

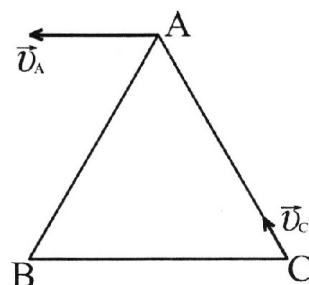
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

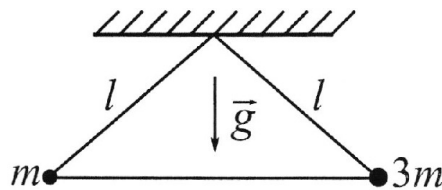
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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



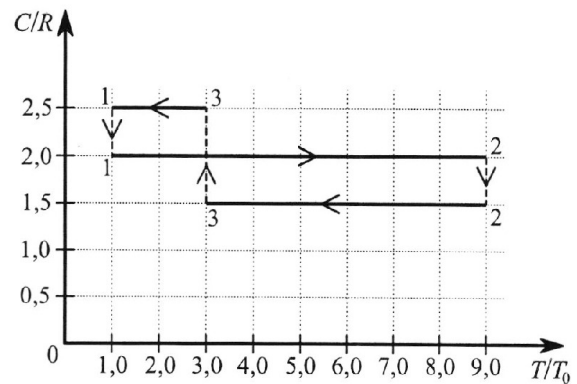
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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, $T_0 = 300$ 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.

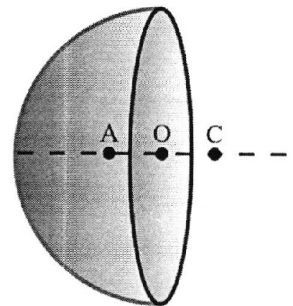
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

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

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная

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

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

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:

$t=0$

$v_A = 0,4 \text{ м/с}$

$\vec{v}_A \parallel BC$

$\vec{v}_C \parallel AC$

$a = 0,2 \text{ м}$

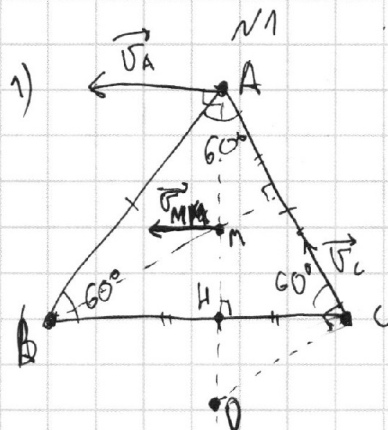
$100 \text{ мс} = 0,1 \text{ с} = 10^{-1} \text{ с}$
 $m = 10^{-2} \text{ кг}$

$m \ll M$

$v_C - ?$

$r - ?$

$R - ?$



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

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

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

$AO \perp BC \Rightarrow CH = \frac{a}{2}$ 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. $AO \perp BC (\vec{v}_A)$ $\Rightarrow$

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

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

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

$\Rightarrow OA = OH + AH = \frac{a}{2\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{3}a}{2} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$ $\Rightarrow \frac{OC}{OA} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

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

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

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

$\Rightarrow \vec{v}_M$ — 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 — мин. центр 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!

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

Перейдем в СО Ц.М. $\Rightarrow v'_A = v_A - v_m$, т.к. $\vec{v}_m \parallel \vec{v}_A \Rightarrow$

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

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

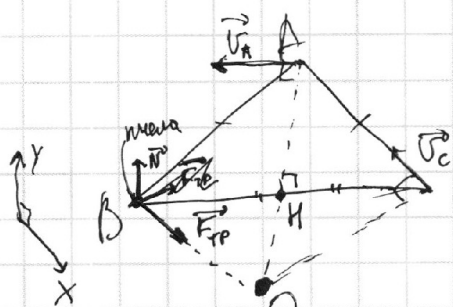
$$\Rightarrow W'_A = \frac{\frac{a v_A}{2}}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot v_A}{2a}$$

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

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

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

5) т.к. $m \ll M$, то масса никак не влияет на движение системы. (построение, как в п.1) $\Rightarrow$ 0 - мгновенный центр вращ.



$\Rightarrow \triangle BHO$ и $\triangle CHO$.

$BH = CH$, т.к. AH - медиана

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

OH - общая

$\Rightarrow \triangle BHO = \triangle CHO$, по 2 катетам $\Rightarrow$ вращ.

$\Rightarrow OB = OC \Rightarrow \frac{v_B}{OB} = \frac{v_C}{OC}$, т.к. O - мгновенный центр вращ.

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

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

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

$$N = mg, \text{ из II 3.Н. на OY}$$

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

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



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!

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

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



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 ☐

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:

$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$v = 0,8 \text{ с}$$

$$h = 8 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F_c = 0$$

$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$L_{\max} = ?$$

$$H = ?$$

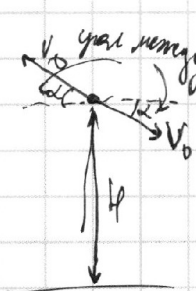
1) т.к. движение было мгновенным, то все энергия передана в скорость (по ЗИУ.)

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

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

$$\text{ЗЗЭ: } \frac{mv^2}{2} = mgh, \text{ т.к. } F_c = 0 \text{ (нет трения)}$$

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



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

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

ЗЗЭ: скорости отскоков равны по модулю и напр. по напр. (т.к. одинаковые массы $\frac{m}{2}$)

1-ый отскок продолжит $L_1 =$

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

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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow L_{\max} = \frac{2V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g} \Rightarrow L_{\max} = \frac{2 \cdot 20 \cdot \sqrt{400 + 2 \cdot 10 \cdot 9,8}}{10} = \frac{4 \cdot \sqrt{596}}{10}$$



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 растягивается, 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. Итого нить не летит.

$\vec{a}_1 \perp L_1$, т.к. если $\angle$ между O_m и $\vec{a}_1 > 90^\circ$, то нить растягивается, 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. Итого нить не летит.

$\Rightarrow \angle$ 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 - по т. 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 второго шарика массой $3m$

$\vec{a}_2 \perp L_2$, аналогично, как и в п. 1. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2|$ и $\alpha = \gamma$, где γ - угол между $\vec{a}_2$ и вер.

осв $OZ_1 \parallel \vec{a}_1$ $\Rightarrow \parallel \text{З.Н. } OZ_1: T \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma_1$

осв $OZ_2 \parallel \vec{a}_2$ $\Rightarrow \parallel \text{З.Н. } OZ_2: T \cos \gamma + 3mg \sin \gamma = 3ma_2$

$\Rightarrow 2mg \sin \alpha = 4ma_1$, т.к. $a_1 = a_2$ и $\alpha = \gamma \Rightarrow a_1 = \frac{g \sin \alpha}{2} = 0,4g \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = 4 \text{ м/с}^2$



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!

$$\begin{aligned} 3) \quad & T \cdot \cos \alpha - m g \cdot \sin \alpha = m a_1 \\ & -T \cdot \cos \gamma + 3 m g \cdot \sin \gamma = 3 m a_2 \quad | -m g n.2 | \Rightarrow \\ \Rightarrow & 2T \cdot \cos \alpha - 2 m g \sin \alpha = -2 m a_1, \text{ т.к. } a_1 = a_2 \text{ и } \alpha = \gamma, m g n.2 \\ & T \cdot \cos \alpha = 2 m g \sin \alpha - m a_1 \quad | \Rightarrow T \cdot \cos \alpha = 1,5 m g \sin \alpha | \\ & a_1 = \frac{g \sin \alpha}{2}, m g n.2 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}, \text{ т.к. } \alpha \in (0; 90^\circ) \end{aligned}$$

~~888~~

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

$$= 1,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,8^4}{0,6^3} = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ Н} \rightarrow \underline{T = 2 \text{ Н}}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,8$

$$2) a_1 = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$3) T = 2 \text{ Н}$$



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:

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

1-атомный

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

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$M = 150 \text{ кг}$$

$$N = 10$$

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

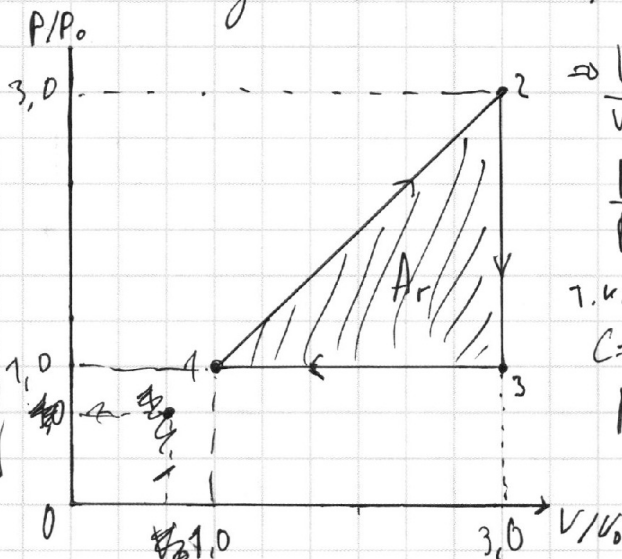
$$A_p = \frac{1}{2} A_r$$

цикл (P/P₀; V/V₀)

$$Q_1 = ?$$

$$\eta = ?$$

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



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

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = 3$$

т.к. на участке 1-2 $C = 2R$, то для изобары $P(V)$

$$\begin{array}{r} 331 \\ \times 3 \\ \hline 993 \\ \times 2493 \\ \hline 1432 \\ 1986 \\ \hline 4479 \\ 79776 \end{array}$$

$$2) Q_{12} > 0, \text{ т.к. } A_{12} > 0 \text{ и } \Delta T_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12} = \nu C_{12} (T_2 - T_1) = 8 \nu C_{12} T_0$$

$$Q_{23} < 0, \text{ т.к. } A_{23} = 0 \text{ и } \Delta T_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} = \nu C_{23} \Delta T_{23} = \nu C_{23} (T_3 - T_2) = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

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

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

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

$$\Rightarrow Q_1 = 16 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 8,31 = 32 \cdot 3 \cdot 8,31 = 2493,32 = 2497,6 \text{ Дж}$$

$$3) A_r = 2 V_0 \cdot 2 p_0 \cdot \frac{1}{2} = 2 p_0 V_0 - \text{работа газа за цикл} / \Rightarrow p_0 V_0 = \nu R T_0, \text{ из 3. Менг. Клауи.}$$

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

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



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

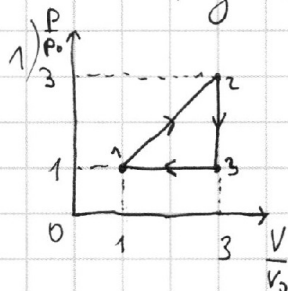
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow M g H = N \nu R T_0 \Rightarrow H = \frac{N \nu R T_0}{M g} \Rightarrow H = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300^2}{150 \cdot 10} = 108,315$$

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

Ответ: 2) $Q_1 = 16 \nu R T_0$; $Q_1 = 49446 \text{ Дж}$

3) $H = \frac{\nu R T_0 \cdot N}{M g}$; $H = 33,24 \text{ м}$



$$\begin{array}{r} 108,315 \\ \times 8,31 \\ \hline 33,24 \end{array}$$



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.

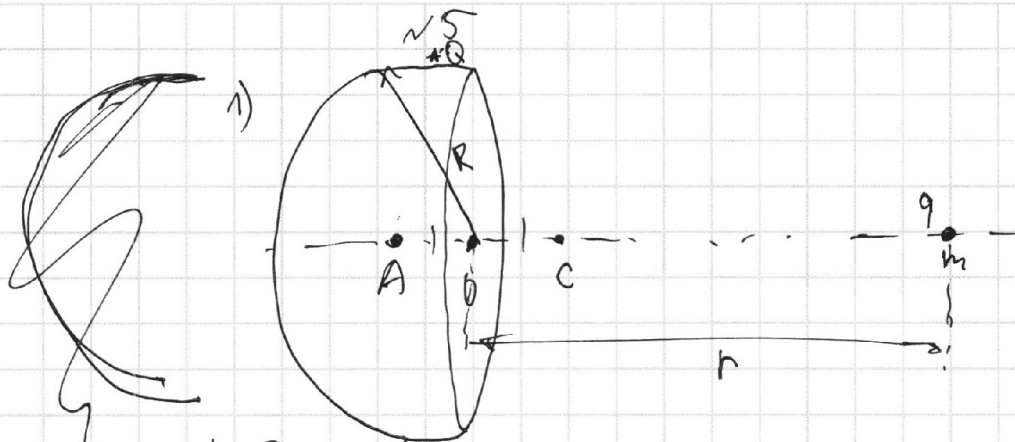
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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. О, т.к. т. О равноудален от сф.

$\varphi_r = \frac{kQ}{r}$ - потенциал Q на расстоянии r от т. О, т.к. $r \gg R$, то малую сферу можно считать точечным зарядом с зарядом Q в т. О.

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

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

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

$$A_{or} = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow m(V^2 - V_0^2) = \frac{2kqQ}{R}$$

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

2) A_{Ao} - работа по перемещению из т. А в т. О

φ_A и φ_c - электр. потенц. в т. А и С, т.к. А и С - симм-но $\Rightarrow \varphi_A = \varphi_c$

$$\varphi_A + \varphi_c = \varphi_0^* \Rightarrow \varphi_c = 2\varphi_0 - \varphi_A$$

A_{oc} - работа по перемещению из т. О в т. С



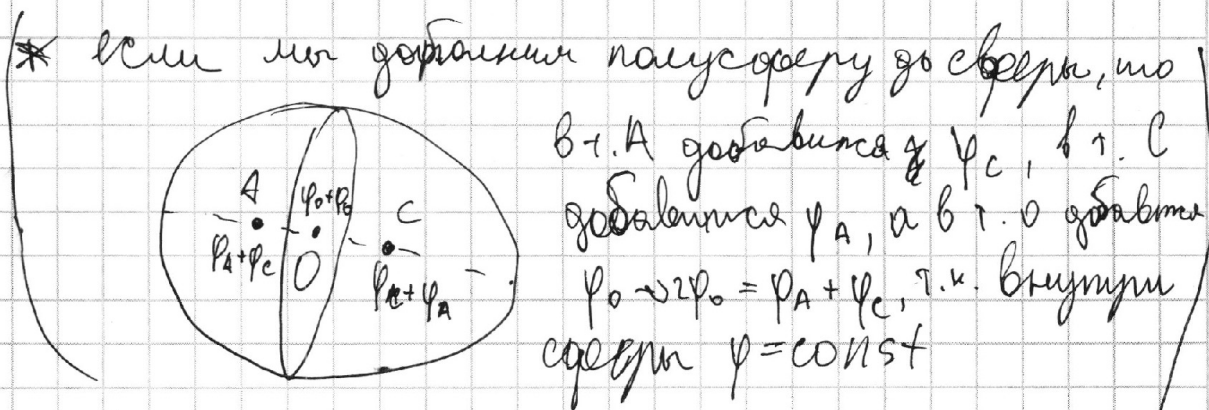
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

$$\varphi_c = 2\varphi_0 - \varphi_A$$

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

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

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

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

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



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!

