



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

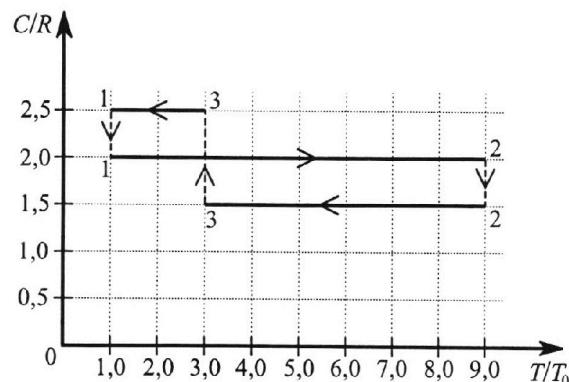
Вариант 10-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- ✓ 4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 1$ моль однотипного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200 \text{ K}$.

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



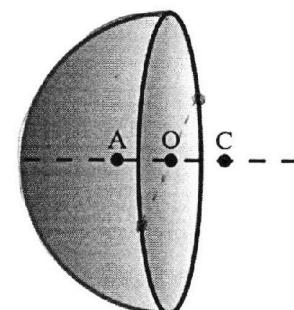
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415 \text{ кг}$ за $N = 25$ 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 кинетическая энергия частицы равна К.

✓ 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.



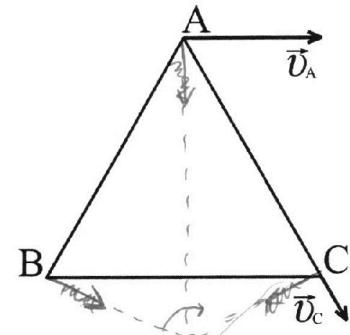
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.



- Найдите модуль v_C скорости вершины C.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

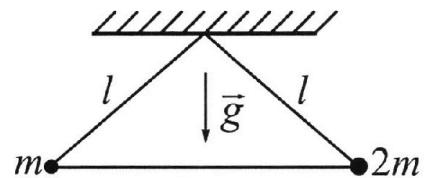
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

- 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.

- Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

- Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.

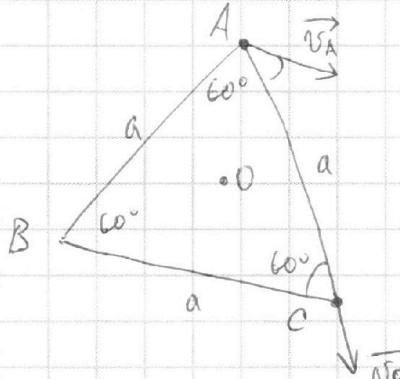
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

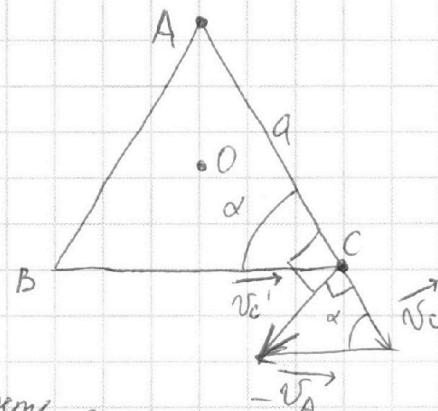
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

№1.



Перейду к с.о. А:



С.о. А скорость С образана быть перпендикулярной АС, т.к. пластинка нерастяжима.

$$\text{Могда: } v_C = v_A \cdot \cos \alpha = v_A \cdot \cos(60^\circ) = \frac{v_A}{2} = \frac{0.6}{2} = [0.3 \text{ м/с}]$$

Учебник пишет Угловая скорость бруска пластинки не зависит от центра масс \Rightarrow найду w к с.о. А, к с.о. центру масс она будет такой же.

$$w_A = v_C' = v_A \cdot \sin \alpha \Rightarrow w = \frac{v_A \sin \alpha}{a} =$$

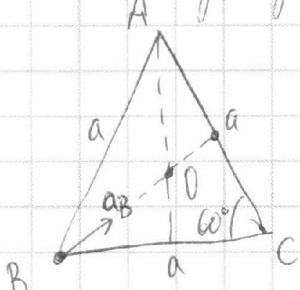
$$= \frac{0.6 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0.3} = \sqrt{3} \text{ rad/s}$$

$$n = 8 - \text{количество оборотов.} \quad w t = 2\pi \cdot n \Rightarrow t = \frac{2\pi n}{w} =$$

$$= \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 8}{\sqrt{3}} = \boxed{\frac{16 \cdot 3.14}{\sqrt{3}} \text{ с}} = \boxed{\frac{16 \cdot 3.14}{\sqrt{3}} \text{ с}} = \boxed{\frac{16 \pi}{\sqrt{3}} \text{ с}}$$

$R = m a_B$, a_B - ускорение точки В в с.о. земли.

Ускорение точки В направлено к центру бруска пластинки т.е. к центру масс. О - центр масс треугольника он расположен его центре геом. центре, т.к. треуг. однородный.



$$a_B = w^2 \cdot \frac{2}{3} (a \cdot \sin 60^\circ) = w^2 \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$R = m \cdot w^2 a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = m a \cdot \frac{3\sqrt{3}}{3} = \sqrt{3} m a =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \cdot 0.3 = \sqrt{3} \cdot 18 \cdot 10^{-6} = \boxed{18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}}$$



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

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!

Ответ: $\tau = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} c = \frac{16 \cdot 3.14}{\sqrt{3}} c$

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

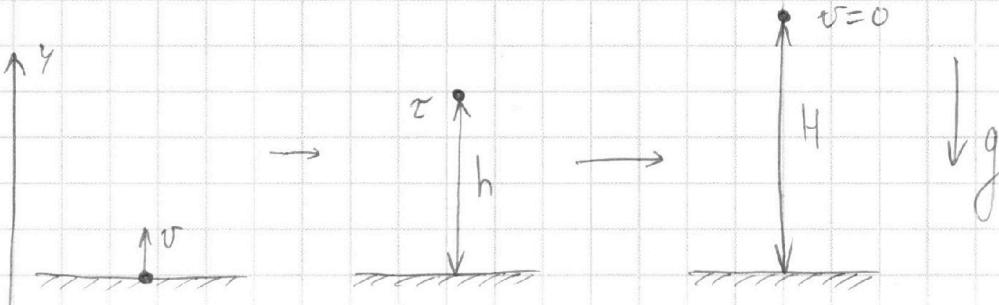
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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

N2.



$$\text{из } Oy: h = vt - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2}$$

max высота $H \Rightarrow$ скорость на этой высоте равна нулю

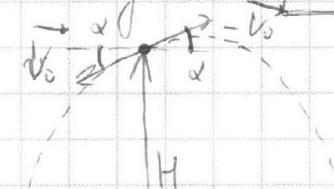
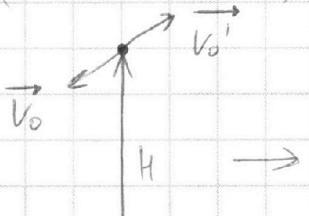
$$Oy: H = \frac{v^2 + 0^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2 = \frac{1}{2 \cdot 10} \left(\frac{15}{1} + \frac{10 \cdot 1}{2} \right)^2 = \\ = \frac{1}{20} \cdot (15 + 5)^2 = \frac{1}{20} \cdot 20^2 =$$

Финишная скорость на высоте H разгравается на 2 секунды. Его скорость в этот момент равна нулю. ~~одинаковой~~ одинаковой массы \Rightarrow

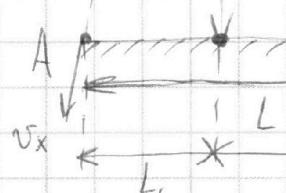
\Rightarrow в соответствии с ЗСИ Основки после разрыва их скорости будут равны

по модулю и противоположны по направлению: $\left(\frac{m}{2} \vec{V}_0 + \frac{m}{2} \vec{V}_0' \right) + 0 = \frac{m}{2} \vec{V}_0 + \frac{m}{2} \vec{V}_0' + 0 = \frac{mg dt}{dt}$

$$\left(\frac{m}{2} \vec{V}_0 + \frac{m}{2} \vec{V}_0' \right) + 0 = mg dt \Rightarrow \vec{V}_0 = -\vec{V}_0'$$



Все же доказано, что это заливка траектории освоенное. Т.к. $\vec{V}_0 = -\vec{V}_0'$, можно считать, что все траектории начальных - параболы, потому что траектория полета в поле



силы тяжести имеют 16-ю обратимость. На схеме.

Для нахождения max L буду использовать тело, прошедшее из A в B, и удовлетворяющее тому, что на высоте H его скорость будет 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
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!

By ЗСД: $\frac{v_x^2}{2} - \left(\frac{V_0^2}{2} + gH \right) = 0 \Rightarrow$
 $v_x^2 = V_0^2 + 2gH \Rightarrow v_x = \sqrt{V_0^2 + 2gH}$

$v_x = \text{const}$, не зависят от угл. парашюта \Rightarrow
~~const при~~ $\beta =$

$L = v_x \cos \beta \left(\frac{2v_x \sin \beta}{g} \right) =$

~~const~~ $\frac{2v_x^2}{g} \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta = \frac{v_x^2}{g} \cdot \sin(2\beta) \Rightarrow \max L \text{ при}$
~~const~~ $\sin(2\beta) = 1 \Rightarrow 2\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ$

$\max L_{\max} = \frac{v_x^2}{g} \cdot 1 = \frac{v_x^2}{g} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g} = \frac{V_0^2}{g} + 2H =$

$= \frac{30^2}{10} + 2 \cdot 20 = 90 + 40 = \boxed{130 \text{ м}}$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$
 $L_{\max} = 130 \text{ м}$

~~13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1~~
~~13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1~~
~~13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1~~
~~13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1~~

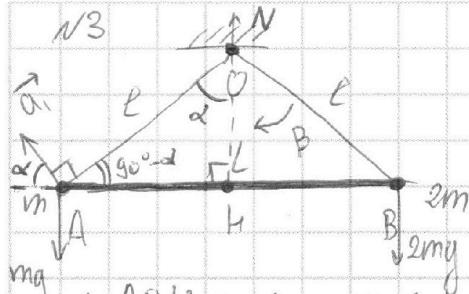


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



а) $\vec{v} \perp AO$, т.к. скорость A равна нулю \Rightarrow м. A имеет только тангенциальное ускорение, ~~броящееся~~ начиная вращаться вокруг О.

$$\angle AOH = \alpha, \text{м.к. } \angle OAH = 90^\circ - \alpha. H - \text{重心} \Delta AOB$$

$$\sin \alpha = \frac{L}{2L} = \frac{1.2L}{2L} = \boxed{0.6}$$

Определим угловое ускорение системы ~~весом~~ B относ. м. O, x-ая ось

ΣM

$$m \cdot O: J \ddot{\beta} = \Sigma M \Rightarrow \ddot{\beta} = \frac{J}{\Sigma M} - \text{где система } \Delta AOB$$

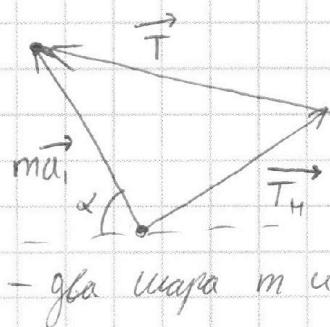
$$\Sigma M = 2mg \cdot \frac{L}{2} - mg \cdot \frac{L}{2} + N \cdot 0 = \frac{mgL}{2}$$

$$J = 2m \left(\ell^2 + m\ell^2 \right) = 3m\ell^2$$

$$\ddot{\beta} = \frac{mgL}{2 \cdot 3m\ell^2} = \frac{gL}{6\ell^2} = \frac{g \cdot 1.2L}{6 \cdot \ell^2} = \frac{1.2g}{6L} = \frac{g}{5L}$$

$$\alpha^* = \ddot{\beta} \cdot \ell = \frac{g}{5}$$

Вспомогат. 234.



\vec{T}_h - сила натяжения шнур,

Стержение небесное $\Rightarrow \Sigma M = 0$ - сущность

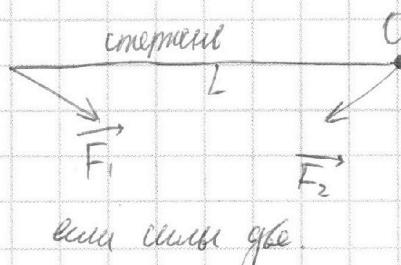
исчезает все силы на стержне отв. люб. точки

$\Sigma F = 0$ - сущность всех сил на стержне

На стержне действует только 2 силы -

- грав. массы m и 2m.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$



м. О: \vec{F}_1 должна быть ~~направлена~~ вдоль стержня, чтобы $\Sigma M = 0 \Rightarrow$

\Rightarrow силь на стержне направлены вдоль него,

все силы где.



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!

Это означает, что векторами 234 \vec{T} горизонтальна.

$$ma_1$$
$$\vec{T}$$
$$\alpha$$
$$mg$$
$$T$$
$$ma_1$$
$$\alpha$$
$$1$$
$$T = \frac{ma_1}{\cos \alpha} =$$
$$= \frac{5g}{\cos \alpha} = \frac{5g}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} =$$
$$= \frac{5 \cdot 10}{\sqrt{1 - 0,6^2}} = \frac{50}{\sqrt{1 - 0,36}} = \frac{50}{\sqrt{0,64}} = \frac{50}{0,8} = 62,5$$
$$= \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{4} = 50 \cdot 10^{-2} = 0,54$$

~~Ошибка~~ Ошибки: $\sin \alpha = 0,6$
 $a_1 = g/5$
 $T = 0,54$

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!

1/4

~~Начальное - изотермический процесс = 6~~

~~Изотермия~~

~~Начальный температурный коэффициент сжатия будет тогда в изотермии~~

~~процесс~~ $c_v = \frac{3}{2}R$

1-ое начисло ТД: $dQ = dU + dA \Rightarrow c_v dT = \frac{3}{2}VRdT + pdV \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{c_v}{J} = \frac{3}{2}R + p \frac{dV}{dT}$. 3-4 Мендел.-Капел.: $pV = \sqrt{RT} \Rightarrow$

$p dV + V dp = \sqrt{RdT} \Rightarrow \Rightarrow \frac{c_v}{J} = \frac{3}{2}R + \frac{p dV}{\sqrt{pdV + Vdp}} =$

$$= \frac{3}{2}R + R \cdot \frac{p dV}{pdV + Vdp} = \frac{3}{2}R \left(\frac{\frac{3}{2} + 1}{1 + \frac{V}{P} \frac{dp}{dV}} \right)$$

$$dp = 0 \Rightarrow \frac{c_v}{J} = \frac{3}{2}R \left(\frac{\frac{3}{2} + 1}{1 + 0} \right) = \frac{5}{2}R \text{ процесс 3-1}$$

$$dV = 0 \Rightarrow \frac{c_v}{J} = R \left(\frac{3}{2} + 0 \right) = \frac{3}{2}R \text{ процесс 2-3}$$

$$\text{Если } \frac{c_v}{JR} = 2, \text{ то } \frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{P} \frac{dp}{dV}} = 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 + \frac{V}{P} \frac{dp}{dV} = 2 \Rightarrow \frac{V}{P} \frac{dp}{dV} = 1 \Rightarrow \frac{V}{P} = \frac{dV}{dp} -$$

- прямая, бегущая из начала ко $P(V)$ процесс 1-2

$$p_1 = p_0, V_1 = V_0, p_0 V_0 = \sqrt{RT_0}$$

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3} \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{3} \Rightarrow V_3 = 3V_0; P_3 = P_0$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow P_2 = P_3 \cdot \frac{T_2}{T_3} = P_0 \cdot 3 = 3P_0$$

$$P_2 V_2 = \sqrt{RT_2} \Rightarrow V_2 = \frac{\sqrt{R \cdot 9T_0}}{P_2} = \frac{P_0 V_0 \cdot 9}{3P_0} = 3V_0$$

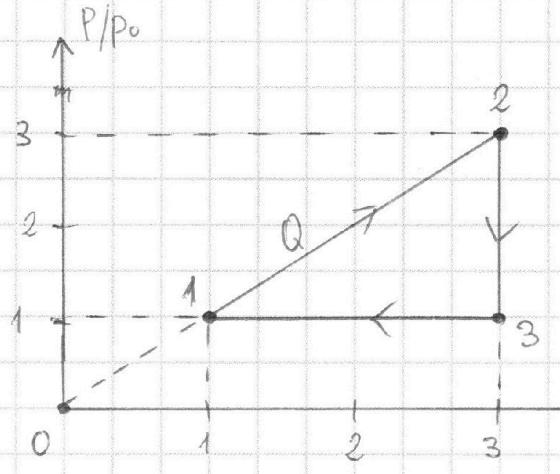
Средн. удельник $\rho_{123} = \left(\frac{P}{P_0} \right) \left(\frac{V}{V_0} \right)$

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
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!



← 2 страницы

Расширение: ~~1-2-3~~

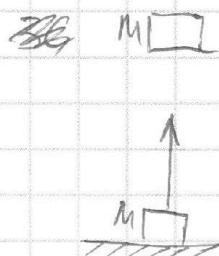
$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \\ &= U_2 - U_1 + A_{12} = \\ &= \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1) + A_{12} = \\ &= \frac{3}{2} VR \cdot 8T_0 + (V_2 - V_1) \cdot \frac{P_1 + P_2}{2} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 12VRT_0 + 2V_0 \cdot 2P_0 = 12VRT_0 + 4P_0V_0 = 16VRT_0 = \\ &= 16 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 = \cancel{16} \cdot 8,31 \cdot 200 = 3200 \cdot 8,31 = 320 \cdot 83,1 = 32 \cdot 831 \approx \\ &\approx 32 \cdot 830 = 26560 = \boxed{26,6 \text{ кДж}} \end{aligned}$$

площадь цикла на $P(V)$

$$\begin{aligned} A_1 &= \text{работа газа за цикл} \quad A_1 = \frac{1}{2} (V_3 - V_1)(P_2 - P_3) = \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2P_0 = 2P_0V_0 = 2VRT_0 \end{aligned}$$

$$A_1' = \frac{A_1}{2} = VRT_0 - \text{полученная работа нагревчика}$$



$$\text{Задача: } MgH = N \cdot A_1' = NVRT_0 \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} &NVRT_0 \\ &\Rightarrow H = \frac{Mg}{N} = \frac{25 \cdot 8,31 \cdot 2}{415 \cdot 10} = \frac{5 \cdot 8,31}{415} \approx \frac{5 \cdot 8,31}{2} = \end{aligned}$$

$$= \boxed{10 \text{ м}}$$

$$\text{Ответ: } Q_1 = 26,6 \text{ кДж}$$

$$H = 10 \text{ м}$$



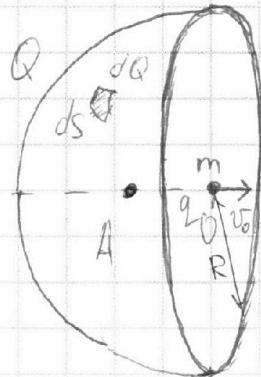
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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!

N5



Найду пот. Энергии взаимодействия в т. О.

Все точки заряды равнодistantны от О \Rightarrow
заряды заряжены равномерно
по всей поверхности.

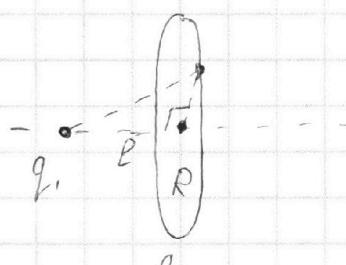
Рассмотрю малую площадку dS :

$$\delta E_n = k \frac{dQ q}{R} \Rightarrow E_n = k \frac{q}{R} \int dQ = k \frac{q Q}{R} = \frac{q Q}{4\pi \epsilon_0 R}$$

ЗСЭ: $\left(\frac{mV^2}{2} + E_{n_k} \right) - (k + E_n) = A_{\text{внеш}} = 0$, м. к. силы, кроме центростремительной преодолевают движение. $E_{n_k} = 0$, м. к. расстояние $\gg R$.

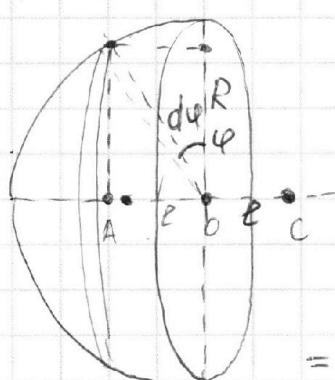
$$\frac{mV^2}{2} = k + E_n = k + \frac{q Q}{4\pi \epsilon_0 R} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(k + \frac{q Q}{4\pi \epsilon_0 R} \right)}$$

Рассмотрю тонкое кольцо и точеч. заряд на его оси



$$E_n = \int k \frac{q dq}{\sqrt{R^2 + l^2}} = \frac{k q l^2}{\sqrt{R^2 + l^2}}$$

Теперь попробую разбить плоскость на конуса, и посчитать пот. Энергии.



Конуса будут симметричны, используя φ .

$$\delta E_n = k q \cdot Q \cdot \frac{R d\varphi \cdot 2\pi \cdot R \cos \varphi}{\sqrt{(R \cos \varphi)^2 + (R \sin \varphi - l)^2}} \cdot \frac{l \sin \varphi - l}{\sqrt{R^2 \cos^2 \varphi + (R \sin \varphi - l)^2}}$$

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

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!

$$\begin{aligned}
 & \cancel{\text{1} kqQ d\varphi \cos\varphi} \quad \cancel{R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2} \\
 & \cancel{\text{2} kqQ d\varphi \cos\varphi} \quad \cancel{R^2 \sin^2\varphi - 2lR \sin\varphi + l^2} \\
 \text{E}_1 & - \text{Энергия взаимодействия в м. А.} \\
 \text{Задача: } & k + E_n - E_1 = 0 \Rightarrow E_1 = k + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \\
 \text{E}_2 & - \text{Энергия взаимодействия в м. с.} \\
 \text{Задача: } & E_2 + \frac{mv_0^2}{2} - E_1 = 0 \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = E_1 - E_2 \\
 \Leftrightarrow & kqQ d\varphi \cos\varphi \cdot \sqrt{(R \cos\varphi)^2 + (R \sin\varphi - l)^2} = \\
 & = kqQ d\varphi \cos\varphi \cdot \sqrt{R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2} \\
 & = kqQ \cdot \frac{d\varphi \cos\varphi}{\sqrt{R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2}} \quad d(\sin\varphi) = d\varphi \cos\varphi \\
 \Rightarrow \delta E_n & = kqQ \cdot \frac{d(\sin\varphi)}{\sqrt{R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2}} = - \frac{kqQ}{2lR} \cdot \frac{d(R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2)}{\sqrt{R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2}} \\
 E_n' & = - \frac{kqQ}{2lR} \cdot \int_{\pi/2}^{0} \frac{d(R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2)}{\sqrt{R^2 - 2lR \sin\varphi + l^2}} = \\
 & = - \frac{kqQ}{2lR} \cdot \left(\sqrt{R^2 - 2lR \sin(\pi/2) + l^2} - \sqrt{R^2 - 0 + l^2} \right) = \\
 & = - \frac{kqQ}{2lR} \left(\sqrt{R^2 - l^2} - \sqrt{R^2 + l^2} \right) = \frac{kqQ}{2lR} \left(\sqrt{R^2 + l^2} - R + l \right) \\
 R & \quad E_n'(2)
 \end{aligned}$$



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

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!

$$E_1 - E_2 = \frac{kqQ}{2\pi R} (\sqrt{R^2 + l^2} - R + l) + \frac{kqQ}{2\pi R} (\sqrt{R^2 + l^2} - R - l) = \\ = \frac{kqQ}{2\pi R} (2\sqrt{R^2 + l^2} - 2R) = \frac{kqQ}{2\pi R} (\sqrt{R^2 + l^2} - R)$$

$$V_C = \frac{2}{m} \cdot \frac{kqQ}{6\pi \epsilon_0 R} (\sqrt{R^2 + l^2} - R)$$

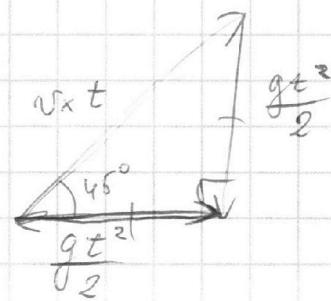


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!



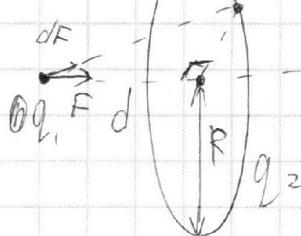
$$\frac{gt\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = v_x \Rightarrow t = \frac{2v_x}{\sqrt{2}g} = \frac{\sqrt{2}v_x}{g}$$

$$\frac{gt^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{2v_x^2}{g^2} = \frac{v_x^2}{g}$$

$$a = \frac{F}{m} \quad a = \beta L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{F}{mL}$$

$$\cancel{ml^2} \cdot \beta = F \cdot L \Rightarrow \beta = \frac{F}{ml}$$



$$F = \int k \frac{dq_2 q_1}{R^2 + d^2} \cdot \frac{d}{\sqrt{R^2 + d^2}} = k \frac{q_1 q_2}{(R^2 + d^2)^{3/2}} d$$

$$F = k \cancel{q_1 q_2} \cdot \frac{d}{(R^2 + d^2)^{3/2}}$$

$$E_n = \int k \frac{dq_2 q_1}{\sqrt{R^2 + d^2}} \cdot \frac{d}{\sqrt{R^2 + d^2}} = k q_1 q_2 \cdot \frac{d}{R^2 + d^2}$$

$$\delta E_n = k q_1 dq_2 \cdot \frac{d}{R^2 + d^2}$$

~~$$dq_2 = q_2 \sin \theta \cdot d\theta$$~~

$$dq_2 = q_2 \sin \theta \cdot d\theta \quad dq_2 \sim R$$

$$dq_2 = kR \Rightarrow q_2 = \cancel{kR}$$