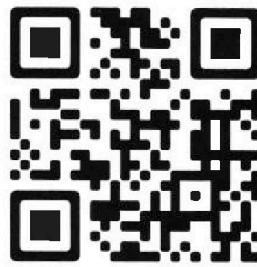




**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

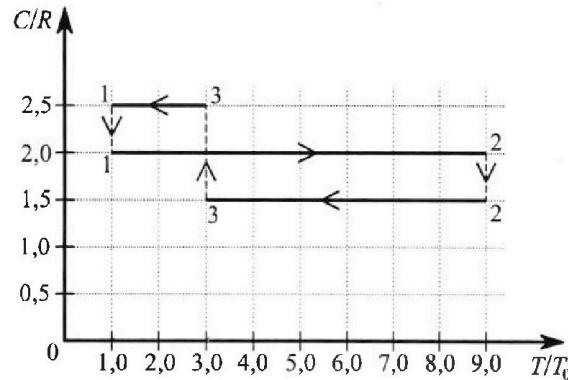
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 2$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 K$.

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

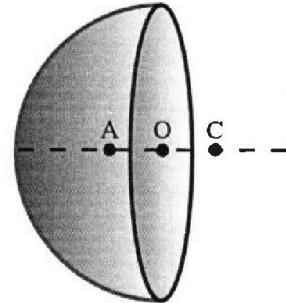
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150$ кг за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О частица движется со скоростью V_o .

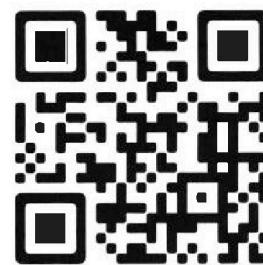


- С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
- Найдите скорость V_c , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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



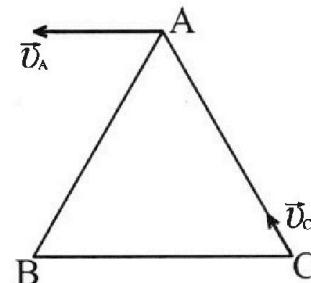
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-01

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 $v_A = 0,4 \text{ м/с}$, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2 \text{ м}$.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил три оборота?

Пчела массой $m = 100 \text{ мг}$ 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.

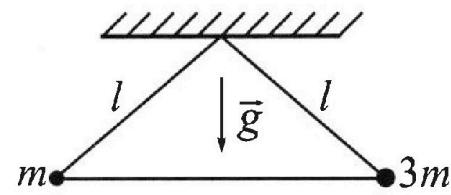
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8 \text{ м}$ фейерверк находился через $\tau = 0,8 \text{ с}$ после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20 \text{ м/с}$. 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 $m = 0,1 \text{ кг}$ 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.

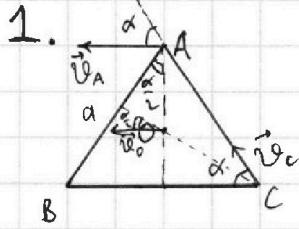


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$$\alpha = 60^\circ$$

$$1) v_A \cos \alpha = v_c = 0,4 \frac{m}{s} \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \frac{m}{s}$$

(мб. медл.)

2)] 0 - центр масс пластинки, он однозначно определен \Rightarrow 0 - пересечение медиан

$$AO = BO = CO = a \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{2}{3} \times (\text{в-во левит P/C } \Delta)$$

Проекция v_A на OA равна проекции v_o т.к. AO равна кратно (ст. медл.)

$$\Rightarrow v_o \perp AO$$

(v_o - скорость центра масс)

Проекции v_c и v_o на OC равны: $v_o \cos \frac{\alpha}{2} = v_c \cos \frac{\alpha}{2} =$

$$\Rightarrow v_o = v_c$$

Перенесем в CO у.м.:

$$\vec{v}_{AO\text{отн}} = \vec{v}_A - \vec{v}_o \quad (\text{скорость т. А})$$

$$v_{AO\text{отн}} = v_A - v_o = \omega AO \quad (\omega - \text{угловая скорость})$$

$$= \omega \frac{v_A - v_o}{AO} \quad (\omega = \text{const}, m.k. \quad M = \beta = 0)$$

$$\tau = \frac{3 \cdot 2 \pi}{\omega} = \frac{6 \pi \cdot AO}{v_A - v_o} \approx \frac{6 \cdot 3,14 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,2 \text{ м.}}{0,4 \frac{m}{s} - 0,2 \frac{m}{s}} = 3,14 \cdot 0,4 \text{ м.} \sqrt{3}$$

$$= 7,85 \text{ м.}$$

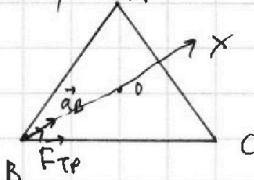
$$\approx 6,28 \sqrt{3} \text{ с}$$

ускорение т. В.

3) Точка не движется относительно пластинки $\Rightarrow \vec{a}_B = \vec{a}_{\text{пластинка}}$

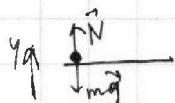
$$\vec{a}_{\text{пластинка}} = \vec{a}_{\text{пластинка}} + \vec{a}_{\text{пластинка}} = a_B = a_n = \omega^2 OB = \frac{(v_A - v_o)^2}{AO^2} \cdot AO =$$

$$= \frac{(v_A - v_o)^2}{AO} \quad (a_B = a_n, m.k. \quad \alpha \tau = 0, m.k. \quad M = \beta = 0)$$



вес сбалансирован:

Ускорение точки по ОY равно нулю ($N = mg$)



$$\text{Изл: } \vec{N} + mg + \vec{F}_{Tp} = m \vec{a}_B = \vec{R}$$

$$\text{ОУ: } F_{Tp} = ma_B = R = \cancel{mg} \cdot \frac{3(v_A - v_o)^2}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{3 \cdot (0,4 \frac{m}{s} - 0,2 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 0,2 \text{ м.} \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \cancel{g}$$



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!

$$\textcircled{=} \frac{\sqrt{3} \cdot 0,12 \cdot 0,04 \frac{m^2}{c}}{0,2 \text{ м}} = \sqrt{3} \cdot 91 \cdot 92 \frac{m}{c} = 0,02 \cdot \sqrt{3} \text{ ми}$$

Ответ: $V_c = 0,2 \frac{m}{c}$; $\tau = 2\sqrt{3}\pi c = 6,28\sqrt{3}c$; $R = 0,02\sqrt{3} \text{ ми}$

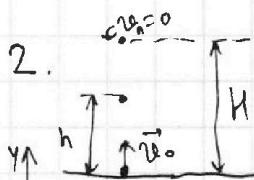


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$2. \quad \text{1) } v_0 \cdot t = h \quad \text{2) } v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} = h \Rightarrow v_0 = \frac{h}{t} + \frac{gt^2}{2} = \frac{h}{\frac{v_0 \sin \alpha_0}{g}} + \frac{g \left(\frac{v_0 \sin \alpha_0}{g} \right)^2}{2} = \frac{h}{\frac{v_0 \sin \alpha_0}{g}} + \frac{\frac{g v_0^2 \sin^2 \alpha_0}{g^2}}{2} = \frac{h}{\frac{v_0 \sin \alpha_0}{g}} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha_0}{2g} = \frac{h}{\frac{v_0 \sin \alpha_0}{g}} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha_0}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = \frac{(10 \frac{m}{s} + 4 \frac{m}{s})^2}{20 \frac{m}{s^2}} = \frac{196 \frac{m^2}{s^2}}{20 \frac{m}{s^2}} = 9,8 \frac{m}{s}$$

2) На высоте H скорость фронтальной скользящей v_H равна нулю:

$$3) \text{ u: } m \vec{v}_H = \vec{0} = \frac{m}{2} \vec{v}_0 + \frac{m}{2} \vec{v}'_0 \Rightarrow \vec{v}_0 = -\vec{v}'_0$$

массы скользят время от H до падения
 расстояние, которое скользят (1) до падения
 скользят (2) до падения
 по оси x

$$L_{max} = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha T_1 + v_0 \cos \alpha T_2 = v_0 \cos \alpha (T_1 + T_2)$$

~~$$0; -H = v_0 \sin \alpha T_1 - \frac{gt_1^2}{2} = v_0 \sin \alpha T_2 - \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_0 \sin \alpha (\tau_2 - \tau_1) = \frac{g}{2} (\tau_2^2 - \tau_1^2) = \frac{g}{2} (\tau_2 + \tau_1)(\tau_2 - \tau_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \tau_2 - \tau_1 \Rightarrow L_{max} = v_0 \cos \alpha \left(\tau_1 + \tau_2 + \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \right) =$$

$$= v_0 \cos \alpha \left(2 \tau_1 + \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \right)$$~~

Проекции (1) и (2) вместе составляют траекторию падения некоторого тела, начальная скорость которого равна v_0

~~$$3) \frac{m v_n^2}{2} = m g H + \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_n = \text{независим от } \alpha$$

$$L = \frac{v_n^2 \sin 2\beta}{g}; L_{max} = 2\beta = 90^\circ; \beta = 45^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_{max} = \frac{v_n^2}{g} = \frac{2gH + v_0^2}{g} = 2H + \frac{v_0^2}{g} = 2 \cdot 9,8 \text{ m} + \frac{(14 \frac{m}{s})^2}{20 \frac{m}{s^2}} =$$

$$= 19,6 \text{ m} + 19,6 \text{ m} = 39,2 \text{ m}$$~~



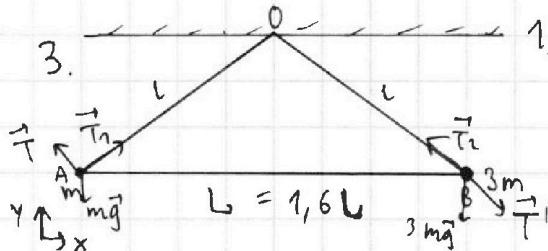


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 3

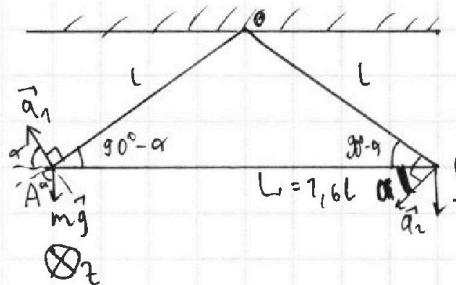
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\Rightarrow -\vec{T} + \vec{T}' = \vec{0} \quad (\text{III}_{\text{зк}}, \text{II}_{\text{зк}})$$

(как направлена \vec{T} и \vec{T}' пока не знаем)

здесь ^{здесь} ~~стремлюсь из~~ ~~шариков~~ действуют силы $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{mg} = \vec{ma}$
~~и~~ $a_y = 0 \Rightarrow T_{1y} + T_{2y} = mg$ ~~и~~ ^{направление у.н. силы} ~~и~~ ^{известно}



$$\text{III. cos (для } \triangle AOB): x^2 = l^2 + \left(\frac{16}{20}l\right)^2 - 2 \cdot \frac{16}{20}l \cdot l \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$\Rightarrow \sqrt{mg} = \cos(90^\circ - \alpha) = \frac{\frac{64}{25}x^2}{x \cdot \frac{16}{20}l^2} = \frac{64}{25} \cdot \frac{5}{16} =$$

$$= \boxed{\frac{4}{5}}$$

2) В начальном положении все точки неподвижны \Rightarrow

$$\Rightarrow \begin{cases} a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \beta & (\text{ч. с. струйки}) \\ a_1 = a_2 = 0 & (\text{Вдоль нити}) \end{cases}$$

$a_1 = a_2 = \beta l$ условие ускорение струйки из струйки и шариков отр. о

$$\text{Одн. о: } M = J \beta = J \cdot \frac{a_1}{l} = (ml^2 + 3m l^2) \frac{a_1}{l} = 4ml^2 \frac{a_1}{l} = 4m(a_1/l)$$

$$M_2 = -mg \cos(90^\circ - \alpha) + 3mg \cos(90^\circ - \alpha) = 2mg \sin \alpha$$

(направление T_1 и T_2 равны нулю)

$$\Rightarrow 2l mg \sin \alpha = 4ml a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{4}{5} = \frac{2}{5} \cdot 10 \frac{m}{s^2} =$$

$$= \boxed{\frac{4}{5} \frac{m}{s^2}}$$

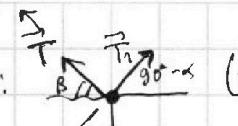
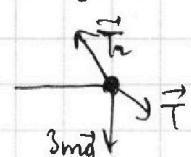


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

3) $\Sigma \vec{F}_x = 0$: 
 $\Sigma \vec{F}_y = 0$: 

$$\vec{T} + \vec{T}_1 + mg = m\vec{a}_1 \quad | \quad 2\vec{T} + \vec{T}_1 - \vec{T}_2 - mg = m\vec{a}_1 - 3m\vec{a}_n$$

$$\Rightarrow \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + 4mg = 3m\vec{a}_n + m\vec{a}_1$$

$$\vec{a}_c = \frac{m\vec{a}_1 + 3m\vec{a}_n}{4m} \quad \left. \begin{array}{l} \text{ускорение ц.м.} \\ \text{системы двух} \\ \text{материалистичных} \\ \text{стержней} \end{array} \right\}$$

$$a_{cx} = \frac{\cos\alpha(a_1 + 3a_n)}{4m}; \quad a_{cy} = \frac{5\sin\alpha(-3a_n + a_1)}{4m}$$

$$a_{cx} = a_1 \cos\alpha; \quad a_{cy} = -\frac{a_1}{2} \sin\alpha$$

$$4m\vec{a}_c = \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + 4mg \quad ; \quad 0_y: -2ma_n \sin\alpha = T_{1y} + T_{2y} - 4mg =$$

$$= -4mg + (T_1 + T_2) \cos\alpha \quad \Rightarrow \quad T_1 + T_2 = \frac{-2ma_n \sin\alpha + 4mg}{\cos\alpha} \quad | =)$$

$$0_x: 4ma_n \cos\alpha = (T_2 - T_1) \sin\alpha \Rightarrow -T_2 + T_1 = -4ma_n \operatorname{ctg}\alpha$$

$$\Rightarrow K T_2 = -K ma_n \operatorname{ctg}\alpha + \frac{4mg}{\cos\alpha} - 4ma_n \operatorname{ctg}\alpha$$

$$T_2 = -ma_n \operatorname{ctg}\alpha + \frac{2mg}{\cos\alpha} - 2ma_n \operatorname{ctg}\alpha$$

(*) проекция на Ox : $-T_1 \sin\alpha + T \cos\beta = ma_n \cos\alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{ma_n \cos\alpha + T_1 \sin\alpha}{\cos\beta} \quad ; \quad 0_y: T_1 \cos\alpha + T \sin\beta = 2ma_n \sin\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tan\beta = \frac{ma_n \sin\alpha + mg - T_1 \cos\alpha}{ma_n \cos\alpha + T_1 \sin\alpha} \quad \begin{aligned} &\text{ma}_n \sin\alpha - ma_n \cos\alpha + mg + 2ma_n \sin\alpha \\ &= \frac{3mg + 2ma_n \frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha}}{-2mg \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} - 2ma_n \cos\alpha + ma_n \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}} \end{aligned}$$

$$\cancel{= \frac{3g + g \cos^2\alpha}{-\tan\alpha - \frac{2a_n \cos\alpha}{\sin\alpha} + \frac{ma_n \sin^2\alpha}{\cos\alpha}}}$$

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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

№ 3 № для первого шарика, движущегося по окружности, перпендикулярной AO: проекция Т на ось L-ую AO

$$T_T - mg \sin \alpha = m a_1 \Rightarrow T_T = m(a_1 + g \sin \alpha) = m \frac{3}{2} g \sin \alpha$$

$$T_n + mg \cos \alpha = T_1 = m a_1 (\tan \alpha - 2 \cot \alpha) + \frac{2mg}{\cos \alpha} = m \frac{g \sin \alpha}{\cos \alpha} (\tan \alpha + 2 \cot \alpha) + mg \left(\frac{2}{\cos \alpha} - \cos \alpha \right) =$$

$$T = \sqrt{T_n^2 + T_T^2} =$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$T = \sqrt{T_n^2 + T_T^2} = \sqrt{\frac{9}{4} m^2 g^2 \sin^2 \alpha + m^2 g^2 \left(\frac{2}{\cos \alpha} - 2 \cos \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha} \right)^2} =$$

$$= m g a_1 n \cdot \frac{20}{3} \cdot \sqrt{\frac{9}{4} \cdot \frac{16}{25} + \left(\frac{20}{3} - \frac{6}{5} - \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot \frac{26}{25} \right)^2} =$$

$$= 1n \cdot \sqrt{\frac{36}{25} + \left(\frac{50}{15} - \frac{18}{15} - \frac{8}{15} \right)^2} = 1n \cdot \sqrt{\frac{36}{25} + \frac{24^2}{15^2}} = 1n \cdot \sqrt{\frac{36 \cdot 9 + 24^2}{15^2}} =$$

$$= 1n \cdot \sqrt{\frac{6^2 \cdot 3^2 + 6^2 \cdot 4^2}{25}} = 1n \cdot \frac{6}{15} \cdot \sqrt{9 + 16} =$$

$$= \frac{6 \cdot 8}{25} n = \boxed{2n}$$

Отв ET: $\sin \alpha = \frac{4}{5}$; $a_1 = 4 \frac{m}{s^2}$; $T = 2n$



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 checked="" 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!

$$u_1 \text{ при } C = \frac{\delta Q}{\delta dT} = \frac{\delta A + dU}{\delta dT} = \frac{p dV + \frac{1}{2} R dT}{\delta dT} = \frac{p dV}{\delta dT} + \frac{1}{2} R \Rightarrow i=3$$

$$\Rightarrow \frac{C}{R} = \frac{1}{2} + \frac{p dV}{R \delta dT} = \frac{3}{2} + \frac{p dV}{R \delta dT}$$

$p V = \cancel{RT}$
 $\left\{ \begin{array}{l} \cancel{3-4} \\ \text{ненесены} \\ -\text{изменения} \end{array} \right.$

В процессе 2-3: $\frac{C}{R} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{p dV}{R \delta dT} = 0 \Rightarrow dV = 0 \Rightarrow V = \text{const}$
 $p \sim T$

В процессе 1-2: $\frac{C}{R} = 2 \Rightarrow \frac{p dV}{R \delta dT} = 2 - \frac{3}{2} = \frac{1}{2} = \text{const}$

$$p = \frac{RT}{V} \Rightarrow \frac{p dV}{R \delta dT} = \frac{R T dV}{R V \delta dT} = \cancel{R} \frac{dV}{V} \cdot \frac{T}{\delta dT}$$

$$2 \int_{V_0}^{V_1} \frac{dV}{V} = \int_{T_0}^{T_1} \frac{dT}{T} \Rightarrow 2 \ln \frac{V_1}{V_0} = \ln \frac{T_1}{T_0} \Rightarrow \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^2 = \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^2 = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \Rightarrow p \sim V$$

$V_1 \text{ и } T_1$ — конечные адд. и Т в процессе
1-2, соответствующие друг другу

В процессе 3-1: $\frac{C}{R} = \frac{5}{2} \Rightarrow \frac{p dV}{R \delta dT} = 1 = \text{const}$ (аналогично процессу 1-2)

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \frac{T_1}{T_0} \Rightarrow V \sim T \quad (p = \text{const})$$

$$p_0 V_0 = \cancel{RT_0}$$

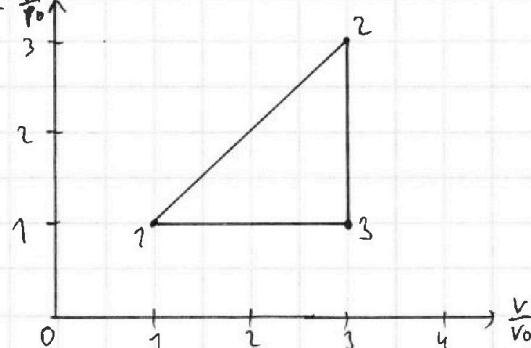
процесс 1-2: $pV = \cancel{RT} = kV^2$; $\frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \cancel{RT_1} / \cancel{RT_0} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \frac{T_1}{T_0} = \frac{V_1^2}{V_0^2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = 3 = \frac{p_1}{p_0}$$

процесс 2-3: $V_3 = V_2 = 3V_0$; $\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{p_3}{p_0} = \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$

процесс 3-1: $V \sim T$ $\frac{p_0}{p_3} = \frac{V_0}{V_3} = \frac{1}{3}$

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.

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

ч. 2) расширение происходит только в процессе 1-2:

$$Q_1 = A_{12} \cdot \eta H_{12} = \underbrace{\frac{3p_0 + p_0}{2} (3V_0 - V_0)}_{p_0 V_0 = 3RT_0} + \frac{1}{2} \Delta R (9T_0 - T_0) =$$

$$p_0 V_0 = 3RT_0 \quad \text{5 шаг графика}$$

$$= 2p_0 \cdot 2V_0 + 3\Delta R \cdot 4T_0 = 4 \Delta RT_0 + 12\Delta RT_0 = 16 \Delta RT_0 =$$

$$= 16 \cdot 2 \text{ млн. } 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} = 16 \cdot 6 \cdot 831 \text{ Дж} = 96832 \text{ Дж} =$$

$$= \boxed{96832 \text{ Дж}}$$

$$3) A = \frac{(3p_0 - p_0)(3V_0 - V_0)}{2} = 2p_0 V_0 = 2 \Delta RT_0 \quad \begin{matrix} \text{холодильник} \\ \text{использовано} \\ \text{амолезное } \eta A = 0,5 A \end{matrix}$$

работа газа на графике

(*) делит на два, т.к. половина

работы газа идет на нагрев

$$\text{знач. } Mg H = \frac{10 A}{2} = 10 \Delta RT_0 \Rightarrow H = \frac{10 \Delta RT_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \text{ млн. } 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300}{250 \text{ кг} \cdot 10^3 \text{ Н}} =$$

$$= \frac{96832 \text{ Дж}}{250 \text{ кг}} = \frac{96832 \text{ Дж}}{100 \text{ кН}} = \boxed{968,32 \text{ кН}} = \boxed{33,24 \text{ м}}$$

ОТВЕТ: $Q_1 = 96832 \text{ кДж}$; $H = 33,24 \text{ м}$



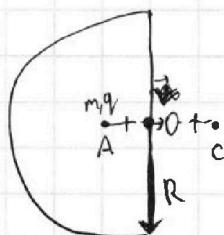
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

5.) 1) Всему симметрии колокола нет действующие перпендикулярные оси симметрии компенсируются.



потенциальная энергия заряда в точке 0 равна: $\frac{kQq}{R}$ (м.к. для каждого маленького заряда поверхности сферы пот.энергия будет равна $\frac{kqdq}{R}$, суммарная получает $\frac{kQq}{R}$)

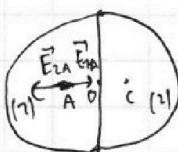
$\rightarrow x$

$$3C3: \frac{\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQq}{R}}{2} = \frac{mv^2}{2} \quad (на \text{большом} \text{расстоянии это} \quad W_{\infty}=0)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$$

2) $OA = OC$

и берегу B, составленную из двух таких, как в задаче заряженную



внутри же $E=0$ (по теореме Гаусса) 2) $F \neq 0$

значит в Т.А., $E_{Ax} = E_{Cx}$, но для правой (второй) полусфера тонка A расположена так, что точка C от нее полуслепая (1) $\Rightarrow E_{Cx} = E_{Ax}$ (полярность двух полуслепых складываются)

и так для любой другой, симметричной относительно точек A и C $\Rightarrow \Delta W_{AO} = \Delta W_{OC}$ между A и C $\Rightarrow \Delta W_{AO} = \Delta W_{OC}$ (между O и C)

изменение потенциальной энергии при переходе из A в O

$$3C3: \frac{\frac{mv_0^2}{2} - \Delta W_{AO}}{2} = \frac{\frac{mv_C^2}{2} - \Delta W_{OC}}{2}$$

$$\Rightarrow 3C3: \cancel{\frac{\frac{mv_0^2}{2} - \Delta W_{AO}}{2}} = \frac{\frac{mv_0^2}{2}}{2} \Rightarrow \cancel{\frac{\Delta W_{AO} = \Delta W_{OC}}{2}} = m v_0^2 \Rightarrow$$

$$v_C = \sqrt{2} v_0$$

$$ОТВЕТ: v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$$

$$v_C = \sqrt{2} v_0$$

$$\int_{x_A}^{x_C} E(x) dx$$



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!

$$\tau = 2 \cdot \frac{v_n \sin \varphi}{g} ; \quad L = \frac{2 v_n^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{v_n^2 \sin 2\varphi}{g}$$

$$\begin{array}{r} 98 \\ \times 2 \\ \hline 196 \\ 180 \\ \hline 196 \\ 196 \\ \hline 196 \\ 196 \\ \hline 392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 16 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

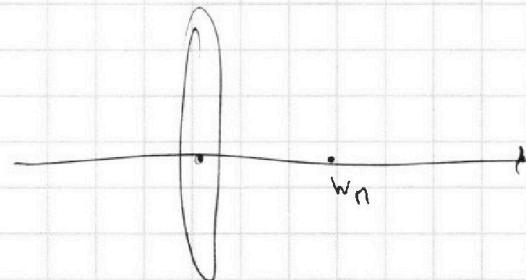
$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 6 \\ \hline 96 \\ 96 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ 831 \\ \hline 196 \\ 180 \\ \hline 180 \\ 180 \\ \hline 720 \\ 720 \\ \hline 776 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 8 \\ \hline 6408 \\ 6408 \\ \hline 6648 \end{array}$$

$$\frac{kQq_1}{r} - q \quad \frac{kQ}{r^2} - E \quad \frac{kQq}{r} - F$$

$$\frac{kQq}{r} - w \quad dw = Edr$$



~~Контактная сила~~