



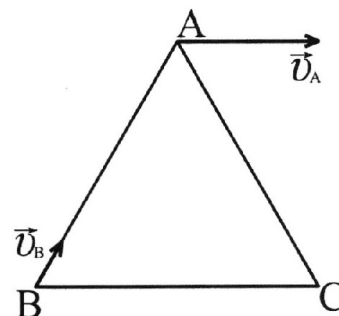
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

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

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

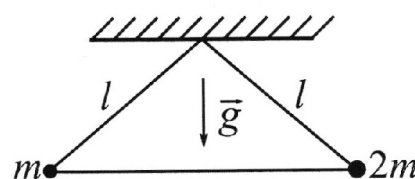
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разр ывается 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 $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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.



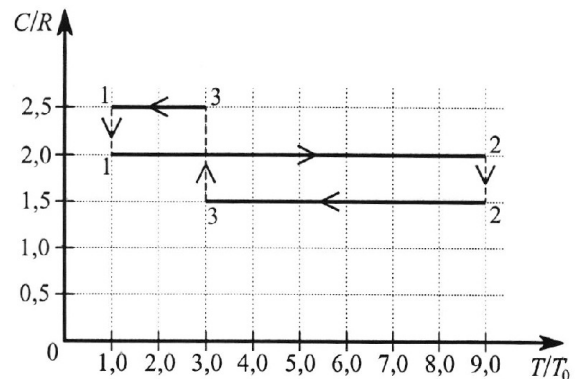
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ 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.

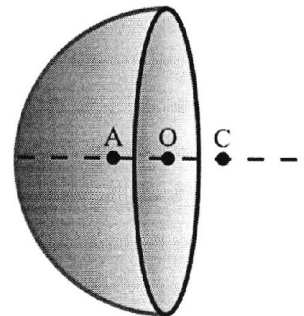


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 электрической 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы 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.



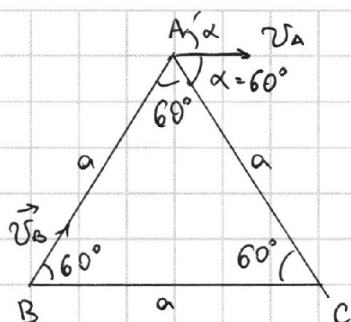
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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



$$v_B = 0,4 \text{ м/с}$$

$$a = 0,4 \text{ м}$$

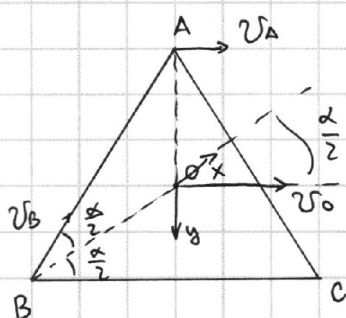
$$\alpha = 60^\circ \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

(как и вся пласт.!!!)

$$AB - \text{жёстк.} \Rightarrow |AB| = \text{const} \Rightarrow v_B = v_A \cos \alpha \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos \alpha} = \frac{0,4 \text{ м/с}}{\frac{1}{2}} =$$

$$= 0,8 \text{ м/с} = v_A$$



O - центр масс (из симм.)

найдем $\vec{v}_O$:

$$x: v_{Ox} = v_B \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = v_B \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} v_B =$$

$$= 0,2\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$y: v_A \cdot \cos 90^\circ = v_{Oy} = 0$$

$$\text{т.о. } \vec{v}_O \perp Oy \Rightarrow \vec{v}_O \parallel \vec{v}_A$$

$$v_{Ox} > 0$$

$$\text{т.о. } v_O \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = v_{Ox} \Rightarrow |\vec{v}_O| = \frac{v_B \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = v_B = 0,4 \text{ м/с}$$



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.

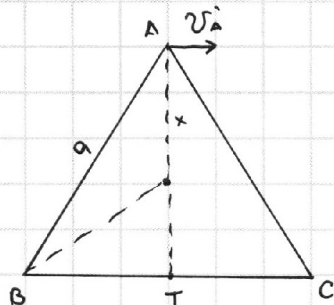
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

перейдём в с.о. точки O (ц.м.)



$$\vec{v}_A' = \vec{v}_A - \vec{v}_B$$

$$|\vec{v}_A'| = v_A - v_B = \cancel{0.4 \text{ м/с}} = v_B \left(\frac{1 - \cos 60^\circ}{\cos 60^\circ} \right) = 0.4 \text{ м/с}$$

$$\omega = \frac{v_A'}{x}$$

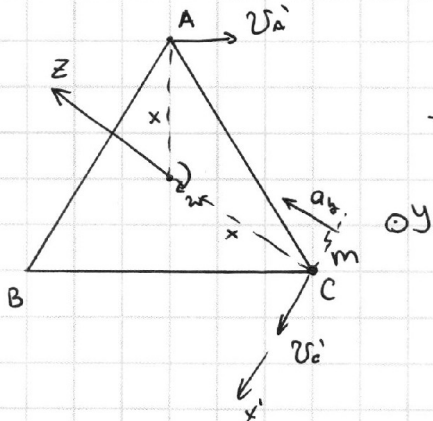
$$x = \frac{2}{3} |AT| ; |AT| = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow x = a \cdot \frac{2\sqrt{3}}{3 \cdot 2} = \boxed{a \frac{\sqrt{3}}{3} = x}$$

$$\text{т.о. } \omega = \frac{v_A' \cdot 3}{a\sqrt{3}} = \sqrt{3} \frac{v_A'}{a}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi \cdot a}{\sqrt{3} v_A'} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \cdot \frac{a}{v_A'} = \frac{2\sqrt{3} \pi}{3} \cdot \frac{0.4 \text{ м}}{0.4 \text{ м/с}} =$$

$$= \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с} \approx \frac{2 \cdot 3.14}{3} \sqrt{3} \text{ с} \approx 2 \cdot 1.04 \cdot \sqrt{3} \text{ с} \approx 2.08 \sqrt{3} \text{ с}$$

т.к. пчела имеет малую массу, с.о. центра масс - Ц.С.О. (пост. век. нет)



из симм.: $v_C' = v_A' = v_B' \rightarrow$

$\Rightarrow$ пчела вращ. отн. ц.м.

$$\text{II з.м.: } m\vec{a} = \vec{R}$$

$$a_y = 0$$

масс. вращ. равнон $\Rightarrow$

$$a_x = 0$$

$$|\vec{a}| = a_x = a_y = \frac{v_C'^2}{x}$$

$$\text{т.о. } |\vec{R}| = m \frac{v_C'^2}{x} = m \frac{v_B'^2}{a} \cdot \sqrt{3} = \sqrt{3} \frac{m v_B'^2}{a} = |\vec{R}|_2$$

$$\neq \sqrt{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.12 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 0.16 \text{ м}^2/\text{с}^2 = \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot 0.12 \cdot 0.4 \text{ м} = \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \cdot 48 =$$

$$0.4 \text{ м}$$

$$= 4.8 \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

Ответ:

$$1) v_A = 0.8 \text{ м/с}$$

$$2) T \approx 2.08 \sqrt{3} \text{ с} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$$

$$3) |\vec{R}| = 4.8 \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$



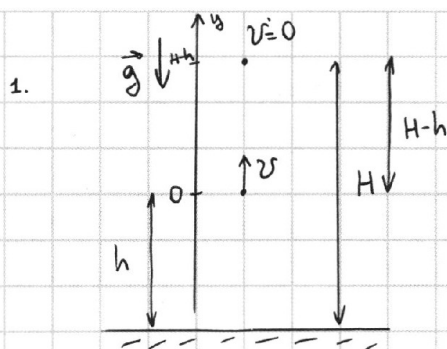
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

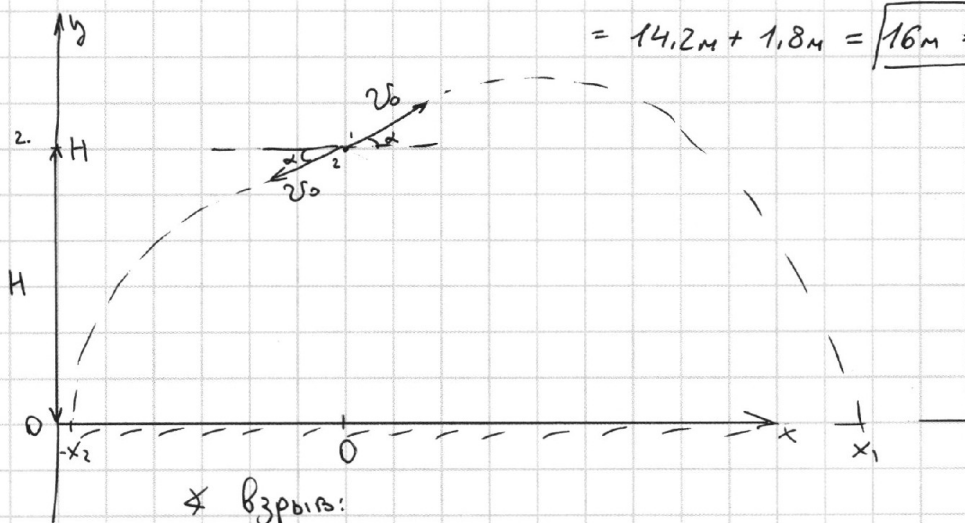


$$y: -2g(H-h) = 0^2 - v^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = 2g(H-h) \Rightarrow$$

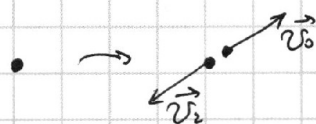
$$\Rightarrow H = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2\text{ м} + \frac{36\text{ м}^2/\text{с}^2}{20\text{ м}/\text{с}^2} =$$

$$= 14,2\text{ м} + 1,8\text{ м} = \boxed{16\text{ м} = H}$$



✗ взрыв:

$$\text{зсу: } \vec{0} = m_1 \vec{v}_0 + m_2 \vec{v}_2 \quad m_1 = m_2 \Rightarrow \vec{v}_2 = -\vec{v}_0$$



по т. о. движем. у.м., у.м.

найдем расет, прой. 2 шт. не 0x:

$$-x_2 = -v_0 \cos \alpha t$$

$$-H =$$



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**.

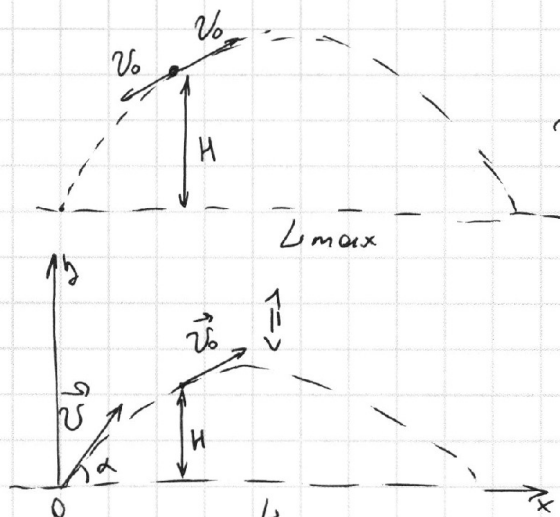
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

из ^{полета} обратности, наша задача сводится к тому

чтобы найти дальность полёта тела запущенного под оптимальным углом, если изв. скорость на высоте H



$$x: \frac{L}{2} = v \cos \alpha t$$

$$y: 0 = v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{2v \sin \alpha}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{L}{2} = \frac{v \cos \alpha \cdot 2v \sin \alpha}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{L}{2} = \frac{v^2}{g} \cdot \sin 2\alpha$$

$$L = L_{\max} \Rightarrow \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$3 \text{ СЭ: } \frac{mv^2}{2} = mgH + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gH + v_0^2 = 2 \cdot 10 \cdot 16 \text{ м}^2/\text{с}^2 + 20^2 \text{ м}^2/\text{с}^2 =$$

$$= 20 \cdot 36 \text{ м}^2/\text{с}^2 \Rightarrow$$

$$v = 10\sqrt{5} \text{ м/с}$$

$$6 \cdot 2 \cdot \sqrt{5} = 12\sqrt{5} \text{ м/с}$$

$$L_{\max} = \frac{2v^2}{g} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 5 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 100 \cdot 2 = 144 \text{ м}$$

Ответ: 1) $H = h + \frac{v^2}{2g} = 16 \text{ м}$

2) $L_{\max} = \frac{2}{g} (2gH + v_0^2) = 4H + \frac{2v_0^2}{g} = 100 \cdot 2 = 144 \text{ м}$

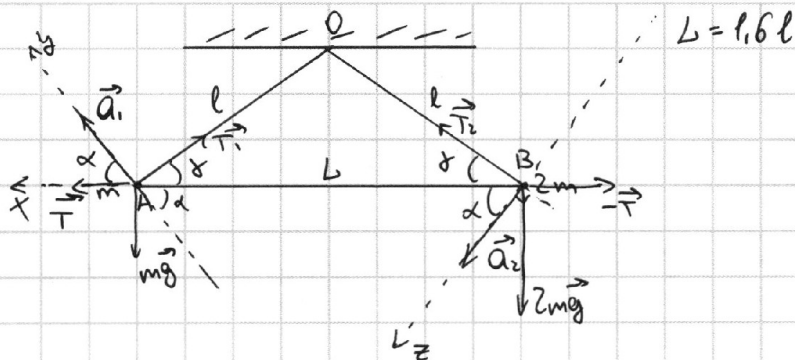


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



В. [OB] - нераст. нить $\Rightarrow$ обвиз. г. В - брацу. отн. О

$$V_{OB} = 0 \Rightarrow a_{yB} = 0 \Rightarrow |\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| \quad (\text{аналог. для } \vec{a}_1)$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \delta \Rightarrow \sin \delta = \cos \delta = \frac{0.8l}{l} = \boxed{0.8 = \sin \alpha} \Rightarrow \cos \delta = 0.6$$

стержень [AB] - т.т. $\Rightarrow |\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = \beta \cdot l$, где β - рп. х.с. отн. О.

C - центр масс стержня

$$mx = 2my \Rightarrow \frac{y}{x} = \frac{1}{2}$$

$$x + y = 1.6L \Rightarrow 3y = 2 \cdot 1.6L \Rightarrow y = \frac{16}{30}L = \frac{8}{15}L \Rightarrow x = \frac{16}{15}L$$

$$I_C = \frac{mx^2}{2} + \frac{2my^2}{2} = \frac{m}{2} \left(\left(\frac{16}{15}L \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{8}{15}L \right)^2 \right) = \frac{m}{2} \frac{L^2}{225} (16^2 + 2 \cdot 8^2)$$

$$= \frac{mL^2}{450} (256 + 128) = mL^2 \cdot \frac{384}{450} = mL^2$$

стержень изнач. покоится $\Rightarrow a_{1x} = a_{2x} \Rightarrow a_1 \cos \delta = a_2 \cos \delta \Rightarrow a_1 = a_2$

$$\text{II з.н: } 2m\vec{a}_2 = 2m\vec{g} + \vec{T}_2 - \vec{T}$$

$$z: 2ma_2 = 2mg \sin \delta - T \cos \delta$$

$$\text{II з.н: } m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{T} + \vec{T}_1$$

$$y: ma_1 = T \cos \delta - mg \sin \delta$$

$$\Rightarrow 3ma_2 = mg \sin \delta \Rightarrow a_2 = g \cdot \frac{\sin \delta}{3} = g \cdot \frac{8}{30} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = g \cdot \frac{4}{15} = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2 \approx 2.66 \text{ м/с}^2$$



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!

$$T \cos \alpha = 2mg \sin \alpha - 2ma_z = 2m \left(g \sin \alpha - g \frac{\sin \alpha}{3} \right) =$$

$$= 2mg \left(\frac{2 \sin \alpha}{3} \right) = \frac{4}{3} mg \cdot \sin \alpha = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{4}{5} = \frac{16}{15} mg = T \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{16mg}{15 \cdot \frac{4}{5}} = mg \cdot \frac{16}{9} \approx \frac{16}{9} \cdot 0,09 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 16 \cdot 0,1 \text{ н} = 1,6 \text{ н}$$

Отв.: 1) $\alpha \sin \alpha = 0,8$

$$2) a_z = \frac{4}{15} g \approx \frac{40}{15} \text{ м/с}^2 = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2 \approx 2,67 \text{ м/с}^2$$

$$3) T = \frac{16}{9} mg = 1,6 \text{ н}$$



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
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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!

④

$$\nu = 5 \text{ моль}$$

$$\bar{i} = 3$$

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

$$\text{из графика: } C_{12} = 2R; C_{23} = 1.5R; C_{31} = 2.5R$$

$$C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{\frac{1}{2} \nu R dT + p dV}{dT} = \frac{1}{2} R + \frac{p dV}{dT}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow p dV + V dp = \nu R dT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{2} R + R \cdot \frac{p dV}{p dV + V dp} = \frac{3}{2} R + R \cdot \frac{1}{1 + \frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p}}$$

$$1-2: 2R = \frac{3}{2} R + R \cdot \frac{1}{1 + \frac{dp}{dV} \cdot \frac{V}{p}} \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow p dV + V dp = 2 p dV \Rightarrow p dV = V dp \Rightarrow \frac{dp}{p} = \frac{dV}{V} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d(\ln p) = d(\ln V) \Rightarrow d(\ln p - \ln V) = 0 \Rightarrow d(\ln \frac{p}{V}) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{p}{V} = \text{const} - \text{проц. } 1-2}$$

$$2-3: 1.5R = 1.5R + R \cdot \frac{p dV}{p dV + V dp} \Rightarrow \frac{p dV}{p dV + V dp} = 0 \Rightarrow dV = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{V = \text{const} - 2-3)}$$

$$3-1: \frac{5}{2} R = \frac{3}{2} R + R \cdot \frac{p dV}{p dV + V dp} \Rightarrow \frac{p dV}{p dV + V dp} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p dV = p dV + V dp \Rightarrow dp = 0 \Rightarrow \boxed{p = \text{const} - \text{проц. } 3-1)}$$



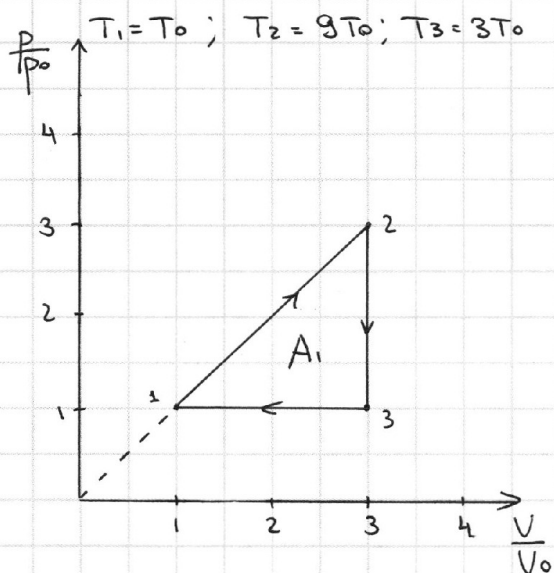
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$T_1 = p_0 V_0 \quad T_3 = p_0 V_3 \Rightarrow \frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0} = 3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_2 = p_2 V_3}{T_3 = p_0 V_3} \Rightarrow \frac{p_2}{p_0} = \frac{T_2}{T_3} = 3$$

$$p_0 V_0 = 2RT_0$$

$$A_1 = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0 = 2RT_0 =$$

$$24,93 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$= 2 \cdot 5 \cdot 8,3 \cdot 300 \text{ К} = 3 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 24,93 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow A_1 \approx 24,93 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{1}{2}$$

$$\text{ЗУЭ: } MgH = A_0; \quad A_0 = N \cdot A_1 \cdot \eta = \frac{N}{2} A_1$$

$$H = \frac{A_0}{Mg} = \frac{NA_1}{2Mg} = \frac{10 \cdot 24,93 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{400 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx \frac{25 \cdot 10^3}{400} \cdot \frac{250}{4} \text{ м}$$

$$\approx \frac{125}{2} \text{ м} = 62,5 \text{ м} = \frac{10}{4} \cdot 24,93 \text{ м} = 10 \cdot \left(6 + \frac{0,93}{4}\right) \text{ м} = 10(6 + 0,2325) = 62,325 \text{ м}$$

Ответ:

1) см. рис.

2) $A_1 = 2RT_0 \approx 24,9 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

3) $H = 62,5 \text{ м} = \frac{NA_1 \eta}{Mg} = \frac{N \eta \cdot 2RT_0}{Mg}$
 $H = 62,325 \text{ м}$



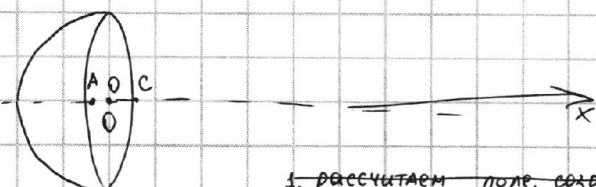
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

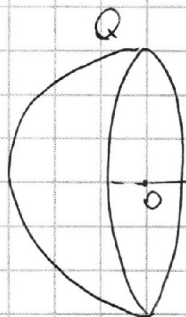
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

m, q, R, Q, K

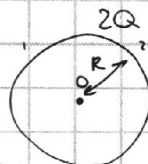


1. рассчитаем поле, соз. полусферой:

1. найдем энергию заряда в т. O:



из принц. суперп.: $\varphi_{сф\circ} = \varphi_{1\circ} + \varphi_{2\circ}$



$$\varphi_{1\circ} = \varphi_{2\circ} \neq \varphi_{\circ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_{\circ} = \frac{\varphi_{сф\circ}}{2} \quad \varphi_{сф\circ} = K \frac{2Q}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_{\circ} = K \frac{Q}{R} \quad W_{p\circ} = K \frac{Qq}{R}$$

$$\text{ЗСЭ: } \left(K_0 + W_{p\circ} = K \right) \frac{m v_0^2}{2} + K \frac{Qq}{R} = K \Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0^2 = \frac{2K}{m} - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 m R} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 m R}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 m R}} = v_0$$

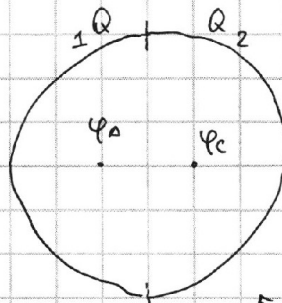
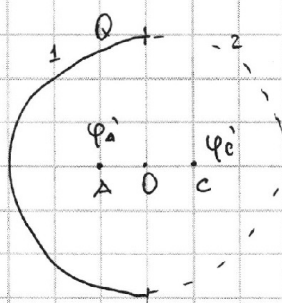


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\varphi_A = \varphi_{A1} + \varphi_{A2}$$

где φ_{A1} и φ_{A2} — пот. созд. полусфера 1 и 2 в точке A, а φ_{C1} и φ_{C2} — в т. C

$$\varphi_{A1} = \varphi_A$$

$$\text{из симм.: } \varphi_{A2} = \varphi_{C1}$$

$$\text{т.о. } \varphi_A = \varphi_A + \varphi_{C1}, \quad \text{а } \varphi_{C1} = \varphi_{C2}$$

$$\text{т.о. } \varphi_A = \varphi_A + \varphi_{C2} \Rightarrow \varphi_{C2} = \frac{2KQ}{R} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\varphi_A = \varphi_{сф0} = K \frac{2Q}{R}$$

$$\Rightarrow W_{pA} + W_{pC} = \frac{2KQq}{R}$$

$$\text{ЗСЭ: } 1) W_{pA} = K$$

$$2) W_{pC} + \frac{m v_C^2}{2} = K$$

$$\Rightarrow W_{pA} + W_{pC} + \frac{m v_C^2}{2} = 2K \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m v_C^2}{2} = 2K - \frac{2KQq}{R} \Rightarrow v_C^2 = \frac{4K}{m} - \frac{4Qq}{mR \cdot 4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_C = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 m R}}$$

$$\text{Отв.: } 1) v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 m R}}, \quad K > \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$2) v_C = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 m R}}$$

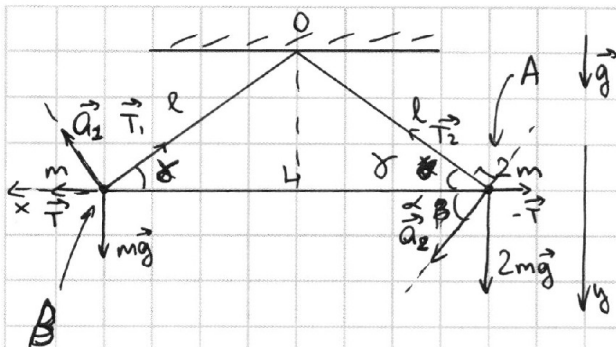


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$L = \frac{8}{5} \ell$$

Черновик

т.к. обвиз. только начало, стержень не вращ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow (v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow a_{1x} = a_{2x})$$

$$\text{II з.н.} \quad \begin{cases} m a_{1x} = T - T_1 \cos \alpha \\ 2m a_{2x} = T_2 \cos \alpha - T \end{cases} \Rightarrow 3m a_{1x} + 2m a_{2x} = \cos \alpha (T_2 - T_1) \quad \rightarrow$$

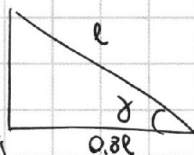
$$\Rightarrow 3m a_{2x} = \cos \alpha (T_2 - T_1)$$

$$\text{II з.н.} \quad \begin{cases} m a_{1y} = mg - T_1 \sin \alpha \\ 2m a_{2y} = 2mg - T_2 \sin \alpha \end{cases}$$

т.к. обвиз. точки A - вращ. отн. O

$$v_{0A} = 0 \Rightarrow a_{y2} = 0 \Rightarrow \vec{a}_{12} \perp \vec{AO}$$

$$\text{т.о.} \quad \alpha = \frac{\pi}{2} - \gamma \Rightarrow \sin \alpha = \cos \gamma = \frac{0.8}{1} = 0.8 = \sin \gamma$$



$$3m a_{2x} = a_2 \cdot \cos \alpha = a_2 \cdot \sin \gamma \quad a_2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \gamma} = 0.6 a_2$$

$$3m \cdot 0.6 a_2 =$$



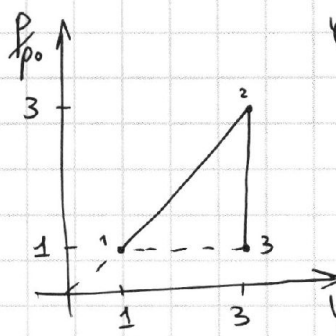
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$4.16 \times \frac{2 \cdot 400}{10} = 64 + 80 = 144$$



$$\varphi = E dr$$

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

$$\frac{4K}{m} = \frac{Qq}{4\epsilon_0 n h}$$

$$K = \frac{Qq}{4\epsilon_0 R}$$

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = 9T_0$$

$$T_3 = 3T_0$$

$$\frac{93}{4} = \frac{80+12+1}{4} =$$

$$= 20 + 3 + \frac{1}{4}$$

$$\frac{93}{4} = 23.25 \Rightarrow$$

$$K = \frac{m v_0^2}{2} + W_{p_0} \Rightarrow \frac{Qq}{4} = 0.2325$$

$$\varphi_0 = \varphi_1 + \varphi_2 \Rightarrow \varphi_0 = 2\varphi_1 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\varphi_0}{2}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

$$R^2 = r^2 + x^2 - 2rx \cos \alpha$$

$$\varphi_A = \varphi_C = \varphi_C'$$

$$\varphi_A = \varphi_C \quad \varphi_{C'} = \varphi_{A2} = \varphi_A'$$

$$\varphi_{C'} = \varphi_C - \varphi_{C'}$$

$$\varphi_A' = \varphi_A - \varphi_A$$

$$\varphi = K \frac{Q}{R}$$

$$\varphi' = -\varphi_0$$

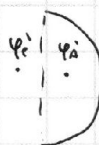
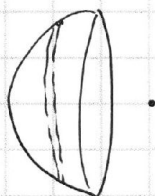
$$\varphi_A' = \varphi_C - \varphi_{C'} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_C = \varphi_A' + \varphi_{C'}$$

$$\varphi_A' + \varphi_{C'} = \varphi_C \varphi_0 = K \frac{2Q}{R}$$

$$W_{pA} + W_{pC} =$$

$$= K \cdot \frac{2Qq}{R}$$



$$\varphi_0 = \varphi + \varphi' = \varphi - \varphi_0 \Rightarrow$$

$$\varphi_{C'} = \varphi_C - \varphi_A'$$

$$\varphi_A' = \varphi_A - \varphi_{C'}$$

$$\varphi_{C'} - \varphi_A' =$$

$$\varphi_{C'} + \varphi_A' = \varphi_{C'} + \varphi_A'$$

$$dF = K \frac{q dQ}{r^2}$$

$$dF_x = F \cos \alpha$$

$$dF_x = K \frac{q dQ \cos \alpha}{r^2}$$

$$dF_x = K \frac{q dQ \cos \alpha}{r^2}$$

$$3C3: W_{pA} = K$$

$$W_{pC} + \frac{m v_0^2}{2} = K$$

$$W_{pC} + W_{pA} + \frac{m v_0^2}{2} = 2K \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = 2K - \frac{2KQq}{R}$$

