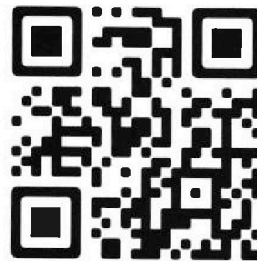




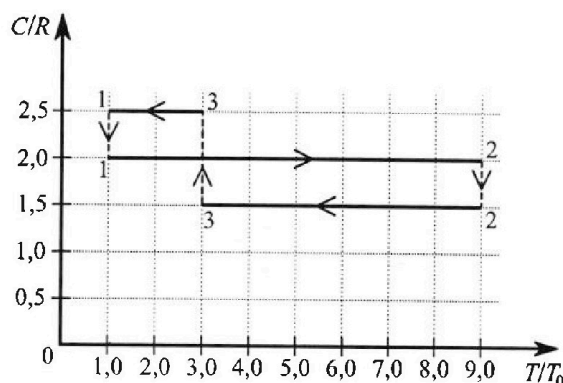
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

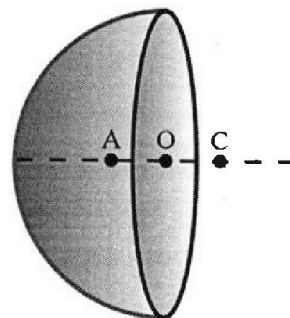


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна К.



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.



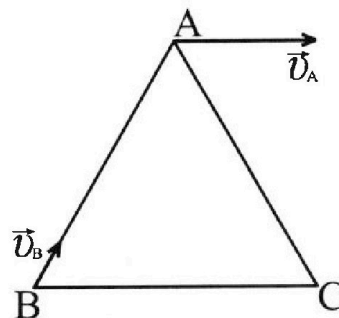
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

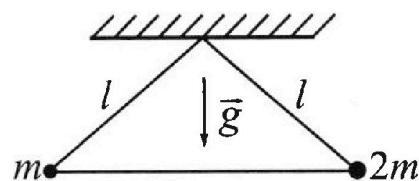
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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 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 $m = 90$ г и $2m$ 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 $\vec{a}_2$ 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.

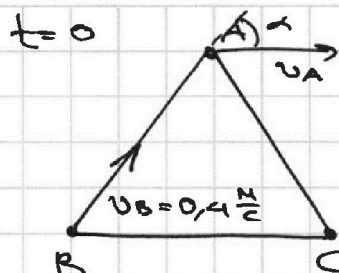


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) $\triangle ABC$ - равносторонний

$$AB = BC = AC = a = 0,4 \text{ м}$$

2) Поверхность ГЛАДКАЯ, Трение нет

3) Воспользуясь кинематической

связью - "жесткий стержень". По правилу параллельности проекции скоростей v_B и v_A на жесткий стержень AB равны



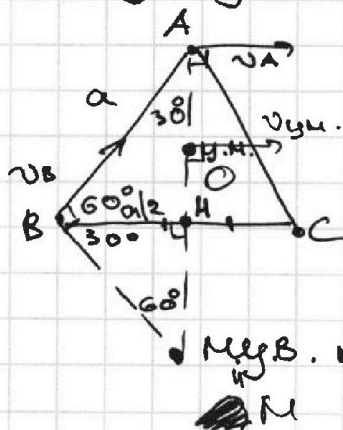
$$v_B = v_A \cdot \cos \alpha$$

$\angle ABC = \alpha$, как соответствует внешние при $\vec{v}_A \parallel BC$ и секущей AB .

$\alpha = 60^\circ$ (угол равностороннего треугольника)

$$v_A = \frac{v_B}{\cos 60^\circ} = \frac{0,4}{\frac{1}{2}} = 0,8 \text{ (м/с)} = 2v_B.$$

а) В системе центра масс центр масс (т.е. центр равностороннего треугольника) покоится, $\Rightarrow$ остальные точки вращаются вокруг центра). Т.к. не треугольник не действует сил в его плоскости, то ускорений нет, а точки движутся с угловой скоростью. Найду мгновенный центр вращения и с помощью него - скорость центра масс. МЦВ (мгновенный центр вращения) лежит на пересечении перпендикуляров к скоростям v_B и v_A .



Центр масс лежит на прямой, соединяющей A и M_{CB} (на высоте к BC) $\Rightarrow \vec{v}_A \parallel \vec{v}_{CM}$ $AO \perp BC$
Означает $M_{CB} - M$
центр масс - O

$$M_{CB} \cdot \omega = \frac{v_B}{BM} = \frac{v_A}{AM} = \frac{v_{CM}}{OM}$$



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!

13 $\triangle ABM$ (прямоугольная): $AB = a$
 $\triangle ABM$ и $\triangle ABH$ $BH = \frac{a}{2}$ (т.к. AB - гипотенуза и катет)

$$AH = AB \cdot \sin 60^\circ = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$AM = 2a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot a$$

$$BM = \frac{AM}{2} \text{ (так как катетив угол } 30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

$$OM = MU + UO = \frac{\sqrt{3}}{2} a + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{3} a = \frac{4}{3} \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{2}{\sqrt{3}} a$$

$$UO = \frac{1}{3} AU \text{ (медиами равностороннего треугольника в отношении 2:1 считая от вершин)}$$

$$\Rightarrow AM = OM \cdot \frac{3}{2}$$

$$v_{ц.м.} = \frac{v_A \cdot OM}{AM} = \frac{v_A \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} a}{\sqrt{3} a} = \frac{2}{3} v_A$$

Вектор скорости в центре тяжести масс движется вращаясь с угловой скоростью ω , равной:

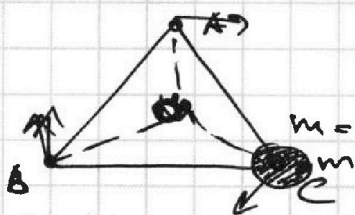
равно
вращению

$$v_A - \frac{2}{3} v_A = \frac{1}{3} v_A = \frac{v_A}{\sqrt{3} a}$$

$$\rightarrow \left(\frac{2}{3} AU \right) \frac{2 \cdot \sqrt{3} a}{8} = \frac{v_A}{\sqrt{3} a}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{\frac{v_A}{\sqrt{3} a}} = \frac{2\pi \cdot \sqrt{3} a}{v_A} = \frac{2\pi \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4}{0,8} = \sqrt{3} \cdot \pi \text{ (с)}$$

5)



$$m = 120 \text{ кг} = 120 \cdot 10^3 \text{ г.}$$

$$m \ll M$$

Сумма сил, действующих на тело (их равнодействующая) $\vec{R} = m\vec{a}$

Перейдем в систему центра масс. Сохраним импульс. Закон сохранения импульса.

$$m \ll M \Rightarrow m v_{M1} = M v_{M2} \quad v_{M1} \ll v_{M2}$$

$$\frac{m}{M} v_{M1} = v_{M2}$$

Это означает, что тело не движется относительно более массивного тела ($\Rightarrow$ система инерциальна)



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!

Виде не нужно будет действовать
полюсно нормальное ускорение.

$$a_n = \frac{v_c^2}{R^2} \text{ (в системе центр масс.)}$$

$$v_c = \frac{1}{3} v_A$$

$$R = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{1}{\sqrt{3}} a$$

$$a_n = \frac{\frac{1}{9} v_A^2}{\frac{1}{9} a^2} = \frac{v_A^2}{a^2}$$

$$R = m \cdot \frac{v_A^2}{a^2} = \frac{11 \cdot 0,8 \cdot 120 \cdot 10^{-6}}{0,16} = 60 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}$$

Ответ: 1. 0,8 м/с; 2. $\sqrt{3} \text{ м}$; 3. $60 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.



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 ☐

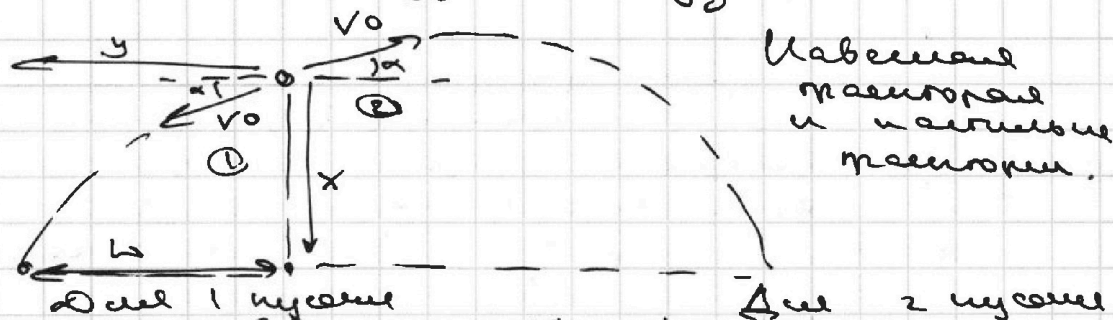
СТРАНИЦА
2 из 4

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!

После взрыва: (масса увеличивается)

$$0 = m\vec{V}_0 + m\vec{V}_1$$

$\vec{V}_1 = -\vec{V}_0 \Rightarrow$ после взрыва снаряд
основное направление и
равен по модулю. Кругу в центр.



$$ox: H = V_0 \sin \alpha t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$oy: L_1 = V_0 \cos \alpha t_1$$

$$L_2 = V_0 \cos \alpha t_2$$

$$L_1 + L_2 = L_{max} = \cos \alpha V_0 (t_1 + t_2)$$

$$\frac{g t_1^2}{2} + V_0 \sin \alpha t_1 - H = 0$$

$$\frac{g t_2^2}{2} - V_0 \sin \alpha t_2 + H = 0$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{D}}{g}$$

$$t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH}}{g}$$

$$\sqrt{D} = \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$t_2 \geq t_1 \Rightarrow \text{только 1}$$

$$t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH}}{g}$$

$$D > V_0^2 \sin^2 \alpha \Rightarrow \text{нельзя}$$

$$L_1 + L_2 = \cos \alpha \frac{V_0}{g} \left(\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH} \right)$$

$$(L_1 + L_2)^2 = \cos^2 \alpha \left(\frac{V_0}{g} \right)^2 \left(2V_0^2 \sin^2 \alpha + 2\sqrt{(V_0^2 \sin^2 \alpha)^2 - 4g^2 H^2} \right)$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

$$\frac{v_0^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) - 2gh}{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}} = \frac{v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \cdot 2gh}{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}$$

$$v_0^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) (\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh} - \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}) = 2gh (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh + v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh)$$

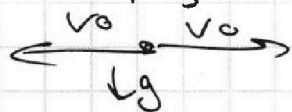
$$\frac{v_0^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) (2v_0^2 \sin^2 \alpha - 2\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh})}{2gh} =$$

$$= 2gh (2v_0^2 \sin^2 \alpha - 4gh)$$

$$\sin \alpha = 0 \quad \cos \alpha = 1 \quad \dots \quad \sin \alpha = 1 \quad \cos \alpha = 0$$

Значит, для того чтобы не было в разрыве

целым горизонталь-
соедин.

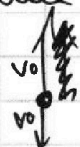


$$\frac{-v_0^2 (v_0^2 - \sqrt{v_0^4 - 4gh})}{gh} = 2gh (2v_0^2 - 4gh)$$

верно $\rightarrow$

гипотеза верна.

Нужно проверить минимально.



$$H = \frac{g t^2}{2}$$

$$2H = H_{max} \quad \uparrow = \sqrt{\frac{2gh}{g}}$$

$$v_0 \uparrow = H$$

$$\uparrow = \frac{H}{v_0}$$

$$H = \frac{g H^2}{2 v_0^2}$$

$$H \in v_0 \uparrow = v_0 \sqrt{\frac{2gh}{g}}$$

$$H_{max} = 2 v_0 \sqrt{\frac{2gh}{g}} = 2 \cdot 20 \sqrt{\frac{2 \cdot 16}{10}} = \frac{160}{\sqrt{5}} \text{ м}$$

Ответ: 1) 16 м; 2) $\frac{160}{\sqrt{5}}$ м

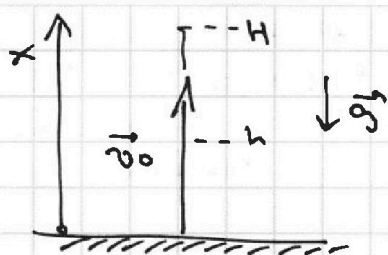


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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!



$$h = 14,2 \text{ м}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$H = ?$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Уравнение движения
рейсера (v_0 - начальная
скорость) по ox:

$$1. v_0 t - \frac{gt^2}{2} = x(t)$$

$$v_0 - gt = v(t)$$

В момент t_1 $h = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$
 $v_0 - gt_1 = v$
 $t_1 = \frac{v_0 - v}{g}$

$$h = \frac{v_0(v_0 - v)}{g} - \frac{g(v_0 - v)^2}{2g^2} = \frac{2v_0(v_0 - v) - (v_0 - v)^2}{2g}$$

$$h = \frac{2v_0^2 - 2v_0v - (v_0^2 - 2v_0v + v^2)}{2g}$$

$$2gh = v_0^2 - v^2$$

$$v_0^2 = 2gh + v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 14,2 + 36 = 284 + 36 = 320 \left(\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}\right)$$

$$v_0 = \sqrt{320} = 4 \cdot \sqrt{10} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

В момент t_0 минимального порога
 $v = 0 \Rightarrow v_0 = gt_0 \quad t_0 = \frac{v_0}{g}$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{320}{2 \cdot 10} = 16 \text{ (м)}$$

2. Т.к. момент взрыва очень короткий, то
 внешние силы не успевают подействовать
 на систему (или а именно) $\Rightarrow$ для
 системы двух объектов выполняется
 закон сохранения импульса



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
3 из 4

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 системе центра масс осколков:
центр масс не будет
двигаться по Oy, т.к. моментом
импульсов равен.

~~Центр масс осколков не будет~~
~~двигаться по Oy, т.к. моментом~~
по ~~импульсам~~ центр масс
осколков не будет двигаться
с ускорением $\vec{g}$. Моменты импульсов по
Ox друг-другу убавят.

В системе центра масс.
 $w_1 = V_0 \cos \alpha \cdot \uparrow$ $w_2 = V_0 \cos \alpha \cdot \uparrow$
 $H = V_0 \sin \alpha \cdot \uparrow$ $H = V_0 \sin \alpha \cdot \uparrow$

$$w_1 + w_2 = \cos \alpha \frac{V_0}{g} (\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - gH})$$

Возмем производную по α

$$(w_1 + w_2)' = \frac{V_0}{g} \left(-\sin \alpha \cdot \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \cos \alpha \cdot \frac{1}{2} \frac{2 \sin \alpha \cdot V_0^2}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} + \right. \\ \left. + (-\sin \alpha) \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - gH} + \frac{\cos \alpha}{2} \frac{V_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - gH}} \right)$$

Для сохранения энергетического момента
производная по 0. $\sin \alpha = 0$ $\alpha = 0$

$$-\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \frac{\cos^2 \alpha \cdot V_0^2}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} = -\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - gH} + \frac{\cos^2 \alpha \cdot V_0^2}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - gH}}$$

$$\frac{-V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH + \cos^2 \alpha V_0^2}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} = \frac{-V_0^2 \sin^2 \alpha + gH + \cos^2 \alpha V_0^2}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - gH}}$$

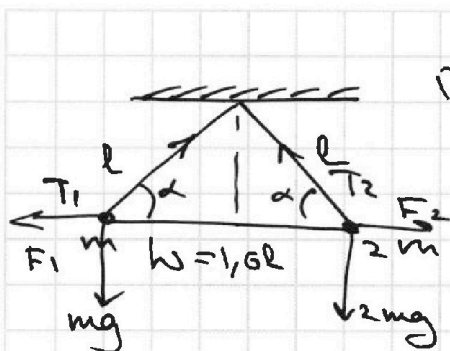


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

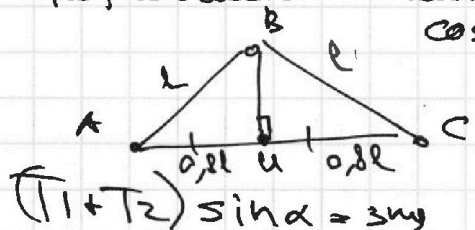
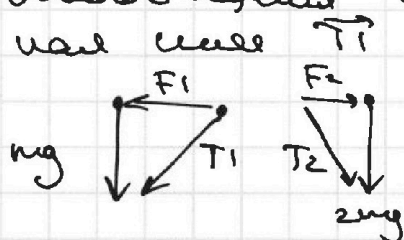
СТРАНИЦА
1 из 3

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) Сила упругости направлена только вдоль нити (направление) Равенство сил удовлетворяется и шарик.

Составим уравнение шарика, до освобождения шарика, т.к. его перемещение равно нулю:



$$\cos \alpha = \frac{F_1}{T_1}$$

$$mg = T_1 \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{mg \cdot 5}{3} = T_1$$

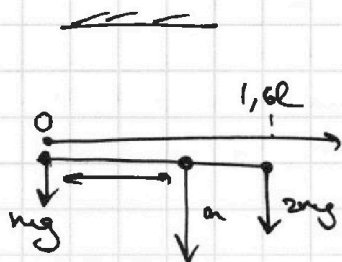
$$\frac{mg \cdot 10}{3} = T_2$$

Известно угол α при освобождении шариков равнобедренного треугольника. ВУ-лучи и высота $\Rightarrow$ $AK = KC = 0.8l$

Из прямоугольного треугольника ABK:

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5} \quad T_1 + T_2 = 5mg$$

После освобождения шарика



Внешние силы — только сила тяжести $\Rightarrow$ а.у.м. направлено вниз. Центр масс не расположен $\frac{2 \cdot 1.6l}{3}$ от левого края

$$\Delta \text{ сил не имеет: } x_{\text{у.м.}} = \frac{2mg \cdot 1.6l + mg \cdot 0}{3mg} = \frac{2}{3} \cdot 1.6l$$

$$3mg = 3me \quad mg = me \quad g = a \quad (\text{т.к. внешние силы } 3mg)$$

$$a_{\text{у.м.}} = \frac{2mg}{3m} = \frac{2g}{3}$$



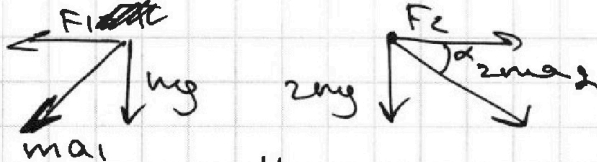
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Т.к. образование цепи - процесс диссипативный, то в цепи есть ~~то~~ удраем силу T , а силы F_1 и F_2 останутся неизменными.



и $\vec{a}_1 - \vec{a}_2$: $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$ направлены вертикально вниз

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} = \frac{2mg}{2ma_2}$$

$$a_2 = \frac{5g}{3} = \frac{50}{3} \cdot \frac{3g}{2} = \frac{5g}{3} + \frac{10g}{3}, \text{ верно.}$$

$$a_1 = \frac{10g}{3}$$

$$T = F_2 = \cos \alpha \cdot 2ma_2 = \frac{4}{5} \cdot 2mg \cdot \frac{5}{3} =$$

$$= \frac{8mg}{3} = \frac{8 \cdot 30 \cdot 10}{1000} = 2,4 \text{ (Н)}$$

$$\text{Ответ: } 1. \frac{3}{5}; 2. \frac{50}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; 3. 2,4 \text{ Н}$$



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
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!

~~Решение задачи 3~~

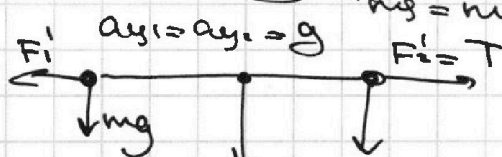
~~Решение задачи 3~~

~~(Решение задачи 3)~~

Решение задачи 3

Ускорения направлены

на вертикали для
 m и $2m - g$ ($2mg = 2ma_2$)
 $mg = ma_1$



~~Решение задачи 3~~
~~Решение задачи 3~~
~~Решение задачи 3~~

~~Решение задачи 3~~
~~Решение задачи 3~~
~~Решение задачи 3~~

Среднее ускорение $\Rightarrow$

$$a_{y.M.} = \frac{2mg \cdot a_2 + mg a_1}{3mg}$$

$$a_{y.M.} = \frac{2a_2 + a_1}{3}$$

$$3g = 2a_2 + a_1 \quad a_1 = 3g - 2a_2$$

Т.к. среднее ускорение равно нулю, то сумма сил действующих на него - 0.

Но среднее ускорение равно нулю, следовательно, сумма сил F_1 и F_2 равна нулю: $\Rightarrow$

$$F_1 = F_2 = T$$

$$T^2 + m^2 g^2 = m^2 a_1^2$$

$$T^2 + (2m)^2 g^2 = (2m)^2 a_2^2$$

$$3m^2 g^2 = 4m^2 a_2^2 - m^2 a_1^2$$

$$3g^2 = 4a_2^2 - (3g - 2a_2)^2$$

$$3g^2 = 4a_2^2 - 9g^2 + 12ga_2 - 4a_2^2$$

$$12g^2 = 12ga_2 \quad a_2 = g$$



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!

$$2. A_1 = A_{12} + A_{2-3} + A_{3-1}$$

~~Для~~ Работу можно считать, как
масса $\rho \cdot V_0$ $\cdot$ $\frac{(3-1) \cdot (3-1)}{2} = 2(\rho \cdot V_0)$

Т.е. A_{12} — масса $\rho \cdot V_0$ $\cdot$ $\frac{(3-1)}{2} = 2$ (в условиях
единицах)

$$A_{1-2} = \frac{1+3}{2} \cdot 2 = 4(\rho \cdot V_0)$$

$$A_{2-3} = 0 (\Delta V = 0)$$

$$A_{3-1} = -(3-1) \cdot 1 \rho \cdot V_0 = -2\rho \cdot V_0 \Rightarrow$$

$$A_1 = 2\rho \cdot V_0 = 2\rho R T_0 = 2 \cdot 8,315 \cdot 300 = 83,1 \cdot 300 = \underline{24930} \Delta^*$$

$$3. M = 400 \text{ м}$$

$$N = 20 \text{ унгов}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$h = ?$$

$$\eta = 50\% - \text{КПД}$$

$$\text{Т.е. } A_1 = 2\rho \cdot V_0, \text{ то } \eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_1} = \frac{1}{2}$$

$$A_{\text{полезная}} = \rho \cdot V_0$$

Все полезная работа уходит на
увеличение кинетической энергии груза.
(кинетическая энергия не увеличивается, т.е.
груз поднимается медленно и он не разогнет-
ся)

Все работа за 20 унгов:

$$A = 20\rho \cdot V_0 = N\rho \cdot V_0 = N\rho R T_0$$

$$A = Mgh$$

$$\frac{N\rho R T_0}{Mg} = h = \frac{20 \cdot 5 \cdot 83,1 \cdot 300}{400 \cdot 10} = \frac{83,1 \cdot 3}{4} \approx \underline{62,325 \text{ м}}$$

Ответ: 2. 24930 Δ^* ; 3. 62,325 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 ☐

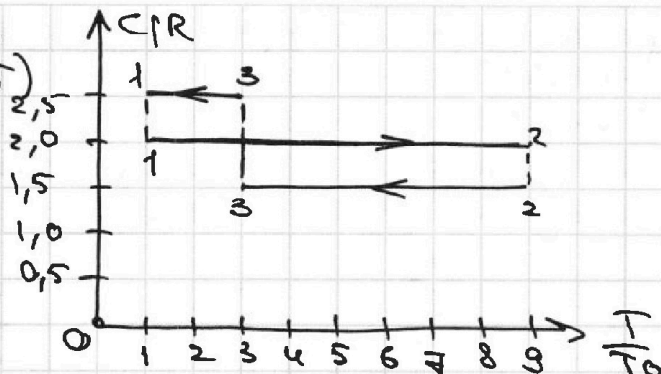
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

$\nu = 5$ молекул

$i = 3$ (УГ)

$T_0 = 300\text{K}$



$\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \text{const}$, если процесс политропный.

А если задано $pV^\gamma = \text{const}$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

Следовательно.

$$C_v = \frac{3}{2} R$$

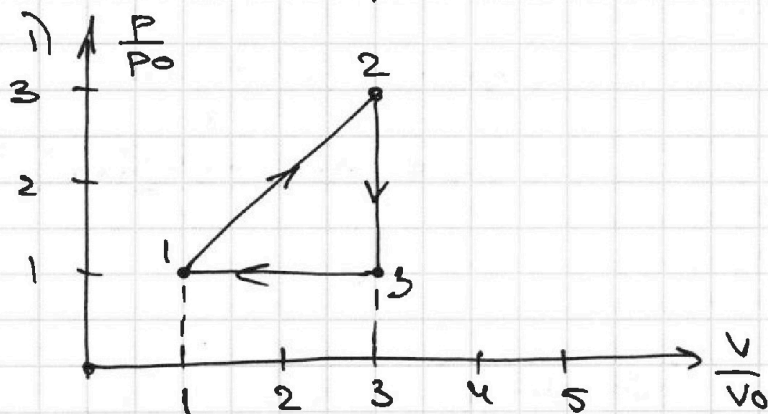
$$C_i = \frac{3}{2} R$$

3-1. $C = 2.5R \Rightarrow$ процесс изохорный.

1-2 $C = 2R$ $\gamma = \frac{2 - 2.5}{2 - 1.5} = -\frac{0.5}{0.5} = -1$

$\frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow P \propto V$ — процесс изобарический.

2-3 $C = 1.5R \Rightarrow$ процесс изохорный.



В процессе 2-3: ($V = \text{const}$)

в точке 3.

$$3V_0 \cdot p_3 = \nu R T_0 \cdot 3$$

$$p_3 = p_0 \Rightarrow 3(3; 1)$$

В процессе

1-2 в точке 1.

$$p_0 \cdot V_0 = \nu R T_0$$

в точке 2

$$p_2 \cdot V_2 = \nu R T_0 \cdot 3$$

$$p_0 \cdot V_2^2 = \nu R T_0 \cdot 9$$

$$\frac{V_2^2}{V_0^2} = 9$$

$$\frac{V_2}{V_0} = 3 \Rightarrow$$

$$V_2 = 3V_0$$

$$1(1; 1)$$

$$2(3; 3)$$



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
4 из 4

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!

$$k \int \frac{dy \sqrt{R^2 - y^2}}{\sqrt{(ay)^2 + (R-y)^2}}$$

Непрерывность - непрерыв - $\frac{2\sigma \cdot 2}{\epsilon_0} = \frac{4\sigma}{\epsilon_0} = E$

$$\sigma \cdot 4\pi R^2 = Q \quad \sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

↑
верхнее заряд

$$E = \frac{k \cdot Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \quad \text{постоянная непрерывность.}$$

$$\psi_0 - \psi_A = \psi_c - \psi_0$$

$$\psi_c = 2\psi_0 - \psi_A = \frac{2 \cdot kQ}{R} - \frac{k}{q} =$$

$$= \frac{2 \cdot Q}{4\pi \epsilon_0 R} - \frac{k}{q} = \frac{Q}{2\pi \epsilon_0 R} - \frac{k}{q}$$

$$V_c = \sqrt{(k - \psi_c q) \cdot \frac{2}{m}} = \sqrt{\left(k - \left(\frac{Q}{2\pi \epsilon_0 R} - \frac{k}{q}\right) q\right) \cdot \frac{2}{m}} =$$

$$= \sqrt{\left(2k - \frac{Qq}{2\pi \epsilon_0 R}\right) \cdot \frac{2}{m}}$$

Ответ: 1. $\sqrt{\left(k - \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R}\right) \frac{2}{m}}$
2. $\sqrt{\left(2k - \frac{1}{2\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R}\right) \frac{2}{m}}$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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!

Занеся Занеся сохранение энергии q
Заряд q .
 $E_{\text{кин.0}} = 0$ (Скорость 0)

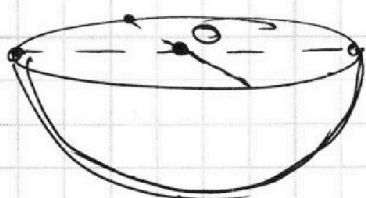
~~Всего~~

На дольном расстоянии от точки 0 -
перемещение примерно равно 0 (т.к.
заряды очень малы, они почти не
взаимодействуют) тогда $E = K$ (потенциал
внешнего поля, поле перемещается
отсюда $\Rightarrow E_{\text{пот.0}} = K - 0 = K$.

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

В точке 0 можно найти потенциал.

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$



(потенциал
создаваемый
по закону
знает все заряды
можно считать в

0Q дает поле на расстоянии R
 $W = \varphi_0 \cdot q$ от 0 (расстояние равно радиусу
поверхности) и, потенциал в точке
0 можно найти как потенциал
создаваемый точечным зарядом. Также
возможно поле точки 0, т.к. в остальных
случаях отменяется расстояние.

$$K = \frac{kQq}{R} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_0 = \sqrt{\left(K - \frac{kQq}{R}\right) \cdot \frac{2}{m}} = \sqrt{\left(K - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R}\right) \cdot \frac{2}{m}}$$

$$E_{\text{пот.0}} = K = \varphi_0 \cdot q$$

$$\varphi_A = \frac{K}{q}$$

Занеся сохранение энергии:

$$K = \varphi_0 q + \frac{mV_0^2}{2}$$



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
3 из 4

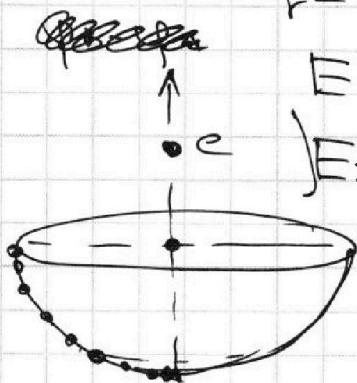
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$A = \vec{F} \cdot \vec{x} = -W = q E \Delta x \leftarrow \text{перемещение вдоль } x$
Заряд перемещают вдоль $\vec{E} \Rightarrow \Delta x_B = \Delta x$

$q E \Delta x = -\Delta \varphi$

$E \Delta x = -\Delta \varphi$

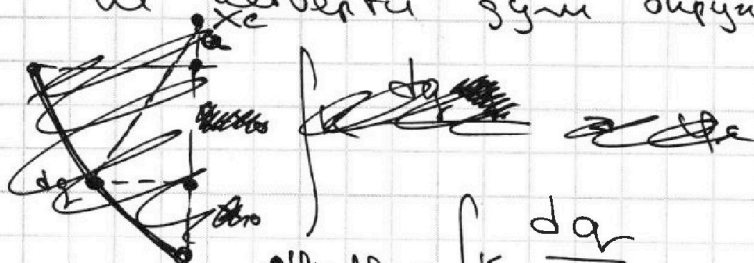
$\int E_x dx = \int -d\varphi$



Нам нужно направление
полюсфера (или перпендикуляр
в точку)

Если рассмотрим не точку
на поверхности, то тогда

точка находится на расстоянии x от центра
расстоянии от точки $\Rightarrow$ меньше и
такие все и поэтому заряд dq
все такие заряды содержат
и чертёж суммируем.



$a = x - R$
 $a = x_0 - R$

$\varphi_x = \int k \frac{dq}{\sqrt{(a+R-x)^2 + R^2 - (R-x)^2}} = \varphi_c$

$dq = dx \cdot 2\pi R \sqrt{R^2 - (R-x)^2}$
 $2\pi R^2 \leftarrow \text{площадь полюсферы}$

$R-x = y$
 $\int k \frac{dx \sqrt{R^2 - (R-x)^2}}{\sqrt{(a+R-x)^2 + R^2 - (R-x)^2}} =$

$k \int \frac{dy \sqrt{R^2 - y^2}}{\sqrt{(a+y)^2 + R^2 - y^2}}$

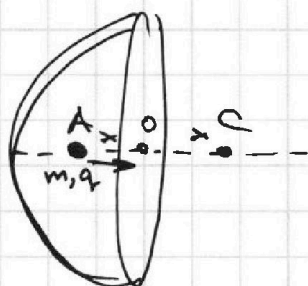


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

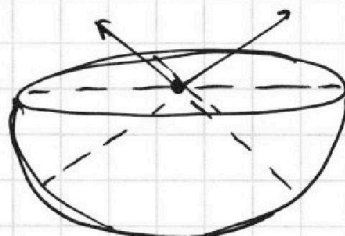
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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!



О-центр сферы

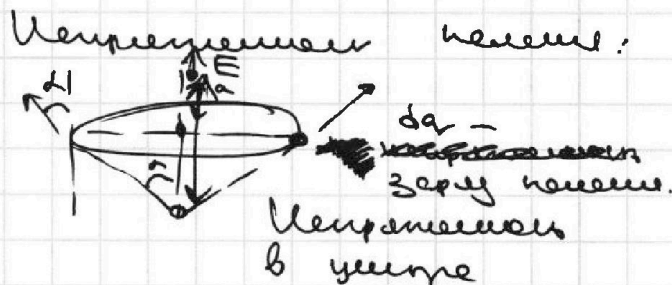


Разобьем полусферу на элементы и найдем направление поля в центре от каждого из них.



По принципу суперпозиции направление поля в центре симметрично.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



$$dE = \frac{k dq \cdot \cos \alpha}{(a-x)^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{R}$$

x - расстояние от центра кольца до центра сферы.

$$dE = k \frac{dq \cdot x}{(a-x)^2 R}$$

$$dq = \frac{Q \cdot dx \cdot \sqrt{R^2 - x^2} \cdot 2\pi x}{2\pi R^2}$$

$$\int dE = k \cdot \int \frac{Q dx \sqrt{R^2 - x^2} x}{R^3 (a-x)^2}$$

$$E = \frac{kQ}{R^3} \cdot \frac{1}{2} \int \frac{dx x \sqrt{R^2 - x^2}}{(a-x)^2}$$



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!

$$14 \frac{1}{3}$$

$$\frac{v_{\text{н.о.}}}{\frac{v_1}{2a}} = \frac{v_1}{2a}$$

$$v_0 = \frac{2}{3} v_1$$

Черновик

$$\begin{array}{r} 83,1 \\ 0,25 \\ \hline 4155 \\ 5817 \\ 62325 \end{array}$$

$$A = \cancel{E} \cdot q \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{mv_0^2}{2}$$

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

$$W = \varphi \cdot q$$

~~В~~

$$\frac{-v_0^4}{g^4} + \frac{v_0^2}{g^4} \sqrt{v_0^4 - g^2 u^2} = 4v_0^2 g^4 - 8g^2 u^2$$

$$\frac{v_0^2}{g^4} \sqrt{v_0^4 - g^2 u^2} = 4v_0^2 g^4 + \frac{v_0^4 - 8g^2 u^2}{g^4}$$

$$\frac{v_0^4}{g^4} (v_0^4 - g^2 u^2) = \cancel{4v_0^4}$$



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!

Черновик.