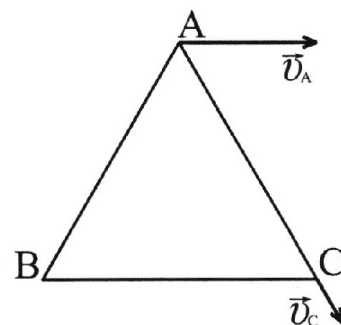
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

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 $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ 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.

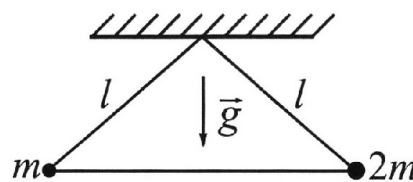
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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 $V_0 = 30$ 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 $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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.

Дано:

$$v_A = 0,6 \text{ м/с}$$

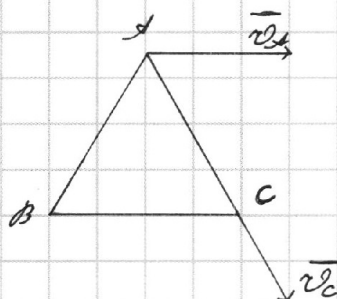
$$\alpha = 0,3 \text{ м}$$

$$m = 602$$

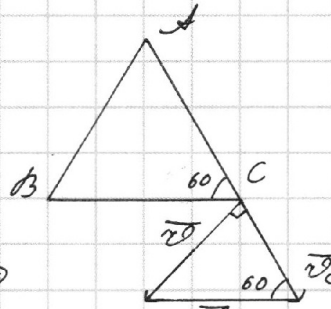
$$v_C = ?$$

$$\tau = ?$$

$$P = ?$$



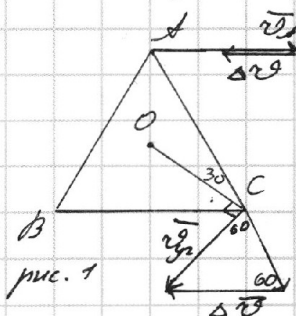
Перейдем в СО привязанной к точке А:



При переходе в новую СО пластина будет вращаться вокруг точки А. $\Rightarrow$ вектор точки С - v_C будет перпендикулярен AC .

Из прямоугольного треугольника: $\cos 60 = \frac{v_C}{v_A}$ $v_C = v_A \cdot \cos 60 = 0,3 \text{ м/с}$

Найдем угловую скорость вершины треугольника:



Треугольник движется вправо со скоростью Δv .

Точка С движется со ~~своей~~ скоростью относительно центра масс v_{C2} .

Из геометрии на рис. 1 получаем, что

векторный треугольник $v_C, \Delta v, v_{C2}$ - равносторонний. $\Rightarrow v_C = \Delta v = v_{C2}$.

l - расстояние OC . O - центр масс. $l = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \alpha = \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$

$$\omega = \frac{v_{C2}}{l} = \frac{\sqrt{3} v_C}{\alpha}$$

$$\omega \cdot \tau = 2\pi \cdot 8$$

$$\tau = \frac{16\pi \cdot \alpha}{\sqrt{3} v_C}$$

$$\tau = \frac{16\pi \cdot 0,3 \text{ м}}{\sqrt{3} \cdot 0,3 \text{ м/с}} = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

Ответ



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!

~~На катушку действуют центробежные ускорения~~

Ягода движется с центростремительным ускорением по горизонтали.

$$R = \frac{m \cdot v_y^2}{l} = \frac{m v_c^2}{l} = \frac{\sqrt{3} m v_c^2}{a} \quad R = \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot (0,3 \text{ м/с})^2}{0,3 \text{ м}} =$$

$$= 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$



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
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!

Дано:

$h = 15 \text{ м}$
 $\tau = 1 \text{ с}$
 $v_0 = 30 \text{ м/с}$
 $H = ?$
 $L_{\text{max}} = ?$

рис. 1.

Пусть фрейерверк падает с начальной скоростью v_1 . Залишем горючее фрейерверка по вертикальной оси (ось y из рисунка 1)

$$h = v_1 \tau - \frac{g \tau^2}{2} \quad v_1 = \frac{g \tau}{2} + \frac{h}{\tau}$$

Для подвёса на максимальную высоту воспользуемся 3СЭ:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \quad H = \frac{v^2}{2g} \quad H = \frac{\frac{h^2}{\tau^2} + gh + \frac{g^2 \tau^2}{4}}{2g} = \frac{h^2}{2g \tau^2} + \frac{h}{2} + \frac{g \tau^2}{8}$$

$$H = \frac{15^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \cdot 1^2 \text{ с}^2/\text{с}^2} + \frac{15 \text{ м}}{2} + \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}^2}{8} = 11,25 \text{ м} + 7,5 \text{ м} + 1,25 \text{ м} = 20 \text{ м}$$

В то время взрыва скорость фрейерверка равна 0. Следовательно сумма проекций скоростей на ось также равна 0. $\Rightarrow$ Скорости направлены в противоположные стороны с одинаковыми значениями. $\angle$ - угол между скоростью v_0 и горизонталью.

ОХ: $L_1 = v_0 \cos \angle t_1$ $L_2 = -v_0 \cos \angle t_2$ $L_{\text{max}} = L_1 - L_2$ L - расстояние между уравнившимися осколками

ОУ: $0 = H + v_0 \sin \angle t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ $0 = H - v_0 \sin \angle t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$ L_1, L_2 - расстояние на которое улетели осколки.

$$t_1^2 - \frac{2v_0 \sin \angle t_1}{g} - \frac{2H}{g} = 0$$

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

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \angle + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \angle + 2gH}}{g}$$

$$t_2 = \frac{-v_0 \sin \angle + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \angle + 2gH}}{g}$$

$$L_{\text{max}} = v_0 \cos \angle (t_1 + t_2) = v_0 \cos \angle \cdot \frac{2v_0^2 \sin^2 \angle + 2gH}{g}$$

$$L_{\text{max}} = v_0 \cos \angle \cdot \frac{2v_0^2 \sin^2 \angle + 2gH}{g}$$



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!

L_0 - угол при котором L максимален.

$$L = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 L \cdot \cos^2 L + 2gH \cdot \cos^2 L}$$

$$(v_0^2 \sin^2 L \cdot \cos^2 L + 2gH \cos^2 L)' = 0$$

$$(\sin^2 L \cos^2 L)' + (\cos^2 L)' = 0 \quad (\sin^2 L)' \cos^2 L + \sin^2 L (\cos^2 L)' + (\cos^2 L)' = 0$$

$$2 \sin 2L \cdot \cos^2 L + \sin^2 L \cdot (-\sin 2L) - \sin 2L = 0$$

$$\sin 2L \cdot \cos^2 L - \sin 2L \sin^2 L - \sin 2L = 0 \quad \sin 2L (\cos^2 L - \sin^2 L - 1) = 0$$

$$\sin 2L_0 = 0 \quad \sin L_0 = 0 \quad L_0 = 0 \quad L_0 = 90^\circ \quad \text{При } L_0 = 0 \text{ } L_{\max} = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow L_0 = 90^\circ$. $\Rightarrow$ Осколки вылетают горизонтально.

$$H = \frac{gt^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad L_{\max} = 2v_0 \cdot t = 2v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L_{\max} = 2 \cdot 30 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 4 \cdot 30 \text{ м} = 120 \text{ м}$$

Ответ: $L_{\max} = 120 \text{ м}$, $H = 20 \text{ м}$.



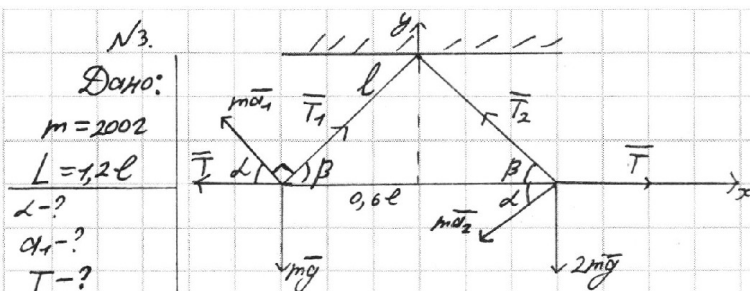
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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



Ускорение шарика 1 направлено перпендикулярно нити.

$L + \beta = 90^\circ$. β - угол между нитью и стержнем

$$\sin \alpha = \cos \beta \Rightarrow \sin \alpha = \frac{0,6\ell}{\ell} = 0,6.$$

$$\begin{aligned} m a_{1x} &= T_1 \cos \beta - T \\ m a_{1y} &= T_1 \sin \beta - mg \\ 2 m a_{2x} &= T - T_2 \cos \beta \\ 2 m a_{2y} &= T_2 \sin \beta - 2mg \end{aligned}$$

$$a_{1x} = a_{2x} \quad a_{1y} = -a_{2y}$$

$$\begin{cases} T - T_2 \cos \beta = 2T_1 \cos \beta - 2T \\ T_2 \sin \beta - 2mg = 2mg - 2T_1 \sin \beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3T = \cos \beta (2T_1 + T_2) \\ 4mg = \sin \beta (2T_1 + T_2) \end{cases}$$

$$\frac{4mg}{3T} = \tan \beta \quad T = \frac{4mg}{3 \tan \beta} \quad \tan \beta = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} = \frac{0,6}{\sqrt{1 - 0,36}} = \frac{0,6}{0,8} = \frac{3}{4}$$

$$T = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{3}{4} = mg \quad T = 2002 \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 2H$$

$$\begin{cases} m a_{1x} = T_1 \cos \beta - mg \\ m a_{1y} = T_1 \sin \beta - mg \end{cases} \quad \begin{cases} 2 m a_{1x} = mg - T_2 \cos \beta \\ -2 m a_{1y} = T_2 \sin \beta - 2mg \end{cases}$$

$$T_1 = \frac{m a_{1x} + mg}{\cos \beta} \quad m a_{1y} = \tan \beta m a_{1x} + \tan \beta mg - mg$$

$$\begin{cases} 2mg - 2 \tan \beta mg - 2 \tan \beta m a_{1x} = T_2 \sin \beta - 2mg \\ 2 m a_{1x} = mg - T_2 \cos \beta \end{cases} \quad T_2 = \frac{mg - 2 m a_{1x}}{\cos \beta}$$

$$4mg - 2 \tan \beta m (g - a_{1x}) = \tan \beta mg - 2 m a_{1x} \tan \beta$$



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!

$$4g - 2ctg\beta g + 2ctg\beta a_{1x} = tg\beta g - 2tg\beta a_{1x}$$

$$a_{1x}(2ctg\beta + 2tg\beta) = tg\beta \cdot g + 2ctg\beta \cdot g - 4g$$

$$a_{1x} = g \cdot \frac{tg\beta + 2ctg\beta - 4}{2ctg\beta + 2tg\beta}$$

$$a_{1x} = g \cdot \frac{\frac{4}{3} + 2 \cdot \frac{3}{4} - 4}{2 \cdot \frac{3}{4} + 2 \cdot \frac{4}{3}} = g \cdot \frac{-\frac{4}{6}}{\frac{3}{2} + \frac{8}{3}} =$$

$$= -g \cdot \frac{4}{9+16} = -g \cdot \frac{4}{25}$$

$$a_1 = \frac{-a_{1x}}{\sin\beta} = \frac{g \cdot \frac{4}{25}}{\sqrt{1-0.36}} = \frac{g \cdot 0.28}{0.8} = 3.5 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } \sin\alpha = 0.6; \quad a_1 = 3.5 \text{ м/с}^2; \quad T = 2 \text{ НЗ.}$$



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 ☐

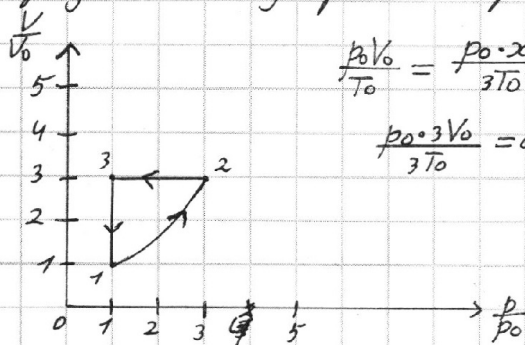
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

№4.

Малая теплота процессов 31 и 23 отличается на R .

⇒ Процесс 31 — изобарный. Процесс 23 — изохорный.



$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_0 \cdot x V_0}{3 T_0} \quad x = 3 \text{ — для точки 3.}$$

$$\frac{p_0 \cdot 3 V_0}{3 T_0} = \frac{y p_0 \cdot 3 V_0}{9 T_0} \quad y = 3 \text{ — для точки 2.}$$

$$A_{31} = p_0 \cdot (3V_0 - V_0) = 2p_0 V_0 \quad A_{23} = 0 \quad \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (9T_0 - T_0) = 12 \nu R T_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (9T_0 - T_0) = -9 \nu R T_0 \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - 3T_0) = -3 \nu R T_0$$

$$Q_1 = 2p_0 V_0 - 2 \nu R (9T_0 - T_0) = 16 \nu R T_0$$

$$Q_1 = 2 C_{12} \cdot \nu \cdot (9T_0 - T_0) = 2R \cdot \nu \cdot 8T_0 = 16 \nu R T_0$$

$$Q_1 = 16 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} = 26592 \text{ Дж}$$

$$A_{12} = Q_1 - \Delta U_{12} = 16 \nu R T_0 - 12 \nu R T_0 = 4 \nu R T_0 = 6648 \text{ Дж}$$

$$A_{31} \text{ цикл: } A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = A_{12} + A_{31} = 4 \nu R T_0 - 2p_0 V_0$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$A = 4 \nu R T_0 - 2 \nu R T_0 = \nu R T_0 = 3324 \text{ Дж}$$

$$MgH = N \cdot \frac{A}{2} \quad H = \frac{AN}{2Mg} \quad H = \frac{3324 \text{ Дж} \cdot 25}{2 \cdot 405 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{831}{83} \text{ м} \approx 10 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } Q_1 = 26592 \text{ Дж}; H = 10 \text{ м}$$



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 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!

N5.

Дано:

R, m, q, Q, k

$V = ?$

$V_c = ?$

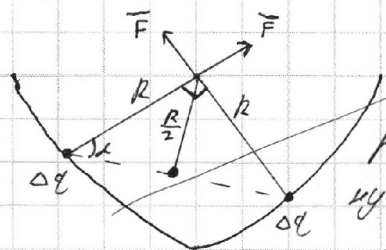
Формулы

Заменим полусферу на точечный заряд.

Положение точечного заряда - $\frac{R}{2}$ от центра сферы.

Докажем это.

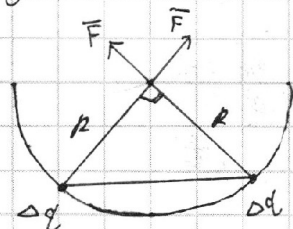
Возьмем 2 точки ~~на~~ полусферы так, чтобы ~~угол~~ центральный угол между точками был прямым.



Два заряда можно заменить одним на расстоянии $\frac{R}{2}$ т.к. их суммарная кулоновская сила равна:

$$2 \cdot \frac{kqQ}{R^2} \cdot \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}kqQ}{R^2}$$

Найдем положение данного точечного заряда:



Возьмем 2 малых части сферы с зарядами Δq , центральный угол между ними равен 90° .

Результирующая сила равна:

$$F = 2 \cdot \frac{k\Delta q Q}{R^2} \cdot \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}k\Delta q Q}{R^2}$$

$$\frac{\sqrt{2}k\Delta q Q}{R^2} = \frac{k \cdot 2\Delta q Q}{R'^2} \quad \frac{\sqrt{2}}{R^2} = \frac{2}{R'^2} \quad R'^2 = \frac{2R^2}{\sqrt{2}}$$

$$R' = \frac{R}{\sqrt{2}} \quad K = \sqrt{kqQ}$$

Сфера

По аналогии с нахождением центра тяжести

заряд будет находится на расстоянии $\frac{R}{2}$ от центра

Полусферы.



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

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!

~~W~~ $W_0 = k + \frac{kqQ}{0,25R^2}$ - закон сохранения энергии для точки O.

$$\frac{mv^2}{2} = W_0$$

$$v^2 = \frac{2W_0}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2k + \frac{kqQ}{0,25R^2}}{m}}$$

Здесь пренебрегаем потенциальной энергией заряда т.к. расстояние стремится к бесконечности.

$$k + \frac{kqQ}{0,25R^2} = \frac{kqQ}{R^2}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} + \frac{kqQ}{4R^2} = k + \frac{kqQ}{0,25R^2}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = k + \frac{kqQ}{0,25R^2} - \frac{k}{4} - \frac{kqQ}{R^2}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = \frac{3}{4}k + \frac{0,75kqQ}{0,25R^2}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = \frac{3}{4}k + \frac{3kqQ}{R^2}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{2\left(\frac{3}{4}k + \frac{3kqQ}{R^2}\right)}{m}}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{2k + \frac{qQ}{25\epsilon_0 R^2}}{m}}; \quad v_c = \sqrt{\frac{\frac{3}{2}k + \frac{3qQ}{25\epsilon_0 R^2}}{m}}$$



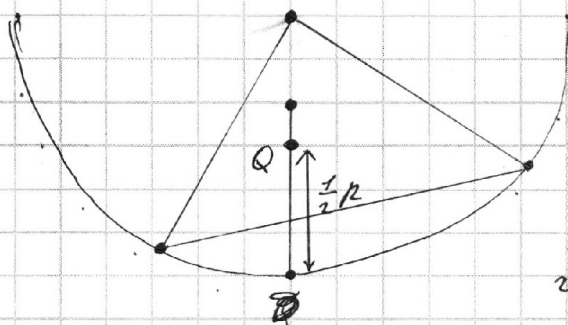
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$W_0 = \frac{kQq}{0,5R} = \frac{mq^2}{2}$$

$$W_1 = \frac{kqQ}{R}$$

$$K = \frac{kqQ}{0,5R}$$

$$\frac{kqQ}{0,5R^2}$$

$$mq^2 = \frac{kqQ}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{kqQ}{mR}}$$

23

$$v = \sqrt{\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 m R}}$$



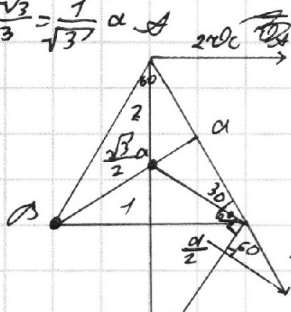
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1}{\sqrt{3}} \propto A$$



$$\sin 30 = \frac{r_c}{2\sqrt{3}}$$

$$r_c = 2\sqrt{3} \cdot \sin 30 = 0,3 \text{ м/с}$$

$$\frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

$$\omega^2 = \frac{v}{R}$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$2\pi \cdot 2$$

$$\omega = \frac{0,6 \text{ м/с}}{\frac{0,3 \text{ м}}{\sqrt{3}}} = 2\sqrt{3} \text{ /с}$$

$$\omega R = 16\pi$$

$$r = \frac{R}{\omega} = \frac{R}{2\sqrt{3}}$$

$$\frac{3,14 \cdot \sqrt{3}}{2} = 2,598$$

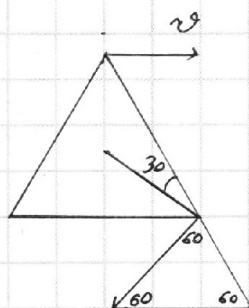
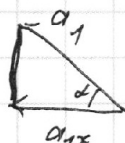
$$\frac{3,14 \cdot \sqrt{3}}{6} = 0,905$$

$$r \approx 0,523 \sqrt{3} \text{ м}$$

$$\cos 60 = \frac{r}{2\sqrt{3}}$$

$$\sqrt{1-0,36} = 0,8$$

$$R = \frac{m v^2}{\frac{0,3 \text{ м}}{\sqrt{3}}}$$



$$\frac{0,3^2 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{0,3 \text{ м}} =$$

$$= 60 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} =$$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_1} = \cos \alpha$$

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_1}{\cos \alpha} = \frac{\alpha_1}{\sin \beta}$$

$$\frac{23 \sqrt{3}}{24 \sqrt{5}}$$

$$R = \frac{m v^2}{R}$$

$$\frac{16 \cdot \frac{3}{10}}{\sqrt{3} \cdot \frac{3}{10}}$$

$$\frac{4 \cdot 2,8}{8}$$

$$\frac{4}{3} + \frac{3}{2} - 4$$

$$\frac{8+9-24}{6} = -\frac{7}{6}$$

$$\frac{10}{8} \cdot 3,8 = \frac{23}{2}$$

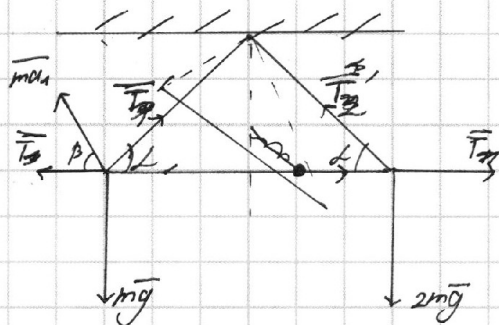


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$v = \frac{c}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$T_A = \frac{H}{k_A \cdot \mu/c} = \frac{H \cdot \mu/c^2}{k_A \cdot \mu/c} = \frac{H}{k_A \cdot c}$$

$$F_A = \beta \cdot I \cdot l$$

$$F_A = \beta \cdot I \cdot l$$

$$H = \frac{T_A \cdot k_A \cdot \mu}{c}$$

$$F_A = q \beta v \cos \alpha$$

$$m a_{1x} = T \cos \alpha - T' \cos \alpha$$

$$m a_{1y} = T' \sin \alpha - mg$$

$$m a_{1x} = T - T_1 \cos \alpha$$

$$m a_{1y} = T_1 \sin \alpha - mg$$

$$\frac{P}{T}$$

$$2m a_{2x} = T - T' \cos \alpha$$

$$2m a_{2y} = T' \sin \alpha$$

$$a_{1x} = a_{2x}$$

$$2m a_{2x} = T_2 \cos \alpha - T$$

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

$$F_A = q \beta v \cos \alpha$$

T_2

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

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

$$2m a_{1x} = 2m(g - a_{2y}) \cdot \cot \alpha - T$$

$$T = 2m(a_{1x} - g + a_{2y}) \cdot \cot \alpha$$

$$T = k \cdot T_0$$

$$T = k \cdot T_0$$

$$T = \frac{T_1 \sin \alpha - mg}{\cos \alpha}$$

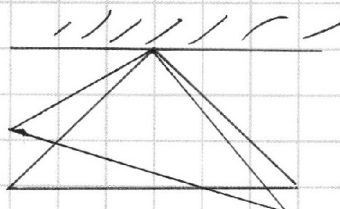
$$\cot \alpha = \frac{T_1 \sin \alpha - mg}{T - T_1 \cos \alpha}$$

$$\cot \alpha = \frac{T_1 \sin \alpha - mg}{T - T_1 \cos \alpha}$$

$$\cot \alpha = \frac{2mg - T_2 \sin \alpha}{T_2 \cos \alpha - T}$$

$$\frac{T_2 \sin \alpha - 2mg}{T_2 \cos \alpha - T} = \frac{T_1 \sin \alpha - mg}{T - T_1 \cos \alpha}$$

$$T_2 T \sin \alpha - 2mg T = T_1 T \sin \alpha - mg T$$



$$\rho = \frac{W}{g}$$

$$Q = CR \Delta T$$

$$Q = CR \Delta T = 2 \cdot 8 T_0$$

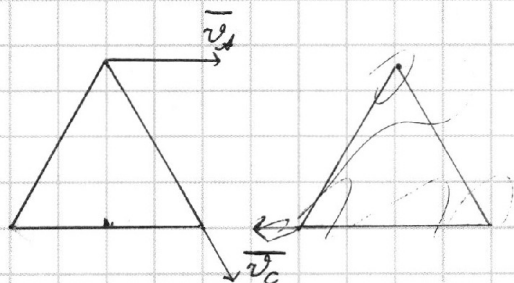


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$\frac{5}{4} = 1,25$$

$$11,25 \cdot 20 = 225$$

$$15^2 = 225$$

$$23,5 \cdot 2$$

$$= 10 + \frac{3,5}{2} = 10 + 1,75$$

$$= 11,75$$

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

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

$$\frac{v_0^2}{2} = gH$$

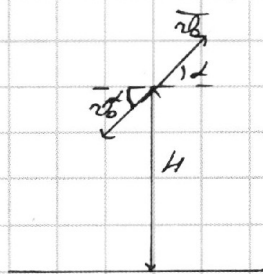
$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$H = \frac{\left(\frac{h}{t} - \frac{gt}{2}\right)^2}{2g} = \frac{\frac{h^2}{t^2} - gh + \frac{g^2 t^2}{4}}{2g}$$

$$= \frac{h^2}{2gt^2} - \frac{h}{2} + \frac{gt^2}{8}$$

$$= 12,5 - 7,5 = 5 \text{ м}$$

$$H = \frac{15^2}{20} - 7,5 + \frac{10}{8} = 11,25 - 7,5 + 1,25 =$$



$$H = h + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$L_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha \cdot t - H = 0 \quad t^2 - \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} t - \frac{2H}{g} = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{2H}{g}} = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L_1 = v_0 \cos \alpha \cdot \left(\frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

$$0 = H - v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t^2 + \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} t - \frac{2H}{g} = 0 \quad t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L_2 = v_0 \cos \alpha \cdot \left(\frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

$$L_{\max} = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left(\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - v_0 \sin \alpha + v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} \right)$$

$$L_{\max} = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$



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!

$$L_{max} = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + gH} = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha + gH} =$$

$$= \frac{2v_0}{g} \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2$$

$$= \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha + gH \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + gH} \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\frac{2v_0}{g} \cdot \cos^2 \alpha = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + gH} \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha (1 - \cos^2 \alpha) + gH \cos^2 \alpha} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2 \cos^4 \alpha + gH \cos^2 \alpha} =$$

$$(\cos^2 \alpha)' = (\cos \alpha \cdot \cos \alpha)' = -\sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$\cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$(\cos \alpha \cdot \cos \alpha)' = \sin \alpha \cos \alpha - \sin \alpha \cos \alpha = 0 - 2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$(\sin \alpha \cdot \sin \alpha)' = \cos \alpha \sin \alpha + 2 \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha = (\sin^2 \alpha)' \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha (\cos^2 \alpha)' = 2 \cos \alpha \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha (-2 \sin \alpha \cos \alpha) =$$

$$= 2 \sin \alpha \cdot \cos^3 \alpha - 2 \sin^3 \alpha \cdot \cos \alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) =$$

$$= \sin 2\alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)$$

$$\cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha \quad \alpha = 45^\circ$$

$$L_{max} = \frac{2v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 - v_0^2 \cdot \frac{2}{4} + gH} = \frac{\sqrt{2} v_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{2}{4} v_0^2 + gH}$$

$$L_{max} = \frac{2v_0}{g} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{v_0^2 \cdot \frac{2}{4} + gH} = \frac{\sqrt{2} v_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{2}{4} v_0^2 + gH}$$

$$\frac{3\sqrt{2} \cdot 10^5}{\mu/c^2} \cdot \sqrt{500 \mu^2/c^2 + 50 \mu^2/c^2} = 3\sqrt{2} \cdot \sqrt{500} \mu/c =$$

$$= 3\sqrt{2} \cdot 10^5 = 30\sqrt{10} \mu$$

$$500 = 4 \cdot 25 \cdot 5 = 100 \cdot 5$$

$$\sin^2 \alpha \cdot \sin \alpha = \cos \alpha \sin \alpha$$

$$10^5$$

$$1 - \sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha - 1 = 0$$

$$2 \cdot 30 \cdot 2$$

$$\sin^2 \alpha = 0$$



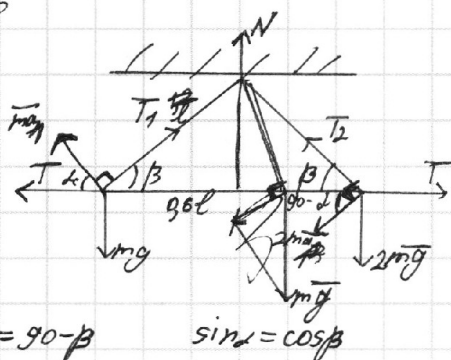
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

~~83~~



$$\angle = 90 - \beta$$

$$\sin \angle = \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{96}{1} = 96$$

$$\begin{cases} m a_{1y} = T_1 \cdot \sin \beta - mg \\ m a_{1x} = T - T_1 \cdot \cos \beta \end{cases}$$

$$m a_{1x} = T - (m a_{1y} + mg) \cot \beta$$

$$T_1 = \frac{m a_{1y} + mg}{\sin \beta} \quad a_{1x} = g \sin \alpha$$

~~83~~ ~~83~~ ~~83~~

$$\beta = \frac{E}{5}$$

$$T_A = \frac{H}{k_1 \cdot \mu / c} = \frac{k_2}{k_1 \cdot c}$$

$$E = \frac{A}{Q} = \frac{H \cdot \mu}{Q} = \frac{k_2 \cdot \mu / c^2 \cdot \mu}{Q} = \frac{k_2 \cdot \mu^2}{Q \cdot c^2}$$

$$\varphi = \frac{Q}{E_0} = \frac{E}{5}$$

$$\frac{E}{5} = 105 \quad E = 105^2$$

$$\varphi = 135 \cos \alpha$$

$$\frac{k_2 \cdot \mu^2}{k_1 \cdot c^2} = k_1$$

~~3324~~

$$\frac{3324 \cdot 5}{4 \cdot 415} = \frac{3324}{4 \cdot 83} = \frac{831}{83} \approx$$

83

$$\begin{array}{r} 3324 \ 4 \\ - 32 \quad 831 \\ \hline 124 \quad 831 \\ - 12 \quad 4 \\ \hline \end{array}$$

$$F_k = q \beta - g \cos \alpha$$

$$\varphi = 135 \cos \alpha$$

$$\frac{m v^2}{2} = k$$

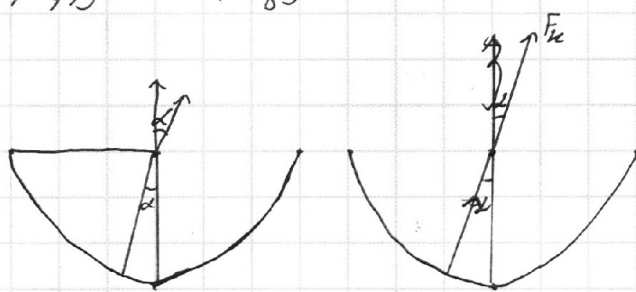
~~83~~

$$v = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

~~83~~

$$F_k = \frac{k q Q}{r^2}$$

F



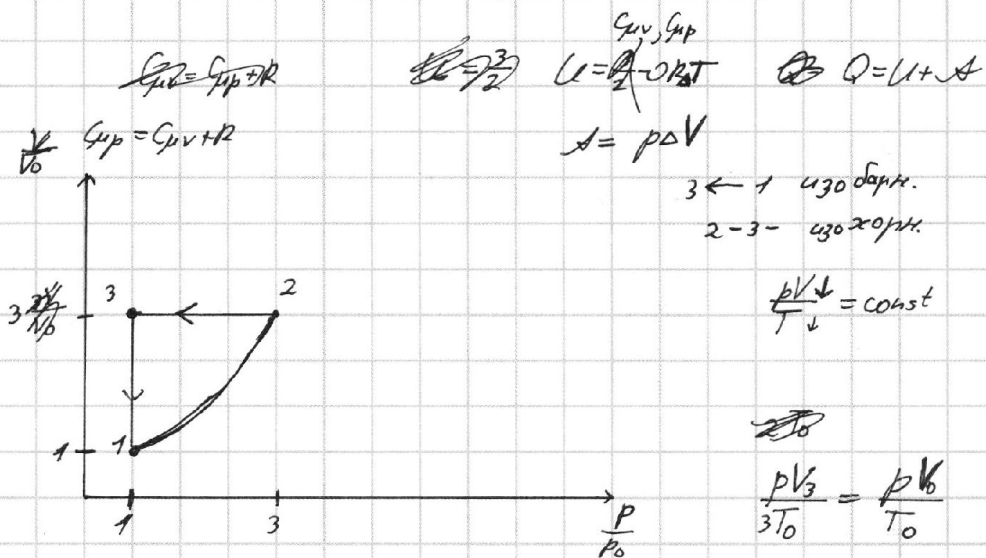


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$\frac{p_0 \cdot 3V_3}{3T_0} = \frac{3V_3 \cdot p_0}{9T_0}$

k_1, k_2

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \cdot \rho R \cdot 8T_0$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \cdot \rho R \cdot 6T_0$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot \rho R \cdot 2T_0$

$2 = \frac{2.5 - x}{1.5 - x}$

$3 - 2x = 3.5 - x$

$0.5 = x$

$32 \cdot 8,31 \cdot 100$

$32 \cdot 831$

$pV = \text{const}$

$pV = k$

$V = \frac{k^2}{p^2}$

$V = \frac{k^2}{p^2}$

$A = \rho \Delta V$

$\frac{2 \cdot 831}{6648}$

$\frac{C}{R} = 2$

$C = 2R$

$Q_2 = C$

$\frac{Q_2}{m \cdot k} \cdot 0.4T$

$4 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 = 8 \cdot 831$

3324