



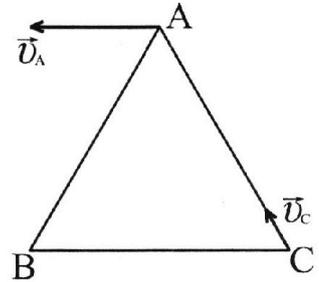
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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

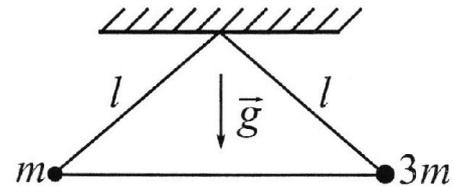
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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. Шарик скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик 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.



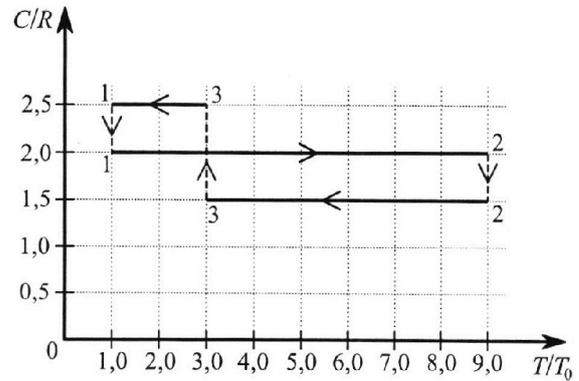
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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



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

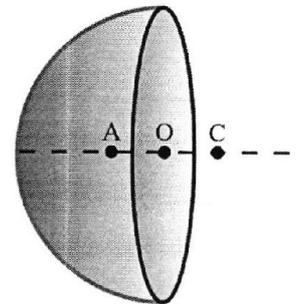
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

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

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

$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закрепленной 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 .



1. 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.

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.

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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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



1

Дано:

$t=0$

$v_A = 0,4 \text{ м/с}$

$\vec{v}_A \parallel BC$

$\vec{v}_C \parallel AC$

$a = 0,2 \text{ м}$

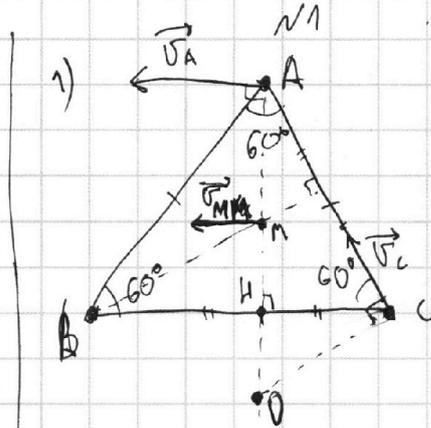
$100 \text{ мс} = 0,1 \text{ с} = 10^{-1} \text{ с}$
 ~~$m = 10^{-2} \text{ кг}$~~

$m \ll M$

$v_C = ?$

$r = ?$

$R = ?$



$AD \perp \vec{v}_A$
 $CO \perp \vec{v}_C$ — т.о. — мгновенный центр вращ.

$\frac{v_A}{AO} = \frac{v_C}{CO}$ — тоже

$\frac{v_A}{AO} = \frac{v_C}{CO} \Rightarrow v_C = v_A \cdot \frac{CO}{AO}$

$AO \perp BC = H \Rightarrow CH = \frac{a}{2}$ т.к. Δ р/с

$\angle ACO = 90^\circ$ т.к. $CO \perp AC (\vec{v}_C)$ $\Rightarrow \angle BCO = 30^\circ$

$\angle ACB = 60^\circ$ т.к. Δ р/с

$\angle CHO = 90^\circ$ т.к. $AO \perp BC (\vec{v}_A)$

$\Rightarrow \Delta HOC$ — прямоугольный $\angle C = 30^\circ$

$\Rightarrow OH = \frac{a}{2\sqrt{3}}$ и $OC = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$AH = \frac{\sqrt{3}a}{2}$ т.к. высота в р/с Δ

$\Rightarrow OA = OH + AH = \frac{a}{2\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{3}a}{2} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$

$OC = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$\frac{OC}{OA} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_C = v_A \cdot \frac{1}{2} = \frac{v_A}{2} \Rightarrow v_C = 0,2 \text{ м/с}$

2) т. М — т. п. — не мед. \Rightarrow т. М — центр масс Δ

и $MH = \frac{1}{3} AH = \frac{a}{2\sqrt{3}} \Rightarrow OM = MH + OH = \frac{a}{2\sqrt{3}} + \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$\Rightarrow \vec{v}_M$ — скорости т. М + АН $\Rightarrow \vec{v}_M \parallel BC \Rightarrow \vec{v}_M \parallel \vec{v}_A$

$\frac{v_M}{OM} = \frac{v_A}{OA}$ т.к. О — м.ц. вращ. $\Rightarrow v_M = v_A \cdot \frac{OM}{OA} \Rightarrow$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

$$\Rightarrow v_M = v_A \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{v_A}{2} \Rightarrow v_M = \frac{v_A}{2}$$

Перейдем в СО Ц.М. $\Rightarrow v'_A = v_A - v_M$, т.к. $v_M \parallel v_A \Rightarrow$

$$\Rightarrow v'_A = \frac{v_A}{2} \Rightarrow \omega'_A = \frac{v'_A}{AM}$$

$$AM = \frac{2}{3} AH, \text{ т.к. } M - \text{центр масс} \Rightarrow AM = \frac{a}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

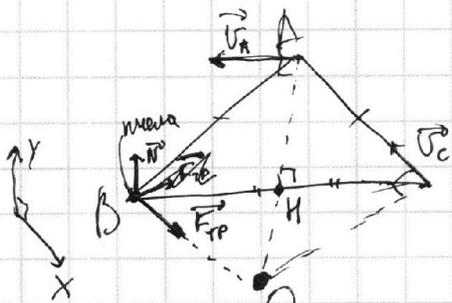
$$\Rightarrow \omega'_A = \frac{\frac{v_A}{2}}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot v_A}{2a}$$

т.к. в СО Ц.М. \Rightarrow все т. вращ. вокруг Ц.М. $\Rightarrow \omega'_A = \omega'_B = \omega'_C = \omega'$

$$\Rightarrow \omega' = \frac{\sqrt{3} v_A}{2a} \Rightarrow \tau = \frac{6\pi}{\frac{\sqrt{3} v_A}{2a}} = \frac{12\pi \cdot a}{\sqrt{3} v_A} = \frac{4\sqrt{3} \pi a}{v_A} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{4\sqrt{3} \pi a}{v_A} = 2\sqrt{3} \pi \cdot \frac{2a}{v_A} = 6,28\sqrt{3} \text{ с}$$

5) т.к. $m \ll M$, то пружина никак не влияет на движение маятника. \checkmark AH - высота в $\text{P.L.} \Delta \Rightarrow AH$ - выс. и мед.



$\Rightarrow \Delta BHO$ и ΔCHO :

$BH = CH$, т.к. AH - мед.

$\angle BHO = \angle CHO = 90^\circ$, т.к. AH - выс.

OH - общ.

$\Rightarrow \Delta BHO = \Delta CHO$, по 2 катетам \Rightarrow $OB = OC \Rightarrow \frac{v_B}{OB} = \frac{v_C}{OC}$, т.к. τ - ω - ω .

$$\Rightarrow v_B = v_C = \frac{v_A}{2} \text{ (из п. 1)} \Rightarrow a_{\text{усCB}} = \frac{v_B^2}{OB} = \frac{v_A^2}{4 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}}}$$

$$\Rightarrow a_{\text{усCB}} = \frac{\sqrt{3} a v_A^2}{4a} - \text{центр масс, ускор. т. B}$$

$$\Rightarrow F_{\text{TP}} = m a_{\text{усCB}} = \frac{\sqrt{3} m v_A^2}{4a} - \text{из II 3.Н. на OX}$$

$$N = m g, \text{ из II 3.Н. на OY}$$

$$\Rightarrow R = m \sqrt{g^2 + \frac{3v_A^4}{16a^2}} \Rightarrow R = m \sqrt{g^2 + \frac{3v_A^4}{16a^2}}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{F_{\text{TP}}^2 + N^2}, \text{ т.к. } \vec{N} \perp (ABC) \perp \vec{F}_{\text{TP}} \in (ABC)$$

$$\Rightarrow \vec{N} + \vec{F}_{\text{TP}}$$



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
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!

$$\Rightarrow R = 10^{-4} \cdot \sqrt{100 + \frac{3 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^4}{16 \cdot 10^2 \cdot 2^2}} = 10^{-4} \cdot \sqrt{100 + 12 \cdot 10^{-2}} = 10^{-4} \cdot \sqrt{100,12}$$
$$\approx 10^{-4} \cdot 10 = 10^{-3} \Rightarrow R \approx 10^{-3} \text{ Н}$$

Ответ: 1) $V_c = \frac{V_A}{2}$; $V_c = 0,2 \text{ м/с}$

2) $\gamma = \frac{4\sqrt{3}\pi a}{V_A}$; $\gamma \approx 6,28 \cdot \sqrt{3} \text{ с}$

3) $R = m \cdot \sqrt{g^2 + \frac{3V_A^4}{16a^2}}$; $R \approx 10^{-3} \text{ Н} = 10^{-4} \cdot \sqrt{100,12} \approx 10^{-4} \text{ Н}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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

Дано:

$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$v = 0,8 \text{ с}$$

$$h = 8 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F_c = 0$$

$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$L_{\max} = ?$$

$$H = ?$$

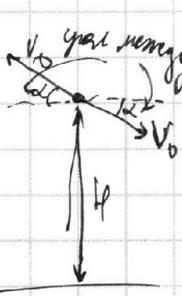
1) т.к. скорость была ненулевой, то все энергии сразу все топливо (энергия от сгорания) перешла в скорость (по ЗИУ.)

$$v^2 - \frac{g^2 r^2}{2} = h \Rightarrow v = \frac{h}{r} + \frac{g^2 r}{2} \Rightarrow v = 10 + \frac{8}{2} = 14 \text{ м/с}$$

$\Rightarrow v = 14 \text{ м/с}$ - начальная скорость (после сгорания) m - масса протерпевшего после сгорания

ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} = mgH$, т.к. $F_c = 0$ (нет сопротивления)

$$H = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow H = \frac{14^2 - 10^2}{2 \cdot 10} = \frac{49}{5} = 9,8 \text{ м} \Rightarrow H = 9,8 \text{ м}$$



2) т.к. в верхней точке $v' = 0$ - скорость в верхней точке

$\Rightarrow P' = 0$ - в импульсе в верхней точке \Rightarrow

ЗЗЗ ЗИУ: скорости осколков равны по модулю и напр. по напр. (т.к. одинаковая масса $\frac{m}{2}$)

~~ЗЗЗ ЗИУ~~: 1-ый осколок пролетит $L_1 =$

$$L_1 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_1, \text{ где } t_1 - \text{время полёта 1-го}$$

$$L_2 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_2, \text{ где } t_2 - \text{время полёта 2-го}$$

$$V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = -H \Rightarrow \frac{g}{2} t_1^2 - V_0 t_1 - H = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$-V_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = -H \quad \frac{g}{2} t_2^2 + V_0 t_2 - H = 0 \Rightarrow t_2 = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$\Rightarrow L_1 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$L_2 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{-V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g} \Rightarrow L_1 + L_2 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2\sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$\Rightarrow L_1 + L_2 = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2\sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g} = \frac{2V_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g} - \text{по условию } \cos \alpha = 1$$

$$\Rightarrow L_{\max} = \frac{2V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g} \Rightarrow L_{\max} = \frac{2 \cdot 20^2 \cdot \sqrt{400 + 2 \cdot 10 \cdot 49,8}}{10} = \frac{4 \cdot \sqrt{596}}{10}$$



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!

$$= 4 \cdot \sqrt{596} = 4 \cdot 2 \cdot \sqrt{149} = 8\sqrt{149} \Rightarrow L_{\max} = 8\sqrt{149} \text{ м}$$

Ответ: 1) $H = 9,8 \text{ м}$

2) $L_{\max} = \frac{2V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$; $L_{\max} = 8\sqrt{149} \text{ м}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Дано:

$m = 0,1 \text{ кг}$
 $L = 1,6 \text{ л}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\sin \alpha = ?$
 $a_1 = ?$
 $T = ?$

$\vec{a}_1 \perp L_1$, т.к. если \angle между O_m и $\vec{a}_1 > 90^\circ$, то нить растянется, что невозможно
 если \angle между O_m и $\vec{a}_1 < 90^\circ$, то нить перестанет быть натянутой и mg не будет уравновешена и нить отлетит к стене

$\Rightarrow \angle$ между O_m и $\vec{a}_1 = 90^\circ \Rightarrow \vec{a}_1 \perp L_1 \Rightarrow \alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 90^\circ - \beta$
 β - угол между L и L_2 - прот. косинусов.
 $L^2 + (1,6L)^2 - 2 \cdot L \cdot 1,6L \cdot \cos \beta = l^2$
 $(1,6L)^2 = 2 \cdot L \cdot 1,6L \cdot \cos \beta$
 $1,6 = 2 \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = 0,8 \Rightarrow \sin \alpha = \cos \beta = 0,8$
 $\sin \alpha = \sin(90^\circ - \beta)$

2) \vec{a}_2 - ускорение груза шарика массой $3m$
 $\vec{a}_2 \perp L_2$, аналог, как и в п.1 / $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2|$ и $\alpha = \gamma$, угол между \vec{a}_2 и вер. стержнем несжимаемый
 ось $OZ_1 \parallel \vec{a}_1$ / \parallel З.Н. OZ_1 : $T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha = ma_1$
 ось $OZ_2 \parallel \vec{a}_2$ / \parallel З.Н. OZ_2 : $T \cdot \cos \gamma + 3mg \sin \gamma = 3ma_2$

$\Rightarrow 2mg \sin \alpha = 4ma_1$, т.к. $a_1 = a_2$ и $\alpha = \gamma \Rightarrow a_1 = \frac{g \sin \alpha}{2} = 0,4g \Rightarrow$
 $\omega a_1 = 4 \text{ м/с}^2$



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.

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!

$$\begin{aligned} 3) \quad T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha &= ma_1 \\ -T \cdot \cos \gamma + 3mg \cdot \sin \gamma &= 3ma_2 \quad | -mg \cdot n.2 | \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 2T \cdot \cos \alpha - 2mg \sin \alpha = -2ma_1, \text{ т.к. } a_1 = a_2 \text{ и } \alpha = \gamma, \text{ } mg \cdot n.2$$

$$\begin{aligned} T \cdot \cos \alpha &= 2mg \sin \alpha - ma_1 \\ a_1 &= \frac{g \sin \alpha}{2}, \text{ } mg \cdot n.2 \end{aligned} \quad \left| \Rightarrow T \cdot \cos \alpha = 1,5 mg \sin \alpha \right.$$
$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}, \text{ т.к. } \alpha \in (0; 90^\circ)$$

~~888~~

$$\Rightarrow T = 1,5 mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} \Rightarrow T = 1,5 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{0,8}{\sqrt{0,36}} =$$

$$= 1,5 \cdot 1 \cdot \frac{0,8^4}{0,63} = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ Н} \rightarrow \underline{T = 2 \text{ Н}}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,8$

2) $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$

3) $T = 2 \text{ Н}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Дано:

$$\nu = 2 \text{ моля}$$

1-атомный

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$M = 150 \text{ кг}$$

$$N = 10$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K}$$

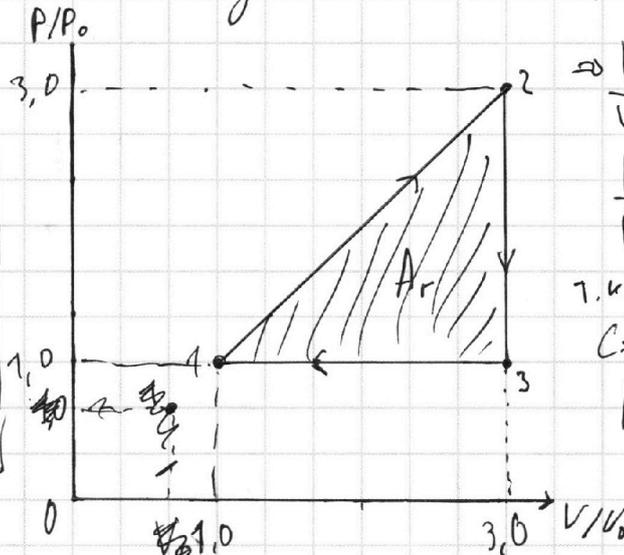
$$A_{\text{II}} = \frac{1}{2} A_{\text{I}}$$

уч-мк ($P/P_0; V/V_0$)

$$Q_1 = ?$$

$$\mu = ?$$

1) т.к. на участке 3-1 $C = 2,5 R$, то изобар
т.к. на участке 2-3 $C = 1,5 R$, то изохора



$$\Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 3$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = 3$$

т.к. на участке 1-2
 $C = 2R$, то мин. зал-те
 $P(V)$

2×831
 1662
 1662×3
 4986
 $4986 + 4986$
 9972

$$2) Q_{12} > 0, \text{ т.к. } A_{12} > 0 \text{ и } \Delta T_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12} = \nu C_{12} (T_2 - T_1) = 2 \nu C_{12} T_0$$

$$Q_{23} < 0, \text{ т.к. } A_{23} = 0 \text{ и } \Delta T_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} = \nu C_{23} \Delta T_{23} = \nu C_{23} (T_3 - T_2) = \nu C_{23} (T_1 - T_2)$$

$$Q_{31} < 0, \text{ т.к. } A_{31} < 0 \text{ и } \Delta T_{31} < 0$$

$$\Rightarrow Q_{12} = Q_1 - \text{нагревание}$$

$$Q_1 = Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12} = \nu \cdot 2R \cdot (T_2 - T_1) = 2\nu R \cdot 8T_0 = 16\nu R T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_1 = 16 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 8,31 = 32 \cdot 3 \cdot 8,31 = 2493,32 = 2497,32 \text{ Дж}$$

$$3) A_r = 2V_0 \cdot 2P_0 \cdot \frac{1}{2} = 2P_0 V_0 - \text{работа газа за цикл}$$

$$P_0 V_0 = \nu R T_0, \text{ из 3. Менг. Клауи.}$$

$$\Rightarrow A_r = 2\nu R T_0 \Rightarrow A_{\text{II}} = \frac{1}{2} A_r = \nu R T_0 \Rightarrow \text{за } N \text{ циклов } A_{\text{об}} = N \cdot A_{\text{II}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow A_{\text{об}} = 10 \nu R T_0 \Rightarrow 3 \text{ СЭ: } A_{\text{об}} = M g H$, т.к. медленно \Rightarrow вся работа идет на увеличение потенциальной энергии.



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

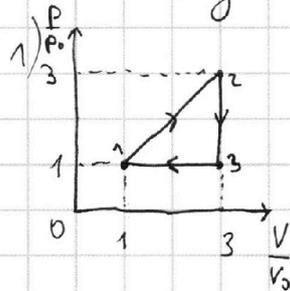
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow M g H = N \sqrt{RT_0} \Rightarrow H = \frac{N \sqrt{RT_0}}{M g} \Rightarrow H = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300^2}{150 \cdot 10} = 7 \cdot 8,31 =$$

$$\Rightarrow 33,24 \Rightarrow H = 33,24 \text{ м}$$

Ответ: 2) $Q_1 = 16 \sqrt{RT_0}$; $Q_1 = 49446 \text{ Дж}$

3) $H = \frac{\sqrt{RT_0} \cdot N}{M g}$; $H = 33,24 \text{ м}$



$$\begin{array}{r} 7 \cdot 8,31 \\ \hline 33,24 \end{array}$$



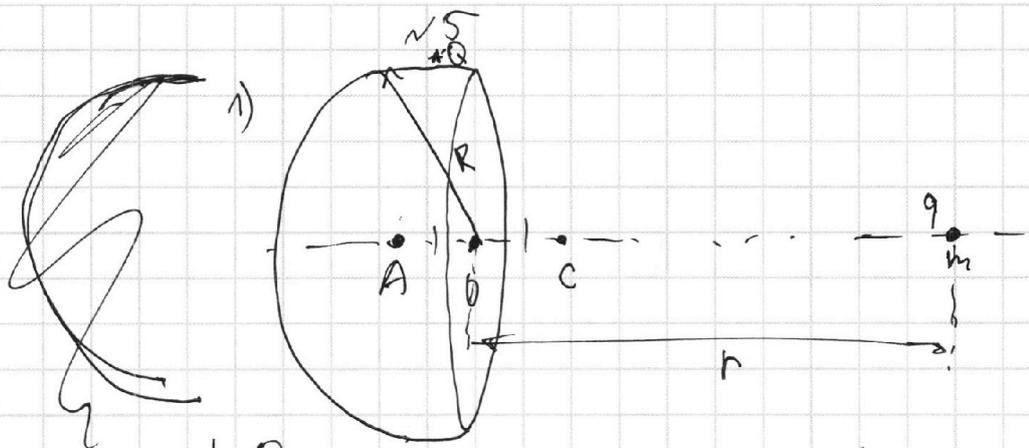
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Дано:
Q R
m
q
 $r \gg R$
 v_0
k
 $AO = OC$
 $v - ?$
 $v_c - ?$



$\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$ - потенциал заряда q в т. O, т.к. т. O равноудалена от сфер.

$\varphi_r = \frac{kQ}{r}$ - потенциал q на расстоянии r от т. O, т.к. $r \gg R$, то радиус можно считать точечным зарядом с центром в т. O

$\Rightarrow A_{or} = q \cdot (\varphi_0 - \varphi_r)$ - работа по перемещению из т. O на расстояние r

$\Rightarrow A_{or} = kqQ \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$

$r \gg R \Rightarrow \frac{1}{r} \ll \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{r}$ можно пренебречь \Rightarrow

$\Rightarrow A_{or} = \frac{kqQ}{R}$

$A_{or} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow m(v^2 - v_0^2) = \frac{2kqQ}{R}$
 $v^2 = v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR} \Rightarrow$

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

2) A_{Ao} - работа по перемещению из т. A в т. O

φ_A и φ_c - потенциалы в т. A и C, т.к. A и C - симм-но $\Rightarrow \frac{\varphi_A + \varphi_c}{2} = \varphi_0^*$ $\Rightarrow \varphi_c = 2\varphi_0 - \varphi_A$

A_{oc} - работа по перемещению из т. O в т. C



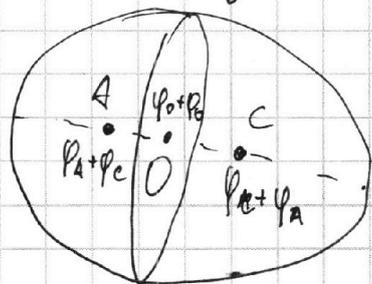
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

* Если мы добавим радиусу до сферы, то в т. А добавится φ_A , в т. С добавится φ_C , а в т. O добавится $\varphi_0 \rightarrow 2\varphi_0 = \varphi_A + \varphi_C$, т.к. внутри сферы $\varphi = \text{const}$



$$A_{AO} = q \cdot (\varphi_A - \varphi_0)$$

$$A_{AO} = \frac{mV_0^2}{2} \quad (\text{Теор. о кин. энерг.})$$

$$A_{OC} = q \cdot (\varphi_0 - \varphi_C) \Rightarrow A_{OC} = q \cdot (\varphi_A - \varphi_0) \Rightarrow$$

$$\varphi_C = 2\varphi_0 - \varphi_A$$

$$A_{OC} = \frac{mV_c^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \quad (\text{теор. о кин. энерг.})$$

$$\Rightarrow A_{AO} = A_{OC} \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_c^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_c^2 = 2V_0^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_c = \sqrt{2}V_0$$

$$\text{Ответ: } 1) V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

$$2) V_c = \sqrt{2}V_0$$



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
__ 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!

