



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

1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где 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?

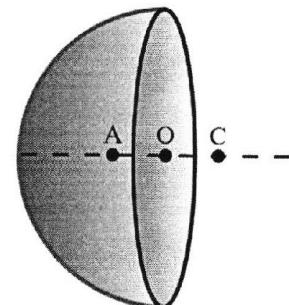
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

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

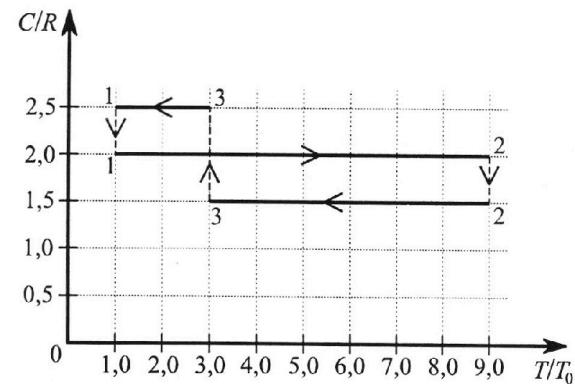
- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке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

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.





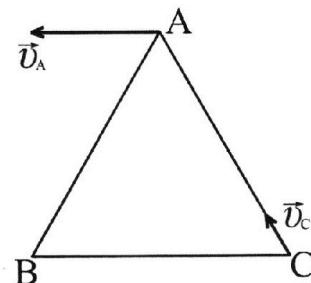
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.

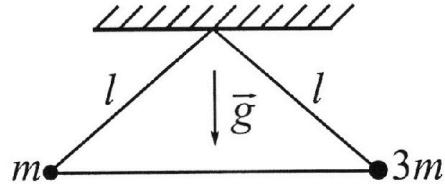
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.

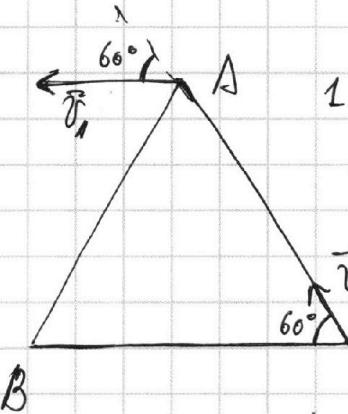


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!



Задача 1

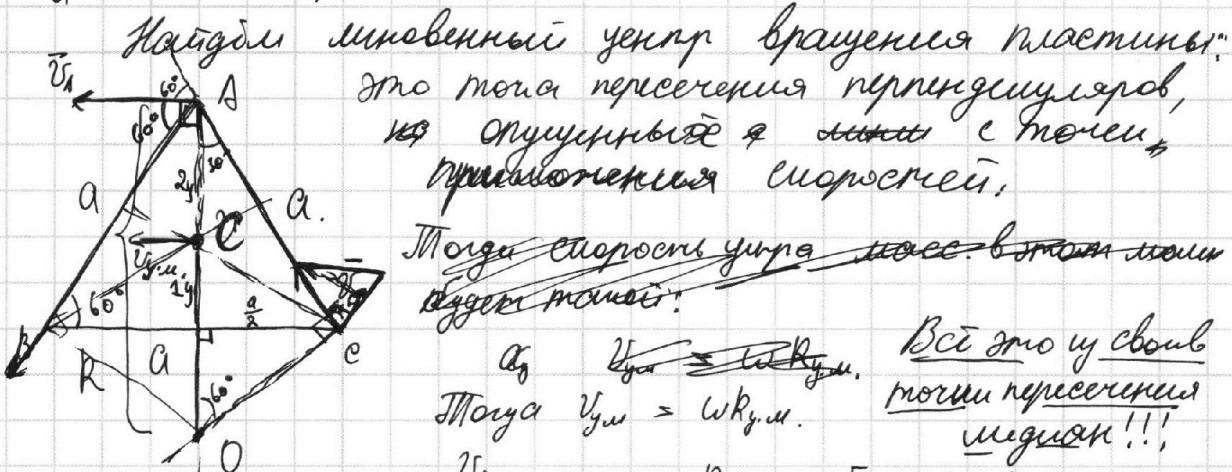
1. Чему равны максимальные скорости?

Понятно, что:

$$V_A \cdot \cos 60^\circ = V_C, \text{ иначе длина отрезка } AC \text{ увеличивалась бы, поэтому } V_C = V_A \cdot \cos 60^\circ =$$

$$= 94 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ м/с}$$

2. Найдем скорость центра масс и вспомним ее из-за значения всех скоростей. Понятно, что будем знать что пластинка вращается вокруг центра масс с постоянной скоростью и гаснет.



Найдем мгновенный центр вращения пластинки: это точка пересечения приведущих, из опущенных из центра масс с точек промежуточных скоростей.

~~Мгновенная скорость центра масс в этом месте будет такая же!~~

Все это из свойств точек пересечения медиан!!!

$$\omega = \frac{V_A}{R} \quad \Rightarrow \quad R = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2} \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ =$$

$$= a \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2} \cdot \frac{\cos 60^\circ}{\sin 60^\circ} = a \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{3a + a}{2\sqrt{3}} = \frac{4a}{2\sqrt{3}} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{a}{x}$$

$$\rightarrow x = \frac{a}{2} \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ$$

$$\text{но: } V_{G.m} = \omega \cdot R_{G.m}, \quad R_{G.m} \cancel{=} \quad 3y = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow y = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$



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**.

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!

$$\Rightarrow R_{yu} = \frac{q}{2\sqrt{3}} + \frac{q}{2\sqrt{3}} = \frac{q}{\sqrt{3}}$$

$$\rightarrow V_{ym} = w_{ym} = \frac{V_A}{2\alpha} \cdot \sqrt{\beta} \cdot \frac{\alpha}{\sqrt{\beta}} = \frac{V_A}{2}$$

2) Переиди в 20 шага маса и погуши,

Что же more АгБиС будет занимать со спорами

$$U = U_A - U_{\text{sym}} = U_A - \frac{U_A}{2} = \frac{U_A}{2} - \text{суперпозиция звуков}$$

Morgan. *Saccharum* ~~Wsp~~ ^g ~~g~~; *C. R. S. dy* =

Богът на чистотата Екзистицията всеч купо обраче -

$$\text{Kreis } \text{Länge: } L = 2\pi R^1 = 2\pi \cdot 2y = 2\pi \cdot 2 \cdot \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{2\pi a}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{3L}{V_A} = \frac{3 \cdot \frac{2\pi a}{\sqrt{3}}}{V_A} = \frac{2\pi a \sqrt{3}}{V_A} = \frac{2\pi \cdot 0.2m \cdot \sqrt{3}}{0.4 \text{ m/e}} =$$

$$= 2\pi \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} e = \pi \sqrt{3} e. - \text{an bem.}$$

$$3. \text{ No } \cancel{\text{23H}} \quad \text{II. 3.H:} \quad \vec{F} = m \vec{a}$$

Сумма всех сил, приложенных к телу, будем равно прокладывать массы тела на её ускорение.

В дальнейшем это будет наименование места
при брачности её на ^{номер} строке В.

Понятно, что С.О. учреждение интересует, потому что
ей интересует не памятники (у-де тоо, что перво~~записи~~^{записи}
вспомнил сам) Знания, если мы перейдем в нее, то
ее удовлетворение, действующие на человека и дела в нем,
сокращаются вдвое же. При переходе в другие И.С.О.

Мы же помним, что $a_m = \lim_{n \rightarrow \infty} Q_n$,



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

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

$$a_n = \frac{v_{m\pi}^2}{R}; \quad v^2 = 0 \quad v_{m\pi} = v' = \frac{v_A}{2};$$

тогда $R = R' = 2y = \frac{a}{\sqrt{3}}$ - радиус

$$\Rightarrow a_n = \frac{v_A^2}{4} \cdot \frac{1}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{v_A^2 \cdot \sqrt{3}}{4a}$$

$$\Rightarrow R = ma = ma_n = m \cdot \frac{v_A^2 \cdot \sqrt{3}}{4a} \text{ - равнодействующая.}$$

$$\Rightarrow R = \cancel{100 \cdot 10^{-6} \text{ кг}} \cdot 100 \cdot 10^{-3} \text{ г} \cdot \frac{(0,4 \text{ м/c})^2 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,2 \text{ м}} =$$

$$\approx 100 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot \frac{0,16 \text{ м}^2 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,2 \text{ м}} =$$

$$= 10^{-6} \cdot \frac{16 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,2} \text{ Н} = 10^{-6} \cdot \frac{4\sqrt{3}}{0,2} \text{ Н} =$$

$$= 10^{-6} \cdot 20\sqrt{3} \text{ Н} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н.}$$

Отв: 1) $v_c = 0,2 \text{ м/c}$; 2) $\vartheta T = \pi\sqrt{3} \approx 3,14 \cdot \sqrt{3} \text{ с}$; 3) $R = 2\sqrt{3} \cdot 10^5 \text{ Н}$.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача 2.

1. Понимаем, что после ~~сту~~ первого толчка ~~шар~~ верхний переход в состояние свободной падения и легит вертикально сверху с начальной скоростью v_0 .

$$\Rightarrow y = v_0 t - \frac{gt^2}{2} - закон движения гибкого тела.$$

$$\rightarrow \cancel{s} = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad \times \frac{0,8}{5}$$

$$\text{тогда по З.С.Д.: } \frac{mv_0^2}{2} = mgH \rightarrow v_0^2 H = \frac{v_0^2}{2g} \quad 4,0$$

$$\frac{v_0}{g} \cdot \cancel{\frac{v_0^2}{2} \cdot \frac{g}{9^2} \cdot \frac{v_0^2}{2}} \Rightarrow \cancel{s} = \cancel{v_0 \cdot 0,8c} - \frac{10m^2 \cdot 0,8c^2}{2} =$$

$$\rightarrow v_0 = \frac{h + \frac{g}{2}t_1^2}{t_1} = \frac{h}{t_1} + \frac{g}{2}t_1 = \frac{8M}{0,8c} + \frac{10m^2}{2} \cdot 0,8c =$$

$$= 10 \text{ м/с} + 4 \text{ м/с} = 14 \text{ м/с}.$$

$$\frac{49,8}{49,0} \rightarrow H = \frac{14^2 \text{ м}^2}{2 \cdot 10 \text{ м}^2} = \frac{14 \cdot 14}{2 \cdot 10} \text{ м} = \frac{7 \cdot 14}{10} = \frac{7 \cdot 14}{2 \cdot 5} \text{ м} =$$

$$= \frac{7 \cdot 7}{5} \text{ м} = \frac{49}{5} \text{ м.} = \underline{9,8 \text{ м.}}$$

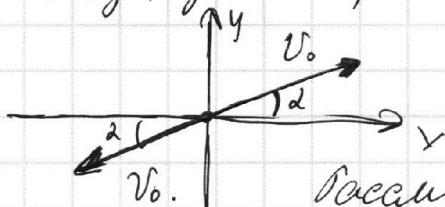
$\frac{49,5}{45,9,8}$

2. По З.С.И. понял, что второй осиален маление с такой же скоростью u по вправо-направленным направлениям (т.к. массы равны).

~~Но же~~ ~~запись~~, ~~тогда запись~~, ~~тогда~~ без ~~весь~~ ~~весь~~

Ox скорости будут такие:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = \text{const.}$$



Бесконечное движение вдоль Oy :

Понято, что после того, как ~~использовал~~ первый исходя ~~использовал~~, второй еще будет легче. значит;



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
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!

$$V_{oy} = V_0 \cdot \sin \alpha; \quad y_1 = H - V_{oy} t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$y_2 = H + V_{oy} t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow L = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_1 + V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_2 =$$

$$- V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2); \quad \Rightarrow \frac{g}{2} t_1^2 + V_{oy} t_1 - H = 0$$

$$\frac{g}{2} t_2^2 - V_{oy} t_2 + H = 0 \quad D = V_{oy}^2 + 2gH;$$

$$D = V_{oy}^2 + 2gH; \quad t_1 = \frac{-V_{oy} + \sqrt{V_{oy}^2 + 2gH}}{g}$$

$$t_2 = \frac{V_{oy} + \sqrt{V_{oy}^2 + 2gH}}{g}$$

$$\rightarrow L = V_0 \cdot \cos \alpha \left(\frac{V_{oy} + \sqrt{V_{oy}^2 + 2gH}}{g} + \frac{\sqrt{V_{oy}^2 + 2gH} - V_{oy}}{g} \right) =$$

$$= \frac{V_0 \cdot \cos \alpha}{g} \left(2\sqrt{V_{oy}^2 + 2gH} \right) = \frac{2V_0}{g} \cdot \underbrace{\cos \alpha \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}_{\max}$$

$\cos \alpha$ может находить максимальным дробицами

$$E = V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha + 2gH \cdot \cos^2 \alpha \text{ зависимость от } \alpha.$$

$$\Rightarrow E' = (\cos^2 \alpha (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH))' =$$

$$= 2(\sin \alpha) (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH) + \cos^2 \alpha (V_0^2 \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha + 0) =$$

$$= -2\sin \alpha (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH) + 2\cos^2 \alpha V_0^2 \cdot \cos \alpha$$

$$\rightarrow 0 = 2\cos^2 \alpha \cdot V_0^2 - 2\sin \alpha (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)$$

$$0 = \cos^3 \alpha \cdot V_0^2 - V_0^2 \cdot \sin^3 \alpha - 2gH \sin \alpha.$$

$$E' = (1 - \sin^2 \alpha) (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)$$

$$0 = \cos^3 \alpha \cdot V_0^2 - V_0^2 \sin^3 \alpha - 2gH \sin \alpha$$

$$\cos^3 \alpha \cdot V_0^2 = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH \sin \alpha / \sin^3 \alpha$$

$$\operatorname{ctg}^3 \alpha \cdot V_0^2 = V_0^2 + 2gH \cdot \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$\operatorname{ctg}^3 \alpha \cdot V_0^2 = V_0^2 + 2gH (\operatorname{ctg}^2 \alpha + 1).$$

$$\operatorname{ctg}^3 \alpha \cdot V_0^2 = V_0^2 + 2gH \operatorname{ctg}^2 \alpha + 2gH.$$

$$x^3 \cdot 14^2 = 14^2 + 2 \cdot 10 \cdot 9,8 \cdot x^2 + 2 \cdot 10 \cdot 9,8$$

$$x^3 \cdot 14^2 - 196x^2 - 14^2 - 98 = 0.$$

$$\operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1 - \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} - 1$$

$$\operatorname{ctg}^2 \alpha \geq x^2 \quad \begin{array}{l} x^2 \\ 14^2 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14^2 \\ 196 \\ \hline 98 \\ 796 \end{array}$$



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
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!

$$196x^3 - 196x^2 - 196 = 0.$$

$$x^3 - x^2 - 1 = 0.$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 0 & -2 \\ \hline 2 & 3 & 10 & 18 \\ \hline \end{array}$$

$$0 \cancel{\cos^3 \alpha} - \cancel{\sin^3 \alpha} = \sin \alpha.$$

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

$$0 \cancel{\cos \alpha} \cancel{(\sin \alpha)} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh) = 196.$$

$$L_{\max} = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{\cos^2 \alpha (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh)} = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{14 \cos^2 \alpha (\sin^2 \alpha + 1)} =$$

$$= \frac{28v_0}{g} \sqrt{\cos^2 \alpha (\sin^2 \alpha + 1)};$$

$$E = \cos^2 \alpha (\sin^2 \alpha + 1) \Rightarrow E' = 2\cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) / (\sin^2 \alpha + 1) + \cos^2 \alpha (2\sin \alpha \cdot \cos \alpha) =$$

$$= -2\cos \alpha \cdot \sin^3 \alpha + 2\sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha + 2\sin \alpha \cdot \cos^3 \alpha.$$

$$\rightarrow 0 = \cancel{2\cos \alpha \cdot \sin^3 \alpha} - 2\sin \alpha \cdot \cos^3 \alpha - 2\cos^2 \alpha \sin^3 \alpha - 2\sin^2 \alpha \cos \alpha \quad \begin{array}{l} 3 \\ \cancel{28} \\ \cancel{14} \\ \cancel{112} \\ \cancel{28} \end{array}$$

$$0 = \sin \alpha \cdot \cos \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha - 1).$$

$$\Rightarrow \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0 \quad \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1.$$

$$\sin 2\alpha = 0 \quad \text{или} \quad \cos 2\alpha = 1 \quad \text{или} \quad 2\alpha = 0^\circ \quad \begin{array}{l} 39,2^\circ \\ \cancel{345^\circ} \quad \cancel{180^\circ} \end{array}$$

$$\Rightarrow L_{\max} = \frac{28v_0}{g} \cdot \sqrt{1 \cdot (0+1)} = \frac{28v_0}{g} = \frac{28 \cdot 14 \text{ м}}{10 \cdot 10^2} =$$

$$= 28 \cdot 1,4 = 39,2 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 9,8 \text{ м.}; L_{\max} = 39,2 \text{ м.}$

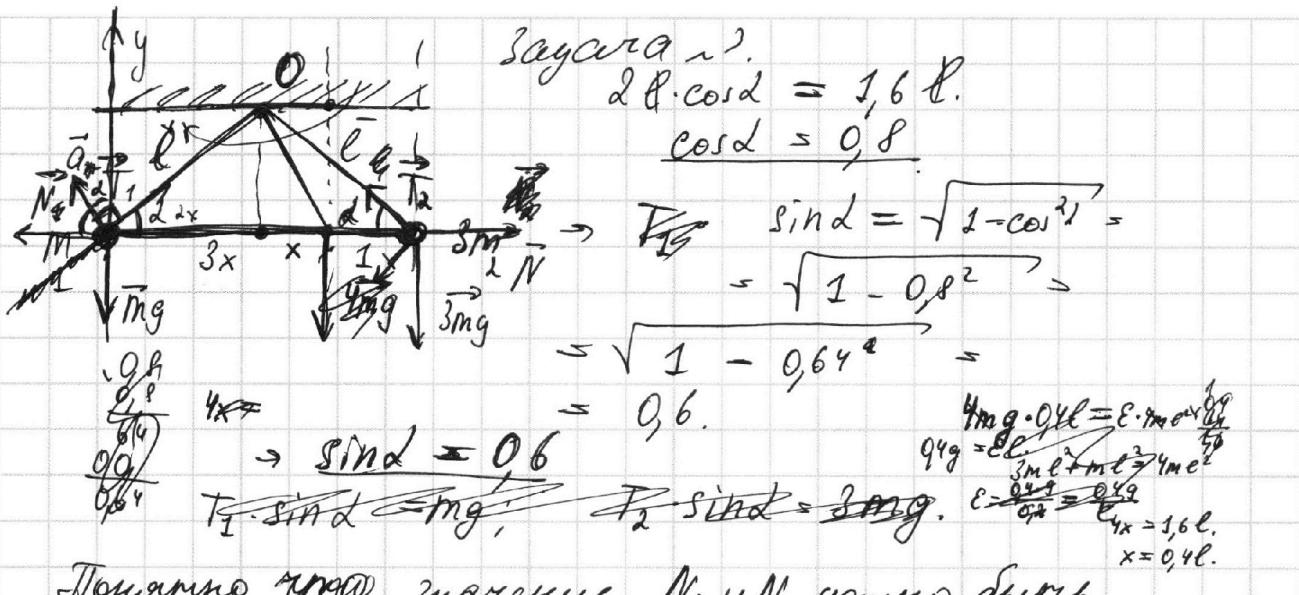


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

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



Понятно, что значение N_1 и N_2 должно быть равными, так как спираль невесома и нерастяжима, значит, пусть $N_1 = N_2 = N$, тогда

для первого шарика: $\vec{N} + \vec{T}_1 + \vec{mg} = \vec{ma}_1$.

В будем производить вращение относительно точки O:

$$\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon, \quad \varepsilon I =$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon; \quad \cancel{\frac{d\omega}{dt}}, \quad \cancel{\frac{d\omega}{dt}}.$$

Внешнее сопротивление вей силами равно нулю, поэтому $a_n = 0$, значит $a_r = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega \cdot R}{dt} = \varepsilon R$.

тогда получим, что:

$$2M_i = EI; \quad \text{при } O; \quad \cancel{\text{и}}$$

$$\therefore 3mg \cdot l \cdot \cos\alpha - mg \cdot l \cdot \cos\alpha + N \cdot \sin\alpha \cdot l - N \sin\alpha \cdot l =$$

$$\Rightarrow 2mg l \cdot \cos\alpha = \varepsilon I, \quad I = 3m \cdot l^2 + m \cdot l^2 =$$

$$\rightarrow 2mg l \cdot \cos\alpha = \varepsilon \cdot 4ml^2$$

$$\rightarrow \cancel{\varepsilon} = \cancel{\frac{2mg l \cdot \cos\alpha}{4ml^2}} \quad g \cdot \cos\alpha = 2\varepsilon l.$$

$$\rightarrow \varepsilon = \frac{g \cdot \cos\alpha}{2l}.$$



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 type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Продолжение 3й задачи

Могу я α_1 - перенеслиущуюко первой книгу ~~искусств~~
право: и будет направлено по умолчанию.

$$\begin{aligned} \varphi &= 180^\circ - 90^\circ - \alpha = 90^\circ - \alpha \approx \\ \Rightarrow \sin \varphi &= \sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha = 0,8. \text{Отвек} = \sin \alpha \\ \text{Отвек} &= 0,8 \end{aligned}$$

2. Знаем, что $E = \frac{g \cdot \cos \alpha}{\alpha}$, значит и значение

$$\begin{aligned} a_1 &= E \cdot R = \frac{g \cdot \cos \alpha}{2 \ell} \cdot R; R \neq \ell \Rightarrow a_1 = \frac{g \cdot \cos \alpha}{2 \ell} \cdot \ell = \\ &= \frac{g \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,8}{2} = 5 \cdot 0,8 \text{ м/с}^2 = \\ &= 4 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 13,2 \\ 12 \end{array} \begin{array}{r} 16 \\ 12 \\ 24 \\ 0,8 \end{array} \begin{array}{r} 3 \\ 4 \\ 4 \\ 0,8 \end{array}$$

3. Вдоль оси Оy заменим, что: $F = m \ddot{a}$ (по второму З.У.):

$$\begin{aligned} T_1 \cdot \sin \alpha - mg &= m \cdot a_1 \cdot \cos \alpha. \\ \Rightarrow T_1 &= \frac{m a_1 \cdot \cos \alpha + mg}{\sin \alpha} = m \cdot \frac{a_1 \cdot \cos \alpha + g}{\sin \alpha} = \\ &= 0,1 \text{ кН} + \frac{4 \text{ м/с}^2 \cdot 0,8 + 10 \text{ м/с}^2}{0,6} = \frac{13,2 \text{ м/с}^2 \cdot 0,1 \text{ кН}}{0,6} = \\ &= \frac{13,2 \cdot 1}{6} \text{ кН} = 2,2 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Отвек: $\sin \alpha = 0,8$; $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$; $T = 2,2 \text{ кН}$.



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 type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Задача 4.

1. Покажем, что если $C = 2,5R$; то

$C = \frac{5}{2}R$ - при изобарном процессе. - то сиб ~~то~~ процесс 1-3 - $\Rightarrow p = \text{const}$.

В при $C = 1,5R = \frac{3}{2}R$ покажем, что процесс изокоравий, потому ~~потому~~ меняется только давление и внутренняя энергия газа пропорционально.

~~Показываем процесс 1-3~~ знач: $23 \quad 2 \rightarrow 3 - V = \text{const}$

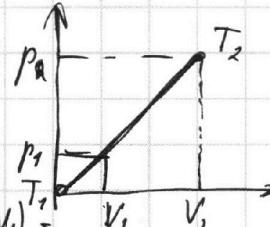
Показываем процесс 1-3 - $C = 2R$.

Докажем, что это линейная зависимость $p(V)$:

$$Q = \Delta U + \cancel{\text{для}} A' \quad Q = C\Delta T \quad C = \text{const}$$

при $p \neq \text{const} \Rightarrow p = \alpha V$.

$$\begin{aligned} \Rightarrow \Delta U &= \frac{3}{2}VR(T_2 - T_1) \\ \Rightarrow \frac{3}{2}VR(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) &= \\ \Rightarrow \frac{3}{2}VRT_2 - \frac{3}{2}VRT_1 + \frac{1}{2}(p_1V_2 - p_2V_1 + p_2V_2 - p_1V_1) &= \\ = \frac{3}{2}pp \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 + \frac{1}{2}p_2V_2 - \frac{1}{2}p_1V_1 + \frac{1}{2}p_2V_2 - \frac{1}{2}p_2V_1 &= \\ = 2p_2V_2 - 2p_1V_1 + \frac{1}{2}p_2V_2 + \cancel{\frac{1}{2}p_2V_1} - \cancel{\frac{1}{2}p_2V_1} &= \\ = \cancel{2p_2V_2} \quad \cancel{2p_1V_1} \cancel{- \frac{1}{2}p_2V_1} & \end{aligned}$$



$$p_2V_2 = VR T_2.$$

$$\text{но } p_2V_2 = VRT \quad ; \quad p_1 = \alpha V_1 \quad \alpha V_2 \cdot V_1 = VRT$$

~~$p_1 = \alpha V_1$~~

$$p_1 \cdot V_1 = VRT \quad ; \quad p_2 \cdot \alpha V_2 = \alpha V_2 \cdot V_1 = VRT$$

~~$\alpha V_2 \cdot V_1 = VRT$~~

$$\rightarrow \frac{1}{2}p_2V_2 = \frac{1}{2}p_1V_1$$

$$\rightarrow Q = 2p_2V_2 - 2p_1V_1 = 2VR(T_2 - T_1)$$

$$\rightarrow C = 2R \quad \text{доказано.}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 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!

Продолжение 4й задачи.

Мы уже изобразили задачи, найдем первые точки:

$$\cdot \text{Раз} 1) p_0 V_0 = VRT_0.$$

Второе 3: $p_3 = p_0$ (мы $p = \text{const}$)

$$\Rightarrow p_0 p_3 \cdot V_3 = VRT_3 = VR \cdot 3T_0.$$

$$\rightarrow \frac{V_3}{V_0} = 3 \Rightarrow 3V_3 = 3V_0, p_3 = p_0.$$

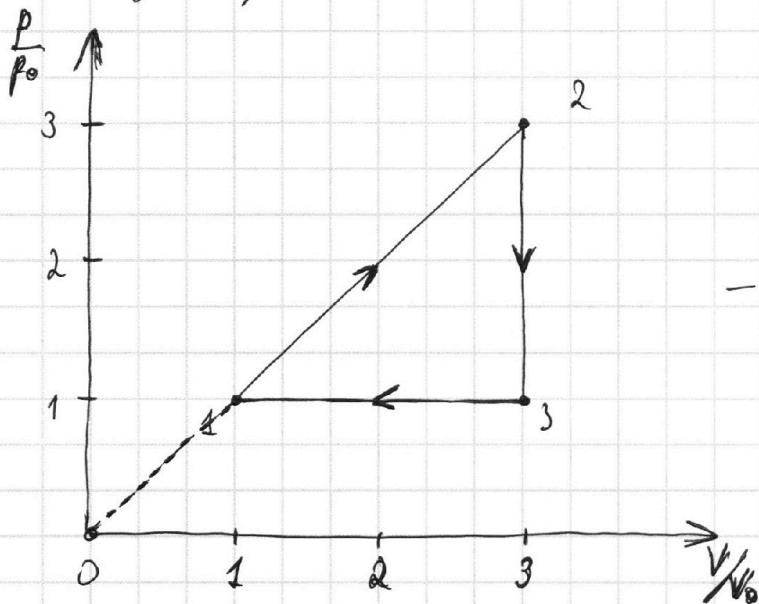
Второе 2: $V = \text{const} \Rightarrow V_2 = V_3;$

$$V_3 = 3V_0 \rightarrow p_2 \cdot 3V_0 = VRT_2 = VR \cdot 9T_0.$$

$$\rightarrow p_2 \cdot V_0 = VR \cdot 9T_0$$

$$\frac{p_2}{p_0} = 3 \rightarrow 2) p_2 = 3p_0 ; V_2 = 3V_0.$$

Мы уже изобразили процесс в следующем так:



- ответ на
первый пункт.

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!

2. В процессе расширения к горлу подводится тепло на участок 1-2, так как именно на нем он расширяется.

Помимо, что $Q_1 = \dot{c}V \cdot \Delta T$; $c = 2R$.

$$\Rightarrow Q_1 = 2R \cdot V \cdot \Delta T = 2RV(T_2 - T_1) = 2RV \cdot (8T_0 - T_0) \cdot$$

$$= 2RV \cdot 8T_0 = 16RV T_0 = 16 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 2 \text{моль} \cdot$$

$$1 \cdot 300k = 32 \cdot 8,31 \cdot 300 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} = 79776 \text{Дж.}$$

$$\begin{array}{r} \times 3200 \\ \times 8,31 \\ \hline 3200 \\ 19600 \\ 25600 \\ \hline 2659200 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 265,92 \\ \hline 300 \\ \hline 79776,00 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 32 \\ \times 300 \\ \hline 9600 \\ \times 8,31 \\ \hline 1960000 \\ 23840000 \\ \hline 297600000 \\ 0 \end{array}$$

3. Дано посчитали работу резины:

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (3p_0 - p_0) \cdot (3V_0 - V_0) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0 V_0 = 2VR T_0 = 2 \cdot 2 \text{моль} \cdot 8,31 \cdot$$

$$300k = 4 \cdot 8,31 \cdot 300 \text{Дж.}$$

$$\begin{array}{r} \times 150 \\ \times 100 \\ \hline 100 \\ 1000 \\ \hline 1500 \\ 1500 \\ \hline 4986150 \\ 1000 \\ \hline 4986 \\ 100 \\ \hline 4986 \\ 100 \\ \hline 4986 \end{array}$$

Половина у этой работы идет на поднятие груза

$$\text{Анагр.} = \frac{1}{2} A = 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \text{Дж} = 4986 \text{Дж.}$$

- Уходит на поднятие груза.

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ \times 16,62 \\ \hline 300 \\ 1662 \\ 1662 \\ \hline 498600 \\ 300 \\ 1662 \\ \hline 4986 \\ 1662 \\ \hline 4986 \\ 1662 \\ \hline 4986 \end{array}$$

\rightarrow то у Задачи: $\text{Анагр.} \cdot N = mg h$.

$$\Rightarrow h = \frac{\text{Анагр.} \cdot N}{mg} = \frac{4986 \text{Дж} \cdot 10}{150 \text{кг} \cdot 10 \text{м/с}^2} = 33,24 \text{м.}$$

Ответ: $\text{Q}_1 = 79776 \text{Дж}; h = 33,24 \text{м.}$

$$\begin{array}{r} 4986150 \\ 400 \\ \hline 124615 \\ 124615 \\ \hline 360 \\ 360 \\ \hline 60 \end{array}$$

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.



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

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!

Задача 5.

Запишем ЗСД для данной частицы, где запишем, что в зеркало частицы в точке O :

$$\text{тогда } E = \frac{mv_0^2}{2} + q\cdot\varphi.$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда выражение } \varphi \text{ найдем как сумму } \text{множество } d\varphi = \\ = \frac{k dQ}{R}. \quad \varphi = \sum \frac{k dQ}{R} = \frac{k}{R} \cdot \sum dQ = \frac{kQ}{R} - \text{сумма } \text{всех} \\ \text{всех} \text{ неподвижных.} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow E = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQ \cdot q}{R};$$

Далее будем удалять частицу на расстояние x от точки O :

$$\Rightarrow E = \frac{mv^2}{2} + q\varphi';$$

$$\varphi' = \frac{k dQ}{R'};$$

$$(R')^2 = x^2 + R^2 - 2Rx \cdot \cos\alpha; ;$$

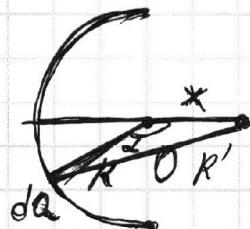
Заменим, что если $x \geq R$, то это то выражение $x^2 \geq R^2$, значит и выражение

$R \cdot \cos\alpha$ еще меньше x во много раз, поэтому мы можем убрать $R \rightarrow 0$, и тогда получим, что:

$$\varphi' = \frac{k dQ}{\sqrt{x^2 + R^2}}; \text{ значит и } \varphi = \frac{kQ}{\sqrt{x^2 + R^2}}; \text{ но}$$

$$\Rightarrow \text{если } x \geq R, \text{ то и } \varphi = \frac{kQ}{\sqrt{x^2 + R^2}} = kQ \cdot (x^2 + R^2)^{-\frac{1}{2}} = \\ = kQ \cdot \frac{1}{x} \cdot (1 + \frac{R^2}{x^2})^{-\frac{1}{2}}$$

если $\lim_{x \rightarrow \infty} \varphi = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{kQ}{x} = 0$; значит можно записать, что:



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

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

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!

Могу записать, что: $\frac{m v_0^2}{2} + \frac{k Q q}{R} = \frac{m v^2}{2} + 0$.

$$\rightarrow v^2 = v_0^2 + \frac{2 k Q q}{m R}$$

$$\rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2 k Q q}{m R}}$$

$$\frac{m^2 H}{k^2} \cdot \frac{k^2 e^2}{m \cdot m} = \\ = \frac{m \cdot m \cdot m}{e^2 \cdot m} = \frac{m^2}{e^2}$$

2. Второе. Понятие, что если $E = \text{const}$ — энергия сохраняется; то:

$$E_0 = \frac{m v_0^2}{2} + q \cdot \varphi_0 \Rightarrow E_A - \text{энергия в месте A.}$$

$$\Rightarrow 0 + q \cdot \varphi_A = \frac{m v_0^2}{2} + q \cdot \varphi_0$$

$$\rightarrow q \cdot \varphi_A = \frac{m v_0^2}{2} + q \cdot \frac{k Q}{R}$$

~~Когда~~ нужно найти значение φ_A .
тогда:

$$d\varphi_A = \frac{k dQ}{r_i}, r_i^2 = x^2 + R^2 - 2xR \cdot \cos \varphi.$$

~~$d\varphi_A = K \cdot \sum dQ$~~

$$\varphi_A = K \cdot \sum \frac{dQ}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}}$$

$$\sin(180^\circ - \alpha) = \cos \sin \alpha. \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{R^2}{r_i^2} \sin^2 \alpha}$$

~~$\sin \alpha \Rightarrow \frac{R}{\sin \alpha} = \frac{r_i}{\sin \varphi} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{R}{r_i} \cdot \sin \varphi.$~~

$$\rightarrow dE_A = dE \cdot \cos \alpha = \frac{k dQ}{r_i^2}.$$

$$\varphi_A = K \cdot \sum \frac{dQ}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}}$$

~~$\varphi_1 = \frac{K dQ}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}}$~~

~~$\varphi_2 = \frac{K dQ}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}}$~~

$$\begin{aligned} & \varphi_1 = \frac{K dQ}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}} \\ & \varphi_2 = \frac{K dQ}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}} \\ & \varphi_A = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = \frac{K dQ}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}} \\ & = \frac{K dQ}{\sqrt{(0,16)^2 - 2 \cdot 0,16 \cdot 0,16 \cos 135^\circ}} \\ & = \frac{K dQ}{\sqrt{0,16^2 - 0,16^2 \cos 135^\circ}} \\ & = \frac{K dQ}{\sqrt{0,16^2 - 0,16^2 \cdot (-0,7)}} \\ & = \frac{K dQ}{\sqrt{0,16^2 \cdot 0,7}} = \frac{K dQ}{0,24 \sqrt{0,7}} \end{aligned}$$



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

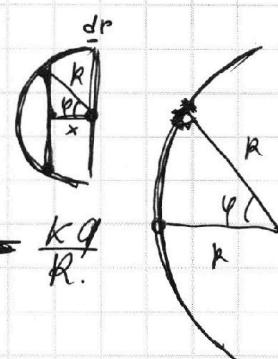
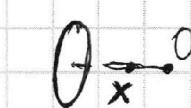
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\varphi_c = k \cdot \sum \frac{q_i}{R^2} ; \quad S = 2\pi R^2 ;$$

$$J = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{2\pi R^2}$$

$$\Rightarrow \varphi_c = k \sum \frac{dQ}{R^2 + R^2 - 2R \cos \varphi} ; \quad dQ = J \cdot dS$$

~~расмотрим~~ малые нарезки:



$$d\varphi_x = \frac{k \cdot q}{R} \cdot \frac{k \cdot dq}{R} = \frac{k^2 dl \cdot \varphi}{R^2} ; \quad \varphi_x = \frac{k p}{R} \cdot \ell = \frac{k q}{R}$$

$$\text{если } k = q, \text{ то } \varphi_{x_1} = \frac{k q}{a}$$

~~расмотрим~~ малые $\varphi_i = \frac{k q_i}{a_i}$; $R \cdot \sin \varphi = R_i$
 $R_i = 2\pi R_i = 2\pi R \sin \varphi$.

~~расмотрим~~ $dr \cdot l_i = dr \cdot 2\pi R \sin \varphi = s_i$

$$S = \frac{4\pi R^2}{2} = 2\pi R^2$$

$$\Rightarrow \varphi q_i = s_i \varphi ; \quad \varphi = \frac{Q}{2\pi R^2} ; \quad \Rightarrow q_i = \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot 2\pi R dr \sin \varphi =$$

$$= \frac{Q}{R} \cdot \sin \varphi \cdot dr$$

