



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 однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

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

$$\frac{16 \cdot 2 \cdot 831}{831} \cdot 3 = 32 \cdot 3 \cdot 831 - 96 \cdot 831 = 8 \cdot 2 R T_0 = 16 V B P_0$$

- Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

- На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная

$R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$. 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 частица движется со скоростью V_0 .

- С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности за коне Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

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

$$\frac{9-1}{9} = \frac{8}{9}$$

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

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 27 \\ \hline 5817 \\ \times 1662 \\ \hline 22437 \end{array}$$

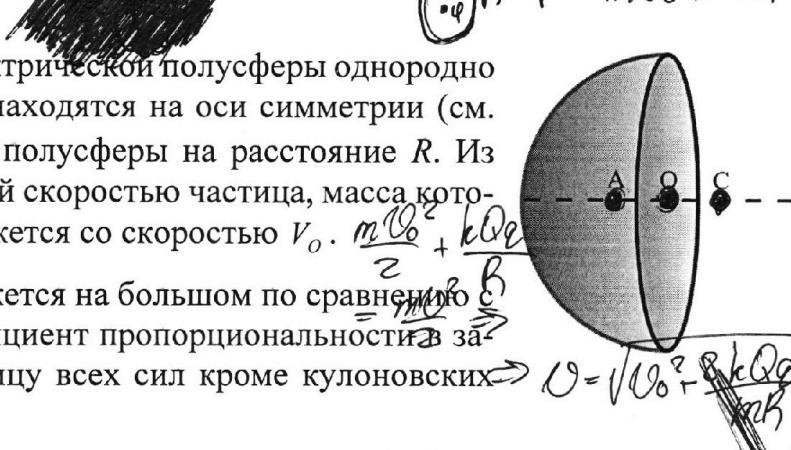
$$\begin{array}{r} 16.831 \cdot 6 \\ \times 3324 \\ \hline 9972 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96.831 \\ \times 21 \\ \hline 831 \\ \times 96 \\ \hline 4966 \\ \cancel{+ 479} \\ \hline 79776 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7479 \\ + 37395 \\ \hline 112185 \\ \times 2 \\ \hline 224370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7479 \\ + 15 \\ \hline 7976 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9972 \\ \times 8 \\ \hline 7976 \end{array}$$

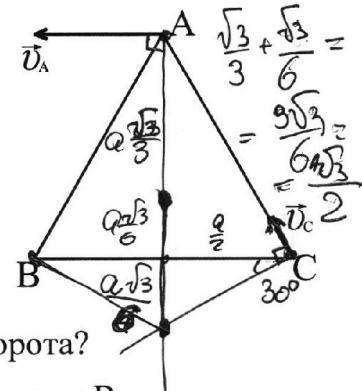


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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. $v_C = \frac{\omega \sqrt{3}}{2} = \frac{0.4 \sqrt{3}}{2} = 0.2 \sqrt{3}$

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил 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.

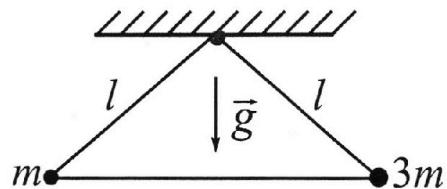
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Системудерживают так, что шарики 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.

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 74 \\ \hline 112 \\ + 382 \\ \hline 564 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ \times 28 \\ \hline 112 \\ + 382 \\ \hline 224 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 38,2 \\ \times 2 \\ \hline 76,4 \\ + 78,4 \\ \hline 154,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 3,2 \\ \hline 96 \\ + 72 \\ \hline 9,92 \end{array}$$

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.

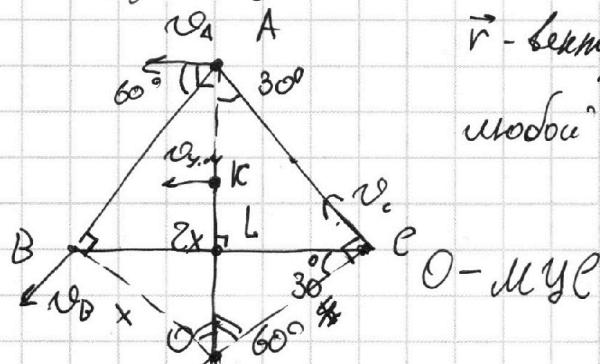
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Задача 1

1) Найдите тангенциальную скорость вращения.



\vec{r} - вектор из $MЧC$ со ск.
модуль танги образует угол 90°

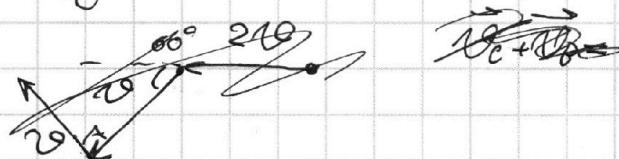
$O \in$ середина $BC \Rightarrow BO = OC$

$$\omega = \text{const} = \frac{v_c}{OC} = \frac{v_b}{BO} \Rightarrow v_c = v_b = v$$

$$2) AO = BO \cdot \frac{1}{\cos 60^\circ} = 2BO$$

$$3) \omega = \text{const} = \frac{v_a}{2x} = \frac{v_b}{x} \Rightarrow \boxed{v_b = \frac{v_a}{2} = v_c = 0.5 \frac{\text{м/с}}{\text{с}}}$$

4) Найдите $v_{y.m.}$.



$$k-y.m - \text{делим } \triangle ALB \text{ по } \frac{\sqrt{3}}{2}; KL = AL \cdot \frac{1}{3} = a \frac{\sqrt{3}}{6}$$

$$KL = \frac{a}{2} \text{ tg } 30^\circ = \frac{a\sqrt{3}}{6} \Rightarrow KL + LZ = \frac{9\sqrt{3}}{3} = KZ$$

$$\cancel{k-y.m} \quad kA = \frac{2}{3} \cdot a \frac{\sqrt{3}}{2} = a \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow kA = kz$$

$$ZA = 2kz \cdot \omega = \text{const} = \frac{v_{y.m.}}{KZ} = \frac{v_A}{AZ} = \frac{v_A}{2KZ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{y.m.} = \frac{v_A}{2}$$



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**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

4) $\text{Пл. к. повернулось} \sum F_{\text{ex}} \text{ на угл. } = \theta \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{v}_{\text{д.н.}} = \text{const.}$ Аналогично $\omega = \text{const}$ (нет сил, создающих изменения)

$$\text{(предполож.)} \quad \vec{v}_A = \vec{v}_{\text{д.н.}} + \vec{\omega}_{\text{ср}} \times \vec{r} \Rightarrow \vec{v}_A = \vec{v}_{\text{д.н.}} + \vec{\omega} \times \vec{r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega \cdot a \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{\omega_A}{2} \Rightarrow \omega = \frac{3\omega_A}{2\sqrt{3}}$$

$$\gamma = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{12\pi a}{\omega \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 0,2\pi}{0,4\sqrt{3}} = 8\sqrt{3}\pi \text{ радиан} \approx 10 \text{ рад}$$

$$= \frac{6\pi}{\sqrt{3}} = 6\pi \text{ секунд} \approx 6\pi \text{ сек}$$

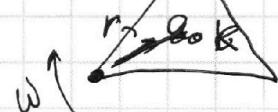
$$\omega_r = 6\pi \Rightarrow \omega = 6\pi = \frac{12 \cdot 3}{10\sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 3 \cdot 0,2}{0,4 \cdot 10\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{12 \cdot 3}{2 \cdot 10} = \frac{6 \cdot 3}{10\sqrt{3}} = \frac{18}{10\sqrt{3}} \approx 18 \text{ рад/сек} \approx 6\pi \text{ сек}$$

3) $\text{Пл. к. } m \ll M, \text{ скорости частичек не изменились}$

Перенесу в COO г.н. частичек. Ось CO, гр. с $\omega = \text{const}$

$$a = a_n = \omega^2 r = \omega^2 a \frac{\sqrt{3}}{3}$$



$$R = ma = m \omega^2 r = m \omega^2 a \frac{\sqrt{3}}{3} =$$

$$= m \frac{\omega^2 \cdot 3}{4\pi^2} \cdot a = \frac{3}{4} m \frac{\omega^2}{a} = \frac{3 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 0,2} = \frac{300 \cdot 10^{-6}}{0,8} =$$

$$= \frac{3000}{18} \cdot 10^{-6} = 125 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 375 \cdot 10^{-6} = 375 \text{ мкН}$$

(23-Ньютона)

$$R = ma = m \omega^2 a \frac{\sqrt{3}}{3} = m \frac{\omega^2}{a^2} \cdot \frac{3}{4} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{m \omega^2 \sqrt{3}}{4a} =$$

$$= \frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 0,16 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,2} = \frac{16 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3}}{0,8} = \frac{16 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{3}}{8} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

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**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$\begin{array}{r} \frac{3}{14} \\ \times 28 \\ \hline 112 \\ + 28 \\ \hline 392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \frac{3}{14} \\ \times 28 \\ \hline 112 \\ + 28 \\ \hline 78,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \frac{6}{8} \\ \times 8 \\ \hline 64 \\ + 16 \\ \hline 80 \\ - 16 \\ \hline 64 \\ - 16 \\ \hline 48 \end{array}$$

Задача 2

1) Мкт. скорость — наибольш. нач. скорость

$$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow V_0 = \frac{2h + gt^2}{t} = \frac{16 + 6,4}{0,8} = \frac{22,4}{0,8} = \frac{224}{8} = 28 \text{ м/с}$$

Рассуждаем на макс. высоте, когда $V = 0$

$$t = \frac{V_0}{g} = \frac{2h}{gt^2} + \frac{2}{g} = \frac{2 \cdot 8}{10 \cdot 0,8} + 0,8 = 2,8 \text{ с}$$

$$\begin{aligned} H &= V_0 t - \frac{gt^2}{2} = 28 \cdot 2,8 - \frac{10 \cdot 28^2}{2} = \\ &= \frac{28 \cdot 28}{10} - \frac{28 \cdot 28}{20} = \frac{28 \cdot 28}{20} = \frac{14 \cdot 28}{10} = \boxed{\frac{392}{5}} = 39,2 \text{ м} \end{aligned}$$

2) Пт.к. основами движущегося из ЗСЭ из б

максим. высоты их скорости равны по модулю
и направления в одинаковы.

Если соберем эти траектории

одинаковых движущихся из ЗСЭ, будем наращивать, создавая
одинак. траектории, проекции которых в горизонту со
скоростью V . Найду V из ЗСЭ

$$\frac{mV^2}{2} + mgh = \frac{mV_0^2}{2} + mgh \Rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$$

$$L = \frac{V^2}{g} \sin 2\alpha; (L_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gh}{g} = \frac{V_0^2}{g} + 2H = 40 + 2 \cdot 39,2 = 118,4 \text{ м})$$

при $2\alpha = 90^\circ$



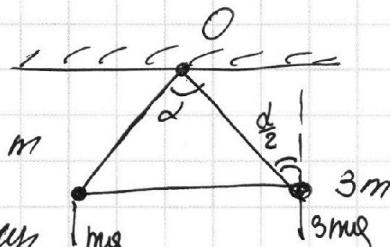
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Задача 3



ти и 3 м брауз ведут 1 мг

0. При этом угол между ними $\alpha = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{d}{l} \omega_1 = \omega_2 \Rightarrow \dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2$ - условие ускорения.

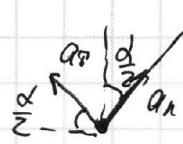
д.р. Рассл. уравнение вращательного движения отн. центральной точки O

$$4ml^2\ddot{\theta} = \sum M_O = 2mg l \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$2\ddot{\theta}l = g \sin \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \ddot{\theta}l = \frac{g}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

Рассл. шарик m

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_n; \vec{a}_n = \theta, \text{ т.к. } \vec{v}_0 = \theta$$



a_r под углом к горизонту $\frac{\alpha}{2}$.

Найду его из \triangle смежной

$$\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{0,8}{l} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1,6a}{2a} = 0,8$$

~~Учт. под углом α синус~~ $\sin \alpha = 0,8$

При этом $\alpha = \theta = \omega l \Rightarrow \theta = \frac{\omega l}{d} = \varphi = \theta$

$$a_r = \frac{g}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{g\sqrt{3}}{4} = 2,5\sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

$$a_r = \frac{g}{2} \cdot 0,8 = 0,4g = 4 \text{ м/с}^2$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

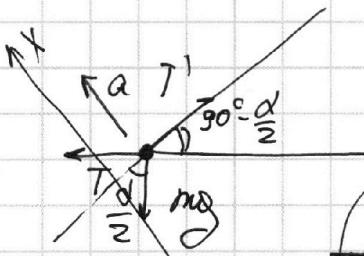
СТРАНИЦА
8 из 2

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!

Задача 3 (чудоинженер)

23-Н Ньютона

$$\vec{T} + \vec{T'} + \vec{mg} = m\vec{a}_g = m\vec{a}$$



$$Ox: T \cos \frac{\alpha}{2} = mg \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$T \cos \frac{\alpha}{2} = mg \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = mg \frac{3\sqrt{3}}{4}$$

$$T = mg \frac{3\sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2} H$$

Ox:

$$T \cos \frac{\alpha}{2} - mg \sin \frac{\alpha}{2} = \cancel{mg} \frac{1}{2} mg \sin \frac{\alpha}{2}; \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{1-0,8^2} = 0,6$$

$$T = \frac{\frac{3}{2} mg \sin \alpha / 2}{\cos \alpha / 2} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 0,8}{0,6} = \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{6} = \frac{3}{4} = 2H$$

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**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



Задача 4

Чтобы упростить $C = \frac{1}{2} R$

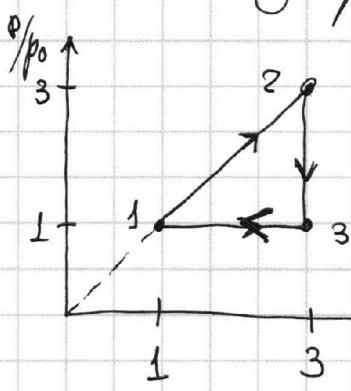
$C = \frac{3}{2} R$, это изображение

$C = \frac{5}{2} R$, это изображение

Две 1-2 приведены для наглядности

$$pV^n = \text{const}; n = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{8R - 5R}{8R - 3R} = \frac{3}{5} = 1.1$$

Это изометрия. Это график вида $p = kV$ (изотерма)



$$p_2 = k p_0 \Rightarrow V_2 = \frac{p_0}{k p_2} \text{ из уравн.}$$

$$\text{изотерм. } \frac{k^2 p_0 V_0}{\Phi \pi} = \frac{p_0 V_0}{\pi} \text{ (уравн. Гейслера)}$$

$$\Rightarrow k = 3 (-3 \text{ невозможно})$$

Чтобы упростить будем считать так.

$$Q_{12} = Q_{12} = 2VR / (T_2 - T_1) = 16VR T_0 = 16 \cdot 831 \cdot 2 \cdot 300 = \\ = 16 \cdot 831 \cdot 6 = 960831 =$$

$$= 79776 \text{ Дж}$$

т.к. 2-3 и 3-1 происходят изотермически

Это изометрия как для уравнения $pV^n = \text{const}$

$$A = \frac{5}{2} R p_0 = \frac{5}{2} VR T_0 = 9 \cdot 831 \cdot 300 = 270831 = 22437 \text{ Дж}$$



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!

С каждым участком колесика работы идёт на подъём

$$\frac{NA}{2} = MgH \Rightarrow H = \frac{NA}{2Mg} = \frac{224370}{2 \cdot 1500} = \frac{112185}{1500} = 74,79 \text{ м}$$

$$A = \frac{4}{2} \rho_0 U_0 = 2VB\pi = 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = 18 \cdot 831 = 9972 \text{ дм}$$

$$\begin{array}{r} 224370 \\ - 2 \\ \hline 224368 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224368 \\ - 2 \\ \hline 224366 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224366 \\ - 4 \\ \hline 224362 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224362 \\ - 3 \\ \hline 224359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224359 \\ - 17 \\ \hline 224342 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224342 \\ - 16 \\ \hline 224326 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224326 \\ - 1 \\ \hline 224325 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224325 \\ - 10 \\ \hline 224315 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224315 \\ - 21 \\ \hline 224314 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224314 \\ - 20 \\ \hline 224314 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224314 \\ - 18 \\ \hline 224316 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224316 \\ - 15 \\ \hline 224331 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224331 \\ - 21 \\ \hline 224310 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224310 \\ - 12 \\ \hline 224322 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224322 \\ - 23 \\ \hline 224319 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224319 \\ - 21 \\ \hline 224330 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224330 \\ + 27 \\ \hline 224357 \end{array}$$

A Это клоунаж $\Delta 1-2-3-1$

$$A = \frac{4}{2} \rho_0 U_0 = 2VB\pi = 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = 18 \cdot 831 = 9972 \text{ дм}$$

$\frac{NA}{2}$ - работа подъёма

$$\frac{NA}{2} = MgH \Rightarrow H = \frac{NA}{2Mg} = \frac{99720}{2 \cdot 1500} =$$

$$= \frac{99720}{300} = \frac{3324}{100} = 33,24 \text{ м}$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Задача 5. 1) Энергия пот. кол. равна $60 \frac{kQ}{R}$, т.к. модуль вектора заряда Q на расст. R от q

$$3C3: \frac{kqQ}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kQq}{mR}}$$

2) Докажу целиж. Пусть заряд на расстоянии x от O . Возьму вектор под углом φ_i к прямой Ox . Из симметрии $\sum F_i$ будем

$$\text{вертикально} \Rightarrow F = \sum F_i \cos \varphi_i$$

При этом вектор отталкивания q от колесика m будет

на одинак. расст. до заряда q

$$r = (x + R \cos \beta_i) \cos \varphi_i$$

$$F = \sum \frac{kqQ_i}{(x + R \cos \beta_i)^2} \cos \varphi_i$$

$$\cos \varphi_i = \frac{x + R \cos \beta_i}{r}$$

3C3 док. $\rightarrow 0$ и ∞

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{R} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

т.к. колесико скользит на расст. R от q



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Задача 5(нр.) Пусть у точки x_0 вне сферы есть φ

компьючан φ

$$\begin{array}{c} x_0 \cdot \varphi \\ \hline Q \end{array}$$

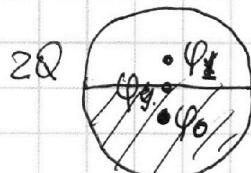
Тогда у точки x_0 все сферы

с - Q компьючан - φ в этае

$$\begin{array}{c} x_0 \cdot \varphi \\ \hline -Q \end{array}$$

(~~точка~~ точка наружности сферы)

Найдему с Q можно получить суперпозиции сферы $2Q$ и сферы $-Q$



Тогда компьючан точки x_0

$$-Q \quad \text{суперпозиции } \varphi_0 = \frac{k \cdot 2kQ}{R} - \varphi$$

(н.к. компьючан вне сферы $2Q$ $\frac{2kQ}{R}$)

А $\varphi_1 = \varphi$. Компьючан в центре все $\varphi_1 = \frac{kQ}{R}$

$$\text{Тогда } 2\varphi_1 + \frac{m\omega_0^2}{2} = \varphi_0 \Rightarrow \frac{m\omega_0^2}{2} + \frac{kQ}{R} = \varphi \quad \begin{matrix} \text{(контакт)} \\ \text{расп. B} \end{matrix}$$

$$\frac{m\omega_e^2}{2} + \frac{2kQq}{R} - \varphi_0 = \varphi_0 \quad (\text{ЗСЭ для A и C})$$

$$\frac{m\omega_e^2}{2} + \frac{2kQq}{R} = 2\varphi_0 = m\omega_0^2 + \frac{2kQq}{R}$$

$$\omega_e^2 = 2\omega_0^2 \Rightarrow \boxed{\omega_e = \omega_0 \sqrt{2}}$$



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**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" type="checkbox"/> 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!

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ \times 12 \\ \hline + 1662 \\ \hline 881 \\ \hline 9972 \end{array}$$

$$\frac{m}{2} V_0^2 + \frac{kqQ}{R} = V_0^2 \frac{m}{2}$$

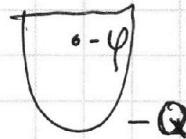
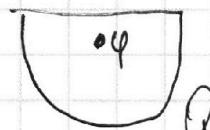
$$\frac{V}{2}$$

$$\frac{V}{2} = \omega_0 \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

$$\frac{12\sqrt{3}}{2a} = \omega$$

$$\begin{array}{r} -9972 \\ -9 \\ \hline -872 \\ -6 \\ \hline 1 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \times 3324 \\ \times 3 \\ \hline 9972 \end{array}$$

2.



$$\frac{2kQ}{R} - \varphi$$

$$\varphi \left(\frac{2kQ}{R} - \varphi \right) q = \frac{kQq}{R} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\left(\frac{2kQ}{R} - \varphi \right) q + m \frac{V_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \varphi q \quad \frac{mV_0^2}{2q} + \frac{kQ}{R} = \frac{2kQ}{R} - \varphi$$

$$\frac{2kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2} = \left(\frac{mV_0^2}{2} + \frac{2kQ}{R} \right) - \left(\frac{mV_0^2}{2} + \frac{2kQ}{R} \right)$$

$$2V_0^2 = mV_0^2 \Rightarrow V_0 = V_0 \sqrt{2}$$



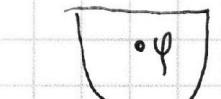


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

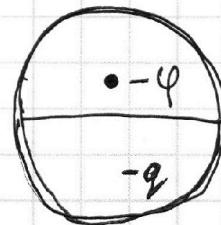
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



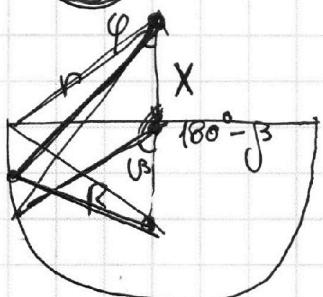
$\bullet \varphi$



$-\varphi$



$-\varphi$



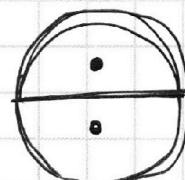
$F_i \cos \varphi$

$$\frac{2kQ}{R} = \varphi$$

$$r = (x + R \cos \beta) \frac{1}{\cos \varphi}$$

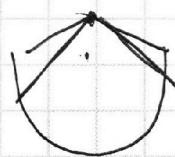
$$\frac{1}{r^2} \cos \varphi = \cos \varphi^3 \frac{1}{(x + R \cos \beta)^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{x + R \cos \beta}{r} = \frac{x + R \cos \beta}{x}$$



x

$$\frac{R}{\sin \varphi} = \frac{(x + R \cos \beta) \frac{1}{\cos \varphi}}{\sin \beta}$$

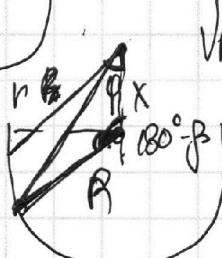


$$\frac{kQq}{r} = \frac{kQq \cos \varphi}{x + R \cos \beta}$$

$$R^2 + x^2 - 2Rx \cos \varphi = r^2$$

$$r = \sqrt{R^2 + x^2 + 2Rx \cos \beta}$$

$$\sqrt{R^2 + x^2 - 2Rx \cos \beta}$$



$$\sqrt{R^2 + x^2 - 2Rx \cos \varphi}$$



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!

$$0,6 T \cancel{\cancel{+}} - 0,8 mg = 0,4 mg$$

$$1,2 mg = 0,6 T$$