



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



**Вариант 10-01**

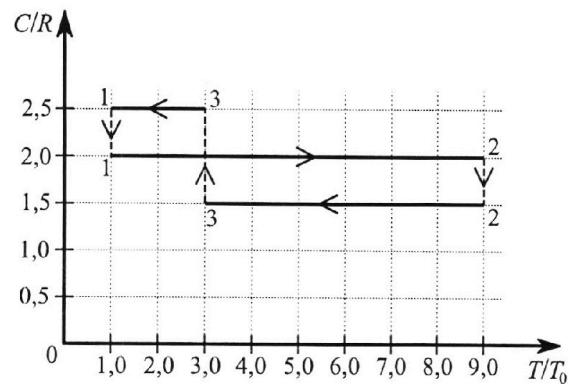
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 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.

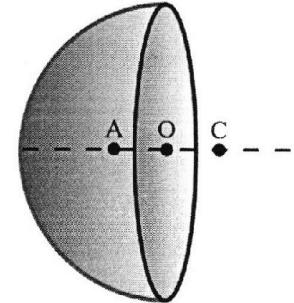
2. Какое количество  $Q_1$  теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

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  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$ . 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  $V_O$ .

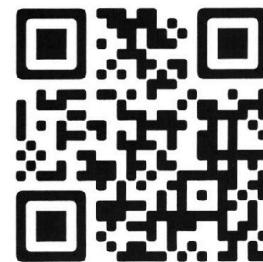


1. С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
2. Найдите скорость  $V_C$ , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся 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.



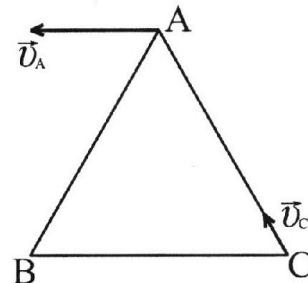
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**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.



- Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.
- За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершил три оборота?

Пчела массой  $m = 100$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

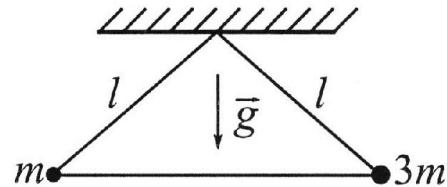
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 8$  м фейерверк находился через  $\tau = 0,8$  с после начала полета.

- На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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.

- Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  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  $L = 1,6l$ . Системудерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



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

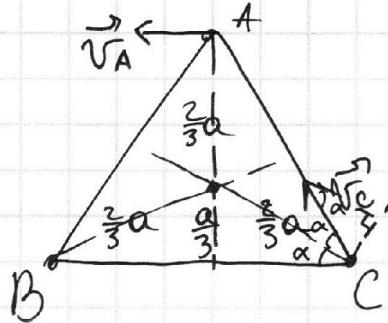


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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



Если перейти в СД центра масс, то все точки должны врашаться вокруг ц.м. с одинаковой угловой скоростью  
у.с. равнот.  $\Delta$ -переег. мер.,  
высот и бисектрис

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v_C \cdot \sin \alpha = v_A$$

$$v_C = \frac{v_A}{\sin \alpha} = 2v_A = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

~~П~~ Перейдем в СД ц.м., система враш.с.в:

$$\omega = \frac{v_A}{\frac{2}{3}a} = \frac{3}{2} \frac{v_A}{a} \quad N = 3$$

$$T = \frac{2\pi \cdot N}{\omega} = \frac{2\pi \cdot 3}{\frac{3}{2} \frac{v_A}{a}} \cdot 2a = \frac{4\pi a}{v_A} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \text{ м}}{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 3,14 \cdot 2C = 6,28C$$

На плоскость действует центростремительная сила:

$$R = F_y = a_y \cdot m = \omega^2 \cdot \frac{2}{3}a \cdot m = \frac{2}{3}\alpha \cdot \frac{9}{4} \frac{v_A^2}{a^2} \cdot m = \frac{3}{2} \frac{v_A^2}{a} \cdot m = \frac{3}{2} \cdot \frac{(0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{0,12 \text{ м}} \cdot 0,12 \text{ м} = 100 \cdot 10^6 \text{ Н} = \frac{3 \cdot 0,16 \cdot 10^4}{0,12} \text{ Н} =$$

$$= 3 \cdot 0,4 \cdot 10^4 \text{ Н} = 12 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Ответ:  $v_C = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   $T = 6,28C$   $R = 12 \cdot 10^5 \text{ Н}$

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

СТРАНИЦА  
1 из 5

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!

$$h = 8 \text{ м} \quad T = 0,8 \text{ с}$$

$$H = ?$$

Рейсер верк стартовал из нижней точки со скоростью  $U$

$\uparrow^4 \downarrow g$  Ускорение рейсеров. по оси  $Y$  равно  
 $0 + m \quad -mg = +ma \quad a = g \quad m$  - масса рейсеров.

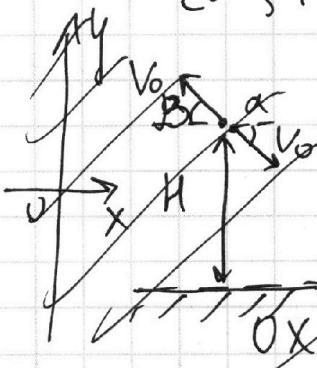
$$h \cancel{H} = UT - \frac{gT^2}{2} \Rightarrow U = \frac{h + \frac{gT^2}{2}}{T} = \frac{h}{T} + \frac{gT}{2}$$

Рейсер верк достигает наивысшей точки, когда его скорость обнуляется

$$t = \frac{U}{g} \leftarrow \text{время полета до высоты } H$$

$$H = Ut - \frac{gt^2}{2} = \frac{U^2}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{U^2}{g^2} = \frac{U^2}{2g}$$

$$H = \frac{1}{2g} \left( \frac{h}{T} + \frac{gT}{2} \right)^2 = \frac{1}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \left( \frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} + \frac{90 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ с}}{2} \right)^2 = \\ = \frac{(14 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{14 \cdot 14}{5 \cdot 2} \text{ м} = \frac{392}{5} \text{ м} = 9,8 \text{ м}$$



Рейсер верк разрыв. на 2 осколка  
по  $\frac{m}{2}$ . на шаке. высота  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow P = 0$ , т.к. скор. кулевая

закон сохр. импульса на действ.

~~$$\frac{m}{2} V_0 \cos \alpha - \frac{m}{2} V_0 \cos \beta = 0$$~~



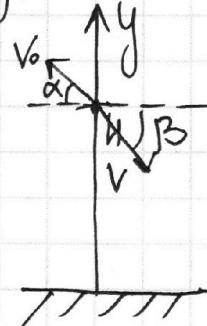
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
2 из 5

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!

$$\cos \alpha = \cos \beta$$

$$Oy: \frac{m}{2} V_0$$



Закон сохранения импульса:

$$Ox: V_0 \cos \alpha - V_0 \cos \beta - V_0 \cos \alpha = 0$$

$$Oy: V_0 \sin \alpha - V_0 \sin \beta = 0$$

$$V_0 \cos \beta = V_0 \cos \alpha \quad (1)$$

$$V_0 \sin \alpha = V_0 \sin \beta \quad (2)$$

$$(2) : (1)$$

$$\tan \beta = \tan \alpha \Rightarrow \alpha = \beta$$

$$V = \frac{V_0 \cos \alpha}{\cos \beta} = V_0 \Rightarrow \text{беколки летят в противоположные стороны}$$

Пусть после падение коорд. 1 беколка идёт тем  $x = x_1$ , а другую  $x_2$ , тогда

$$L = x_2 - x_1$$

$$1. \quad y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} + h$$

$$x = -V_0 \cos \alpha t$$

$t_1$  - время падения

$$V_0 \sin \alpha t_1 = \frac{gt_1^2}{2} \quad \frac{gt_1^2}{2} - V_0 \sin \alpha t_1 - h = 0$$

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 4 \cdot h \cdot \frac{g}{2} \quad (\square)$$



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

СТРАНИЦА  
3 из 5

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!

~~$$x_1 = x(t_1) = -V_0 \cos \alpha \cdot t_1 = -V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = -\frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$~~

~~$$2. y = -V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$~~

$$\text{т. } V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{g} \leftarrow \begin{array}{l} \text{берем} \\ \text{корень с +,} \\ \text{м.к. време > 0} \end{array}$$

$$x_1 = -V_0 \cos \alpha \cdot t_1 = -\frac{V_0 \cos \alpha}{g} (V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg})$$

~~$$2. y = H - V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$~~

$t_2$  - время до нахождения

$$H = V_0 \sin \alpha \cdot t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot H = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg$$

$$t_2 = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{g} \leftarrow \begin{array}{l} \text{корень с +,} \\ \text{т.к. } t_2 > 0 \end{array}$$

$$x_2 = V_0 \cos \alpha \cdot t_2 = \frac{V_0 \cos \alpha}{g} (\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg} - V_0 \sin \alpha)$$



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

СТРАНИЦА  
ЧИЗ 5

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

$$\begin{aligned}
 L &= x_2 - x_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left( \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \mu g} - v_0 \sin \alpha + \right. \\
 &\quad \left. + v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \mu g} \right) = \\
 &= 2 v_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \mu g}{g}} \\
 L' &= \frac{2 \mu g}{g} \left( -\sin \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \mu g} + \cos \alpha \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right) = \\
 &= 0 \\
 \cancel{2 \cos^2 \alpha \sin \alpha} &= \sin \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \mu g} \\
 \cancel{2 \cos^2 \alpha} &\neq \cancel{v_0^2 \sin^2 \alpha} \\
 \left(\frac{L}{v_0}\right)^2 &= \cos^2 \alpha (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \mu g) = v_0^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha + \\
 &\quad + 2 \mu g \cos^2 \alpha = \frac{v_0^2}{4} \cdot \sin^2 2\alpha + 2 \mu g \cos^2 \alpha \rightarrow \max \\
 \left(\frac{L}{v_0}\right)^2 &= \frac{v_0^2}{4} \cdot 2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha \cdot 2 + 2 \mu g \cdot 2 \cos \alpha \\
 &\times (-\sin \alpha) = 0 \\
 4 \mu g \cos \alpha \sin \alpha &= v_0^2 \sin 2\alpha \cos 2\alpha \\
 2 \mu g \sin 2\alpha &= v_0^2 \sin 2\alpha \cos 2\alpha \\
 \cos 2\alpha &= \frac{2 \mu g}{v_0^2} = \frac{8 \cdot 8,8 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{(20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2} =
 \end{aligned}$$

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**.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
5 из 5

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!

$$= \frac{9,8}{20} = \frac{98}{200} = 0,49$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2\cos^2 \alpha - 1$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2} = \frac{1,49}{2} = \cancel{0,749} \cdot \frac{149}{200} = \frac{74,5}{100} = 0,745$$

$$\sin 2\alpha = \sqrt{1 - \cos^2 2\alpha} = \sqrt{1 - 0,49^2} = \sqrt{(1-0,49)(1+0,49)} = \\ = \sqrt{0,51 \cdot 1,49}$$

$$\left(\frac{Lg}{2v_0}\right)^2 = \frac{V_0^2}{4} \cdot 0,51 \cdot 1,49 + 2 \cdot 9,8 \cdot 0,745 =$$

$$= \left( \frac{400}{4} \cdot \frac{51}{100} \cdot \frac{149}{100} + 2 \cdot \frac{9,8 \cdot 10 \cdot 745}{1000} \right) \frac{m^2}{c^2} = \frac{51 \cdot 149 + 19,6 \cdot 745 m^2}{100 c^2} =$$

$$= \frac{7589 + 14602}{100} \frac{m^2}{c^2} = \frac{22201 m^2}{100 c^2} 22,201 \frac{m^2}{c^2}$$

$$\begin{array}{r} 149 \\ \times 51 \\ \hline 149 \\ 745 \\ \hline 7599 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3934 \\ \times 186 \\ \hline 784 \\ 980 \\ \hline 745 \\ \hline 1372 \\ \hline 146020 \end{array}$$

$$L^2 = \frac{22,201 \frac{m^2}{c^2} \cdot 2 \cdot 400 \frac{m^2}{c^2}}{100 \frac{m^2}{c^2}} =$$

$$= 22,201 \cdot 8 m^2 = 177,608 m^2$$

$$L_{\max} = \sqrt{177,608 m^2}$$

$$13 m < L_{\max} < 14 m$$

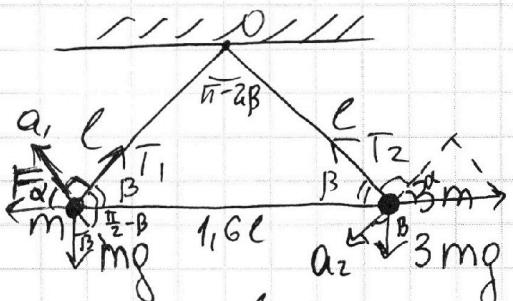
$$\text{Ответ: } h = 9,8 \text{ м} \quad L_{\max} = \sqrt{177,608} \text{ м}$$

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

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!



Воздействие на камень шариков действует силы, направленные в противоположные стороны, и обладающие одинаковыми по модулю

шариков так, что в силах их не может быть направлены скрещивающиеся скорости и ускорение, т.к. все камни движутся синхронно

$$\frac{1,6l}{\sin(\pi - 2\beta)} = \frac{l}{\sin \beta} \Rightarrow \frac{1,6}{2 \sin \beta \cos \beta} = \frac{1}{\sin \beta}$$

$$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$$

$$\cos \beta = \frac{1,6}{2} = 0,8$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta = \frac{\pi}{2} - \arccos(0,8) \quad \cos \alpha = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \sin \beta$$

$$\sin \alpha = \cos \beta = 0,8$$

Рассмотрим силы, действующие на шарик B: сила тяжести  $a_1$ , сила натяжения  $a_2$ , сила F и сила  $F_{\text{упр}}$ .

$$F \cos \alpha - mg \cos \beta = ma_1$$

Стрелки на схеме показывают, что не действующие силы не показаны. Всё система начнет врашаться вокруг точки O.  $\Rightarrow a_2 = a_1$ .  $a_2$  также будет перпендикулярна к радиусу  $r$ .

II закон Ньютона для шарика 3m:

$$3ma_2 = 3mg \cos \beta - F \cos \alpha$$

$$\begin{cases} ma_1 = F \cos \alpha - mg \sin \alpha & (1) \leftarrow \text{здесь } F - \text{упр. сила, обозн.} \\ 3ma_2 = 3mg \sin \alpha - F \cos \alpha & (2) \end{cases}$$

$$(2) + (1) = 3 = 4ma_1 = 2mg \sin \alpha \quad \text{б) усл. какт}$$

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!

$$a_1 = \frac{2g \sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{g \cdot 0,8}{\sqrt{1 - 0,8^2}} = 0,4g = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\cancel{(2)} : (1) \quad 3 =$$

$$(1): F = m a_1 + m g \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

$$F = \frac{m}{0,6} (0,4g + g \cdot 0,8) = \frac{m \cdot 1,2g}{0,6} = 2mg =$$

$$= 2 \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2 \text{ Н} = T$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,8$$

$$\cancel{T = 2 \text{ Н}} = 2 \text{ Н}$$

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

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

$$\text{одноат. из} \Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R$$

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

$$C = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{PdV + VdRdT}{dTdV} = \frac{PdV}{VdT} + R$$

$$1 \rightarrow 2: \frac{C}{R} = 2 \Rightarrow \frac{PdV}{VRdT} = 1$$

$$PdV = VRdT$$

Уп-е Менг.-Клаин. в дверях. Было:

$$PdV + Vdp = VRdT$$

$$1 \rightarrow 2 - \text{полупрона} \Rightarrow PV^n = \text{const}, \text{ где}$$

$$n = \frac{C - C_P}{C - C_V}$$

$$n_{12} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow$$

→ 6 процесс 1 → 2 давл. лишило заб. от объема

$$2-3: C = \frac{3}{2} R \Rightarrow V = \text{const}$$

$$3-1: C = \frac{5}{2} R \Rightarrow P = \text{const}$$

$$1 \rightarrow 2: P = \alpha V$$

~~$$Q = SpdV + VRdT = fcdT V$$~~

~~$$VC\Delta T = VR\Delta T + \alpha \left( \frac{V^2}{2} - \frac{V_0^2}{2} \right)$$~~

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**.








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!

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_1}{V_1}$$

$$\frac{P_0}{P_0}$$

$$P_1 V_1 = \nu R \cdot 9 T_0$$

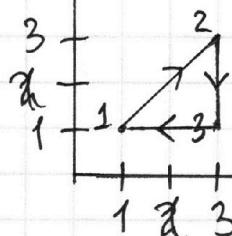
$$P_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$P_1 V_1 = 9 P_0 V_0$$

$$P_1 V_1 = 9 \cdot \frac{P_1}{V_1} \cdot V_0^2$$

$$V_1^2 = 9 V_0^2$$

$$V_1 = 3 V_0$$



$$\frac{V}{V_0}$$

$$2-3: V = \text{const}$$

$$V_1 = V_2 \quad P_1 = P_2 \leftarrow \begin{matrix} \text{параметры} \\ \text{в точке 2} \end{matrix}$$

$$P_2 V_2 = \nu R \cdot 9 T_0$$

$$P_3 V_2 = 3 T_0 \cdot \nu R$$

$$P_3 = \frac{P_2}{3} \Rightarrow P_3 = P_0$$

$$3 \rightarrow 4: P = \text{const}$$

$$P_3 V_4 = 3 T_0 \nu R$$

$$P_3 V_4 = T_0 \nu R$$

$$V_1 = V_0$$

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

СТРАНИЦА  
3 из 3

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

Расширение  $\Rightarrow$  процесс  $1 \rightarrow 2$

$$Q_1 = V C_{12} \cdot \Delta T_{12} = V C_{12} \cdot (9T_0 - T_0) = \cancel{V} R \cdot 8T_0 = 16RT_0 \cancel{V}$$

$$\cancel{= 16 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{К}} = 831 \cdot 48 \text{ Дж} =$$

$$= 39888 \cdot 2 \approx 80 \text{ кДж}$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ \times 48 \\ \hline 6648 \\ 3324 \\ \hline 39888 \\ \hline 2 \\ \hline 79776 \end{array}$$

Рассчитаем работу, которую совершила машина за 1 цикл:

$SA = p dV \Rightarrow$  мощность под графиком

$$2P_0 \cdot 2V_0 \cdot \frac{1}{2} = A_1$$

$$A_1 = 2P_0V_0 = 2 \cdot VR T_0 = 2 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \times$$

$$\times 300 \text{К} = 3 \cdot 4 \cdot 831 \text{ ДЖ} = 9972 \text{ ДЖ}$$

$$\eta = \frac{1}{2}, \text{ т.к.}$$

$$\Delta H = M g H$$

$$\Delta H = \eta N \cdot A_1 = M g H$$

$$H = \frac{\eta N A_1}{M g} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 9972 \text{ ДЖ}}{150 \text{ кг} \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2} = \frac{9972 \text{ ДЖ}}{300 \text{ кг}} =$$

$$= 33,24 \text{ м}$$

Ответ:  $Q_1 = 80 \text{ кДж}$   
 $\eta = 33,24 \text{ м}$

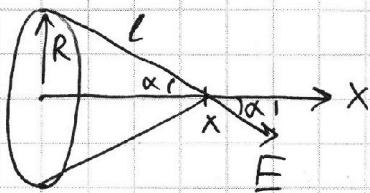


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

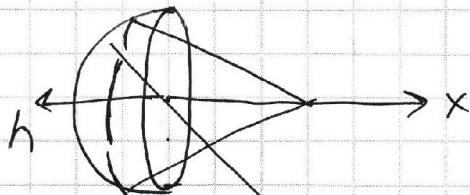
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

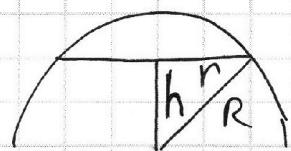


$$dE_x = \frac{k \cdot dQ \cos \alpha}{l^2} = \\ = \frac{k dQ x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$Ex = \frac{k Q x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{напр., создаваемое кольцом} \\ \text{с зарядом } Q \text{ в т. } x \text{ от центра} \end{array}$$



Разобьем сферу  
на кольца различных  
радиусов и определим  
действующую напр. на  
об x



$$dE_x = \frac{k dQ (x+h)}{(r^2 + (x+h)^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$r^2 = R^2 - h^2$$

$$dQ = dh \cdot 2\pi r \cdot \delta = 2\pi r dh \cdot \frac{Q}{2\pi R^2}$$

$$dE_x = \frac{k \cdot 2\pi r dh \cdot \frac{Q}{2\pi R^2} (x+h)}{(R^2 - h^2 + x^2 + 2xh + h^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{k Q \sqrt{R^2 - h^2} \times}{R^2 (R^2 + x^2 + 2xh + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\frac{x(x+h)dh}{(R^2 + x^2 + 2xh + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

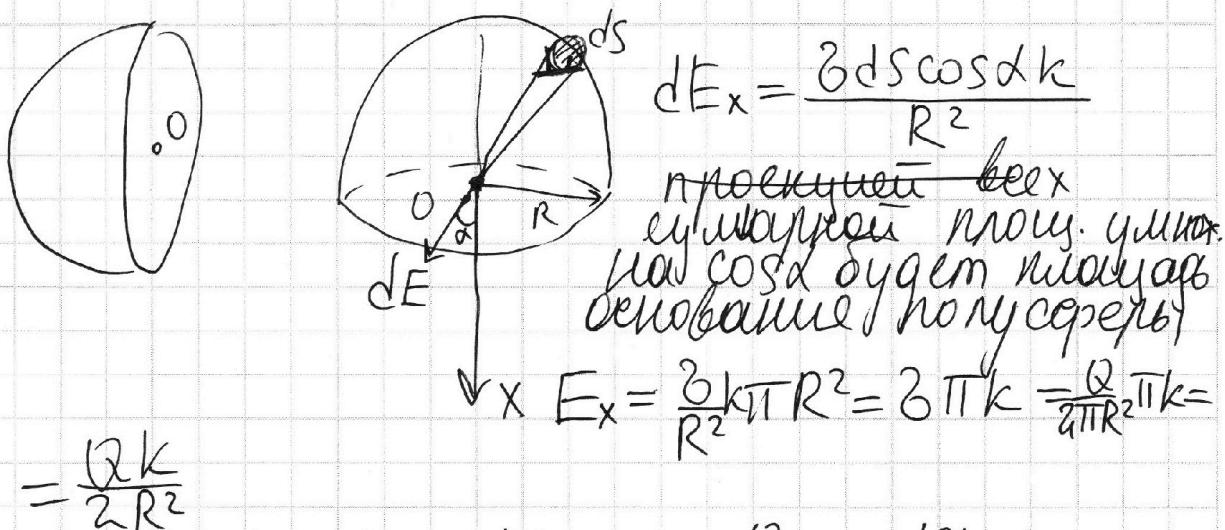
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Потенциал в т. О можно рассчитать, как потенциал от каждого шарика участка сферы (тоговые заряды), т.к. все т. наход. на одинаковом расстоянии от центра



$$\Psi_x = \frac{3dS k}{R} = \frac{3 \cdot 2\pi R^2 k}{R} = 2\pi R \frac{Q}{2\pi R^2} k = \frac{Qk}{R}$$

Закон сохран. энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{Qk}{R} \cdot q = \frac{mV^2}{2}$$

$$V^2 = V_0^2 + \frac{2Qqk}{R} = V_0^2 + \frac{2Qqk}{mR}$$

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

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

СТРАНИЦА  
3 из 3

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

$$\varphi_A \cdot q = \frac{m V_0^2}{2} + \frac{k Q q}{R}$$

$$\varphi_A = \frac{m V_0^2}{2q} + \frac{k Q}{R}$$

В м. С потенциал будет отшагать на такую же величину, что и в А  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow \varphi_C = \frac{k Q}{R} - \frac{m V_0^2}{2q}$

$$q \cdot \varphi_C + \frac{m V_C^2}{2} = \frac{k Q}{R} + \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\frac{m V_C^2}{2} = \cancel{\frac{k Q}{R}} + \frac{m V_0^2}{2} - \cancel{\frac{k Q}{R}} + \frac{m V_0^2}{2}$$

$$V_C^2 = 2 V_0^2$$

$$V_C = \sqrt{2} V_0$$

$$\text{Объем: } V = \sqrt{V_0^2 + \frac{3qQk}{mR}}$$

$$V_C = \sqrt{2} V_0$$

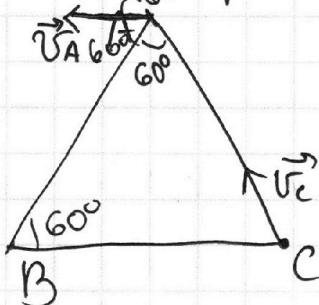
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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  
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!

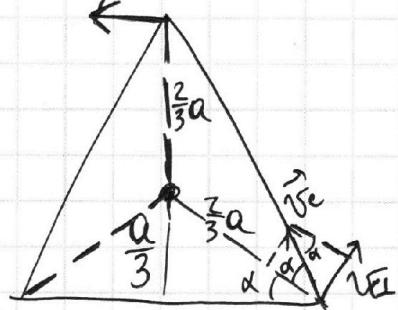
X В ЛСО вершины треугольника не могут находиться друг от друга  $\Rightarrow$  проекции скор. вершины C на сторону AC равна проекции скор. A на сторону AC



$$v_A \cdot \cos 60^\circ = v_C$$

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

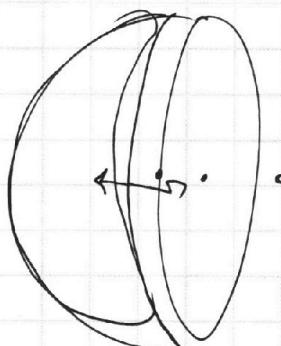
В СО с.и. скорости всех вершин будут направлены перпендиц. направлению на центр масс; с.и. треугл. наход. в т. пересечения выс., мер., дин. (равностор.)



$$\sin \alpha = \frac{\frac{2}{3}a}{\frac{2}{3}a} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

$$v_{C\perp} = v_C \sin \alpha = \frac{1}{2} v_C = 0,1 \text{ м/с}$$

$$\omega =$$



L



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

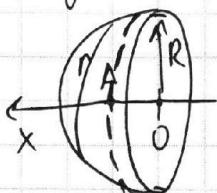
7

СТРАНИЦА  
ИЗ

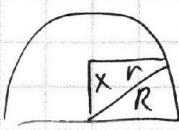
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}
 & \text{Diagram: A circle with center } O \text{ and radius } R. A point } x \text{ is on the horizontal axis passing through } O. \\
 & \varphi = -\int E dx = -\int_{R^2+x^2}^{\infty} \frac{kQ dx}{(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}} = \\
 & = -kQ \int_{\infty}^{\infty} \frac{dx}{(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{kQ}{2} \left( -2 \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2+x^2}} + \right. \\
 & \left. + 2 \cdot \frac{R^0}{x \infty} \right) = \frac{kQ}{\sqrt{R^2+x^2}}
 \end{aligned}$$

Пусть м. А наход. на расстоянии  $\ell_A$  от м. О



$$r^2 = R^2 - x^2$$



$$\begin{aligned}
 d\varphi &= \frac{k \cdot dQ}{\sqrt{r^2 + (x - \ell_A)^2}} = \frac{k \cdot 2\pi r dx}{\sqrt{r^2 + (x - \ell_A)^2}} = \\
 &= \frac{2\pi \sqrt{R^2 - x^2} k \cdot dx}{\sqrt{R^2 - x^2 + (x - \ell_A)^2}} =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2\pi k \delta dx \sqrt{\frac{R^2 - x^2}{(R^2 - x^2 + (x - \ell_A)^2)}} = 2\pi k \delta dx \sqrt{\frac{R^2 - x^2}{R^2 - x^2 + x^2 - 2x\ell_A + \ell_A^2}} = \\
 &= \sqrt{\frac{R^2 - x^2}{R^2 + \ell_A^2 - 2x\ell_A}} 2\pi k \delta dx
 \end{aligned}$$

$$\varphi \sim \frac{1}{x}$$

$$\varphi_A \cdot q =$$

L

L