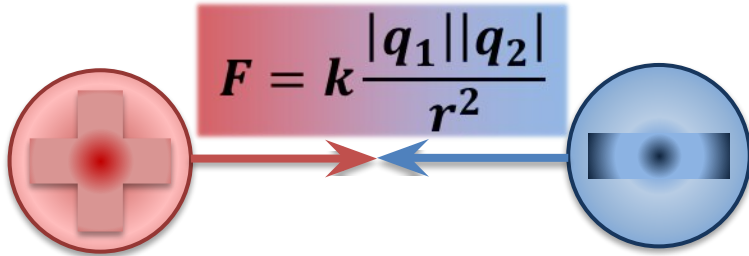


Закон Кулона. Единица электрического заряда



Закон кулона — основной закон электростатики

Электростатика — ветвь электродинамики, изучающая взаимодействие покоящихся зарядов.

Сила взаимодействия между двумя покоящимися зарядами прямо пропорциональна величине зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.



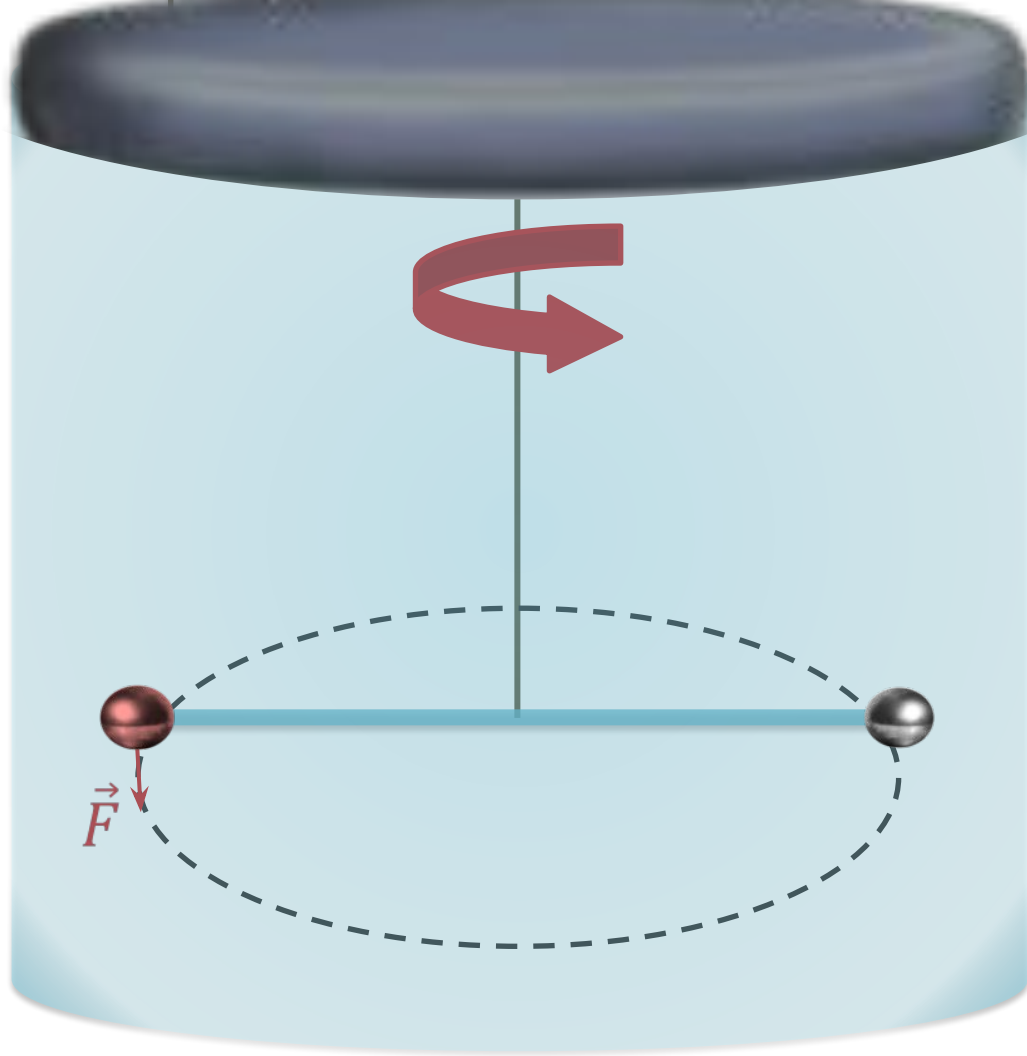
Генри Кавендиш
1731 — 1810



Крутильные весы, 1798 г.

$$G = 6,754 \times 10^{-11} \frac{\text{Н} \times \text{м}^2}{\text{кг}^2} \text{ (1798 г)}$$

$$G = 6,674 \times 10^{-11} \frac{\text{Н} \times \text{м}^2}{\text{кг}^2} \text{ (сегодня)}$$

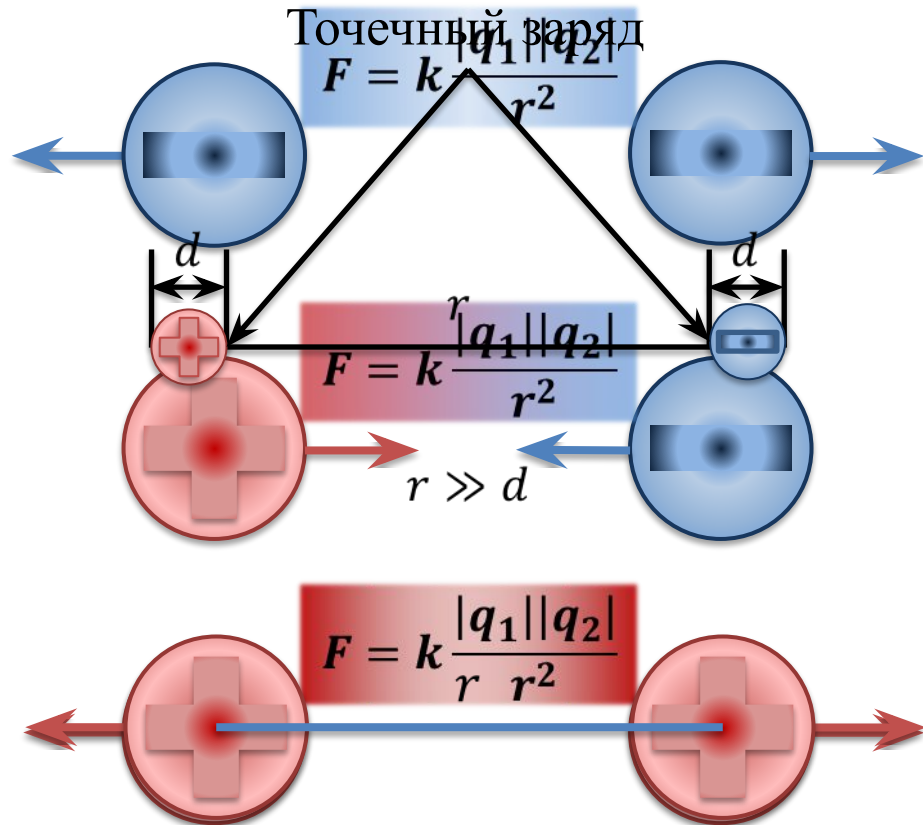


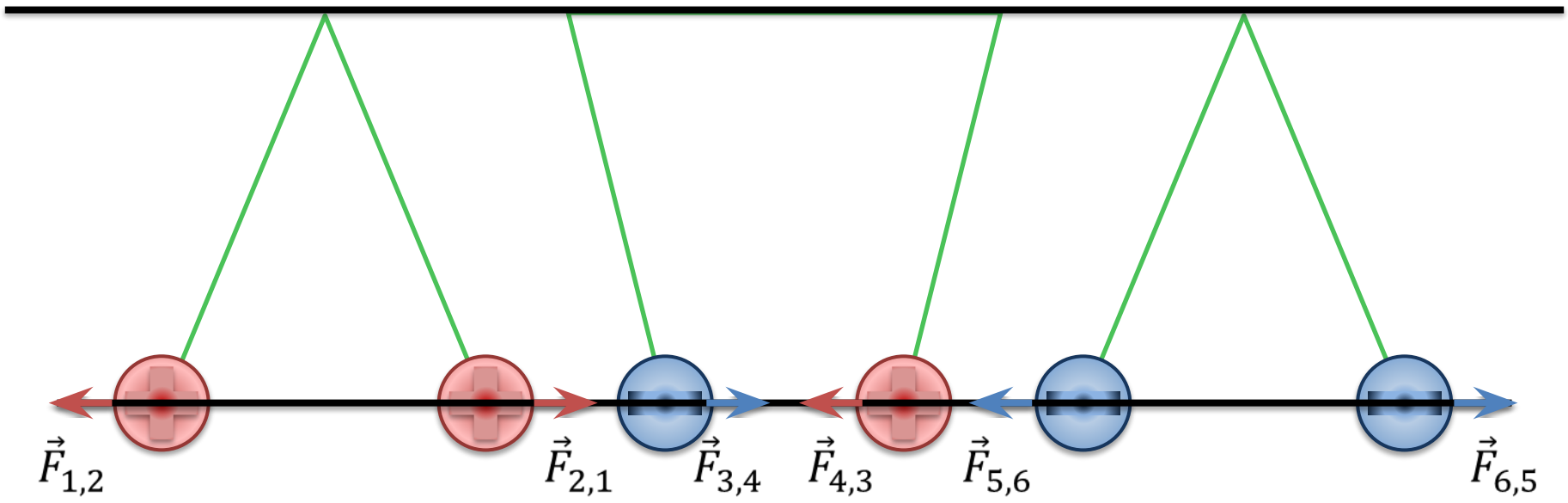
Закон Кулона

Закон Кулона: сила взаимодействия двух точечных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

Точечными зарядами обладают тела, размерами которых можно пренебречь по сравнению с расстоянием между ними.



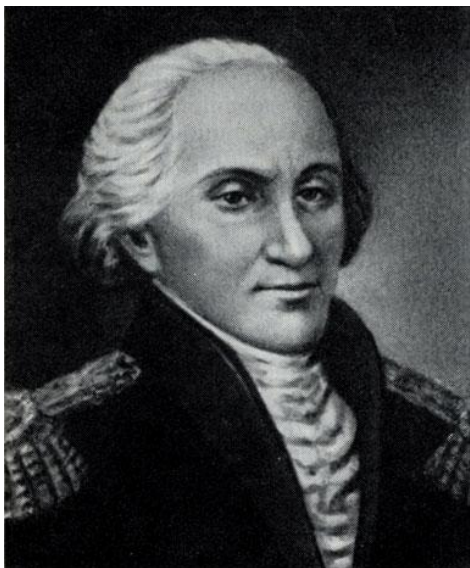


$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$

$$\vec{F}_{3,4} = -\vec{F}_{4,3}$$

$$\vec{F}_{5,6} = -\vec{F}_{6,5}$$

Единица электрического заряда



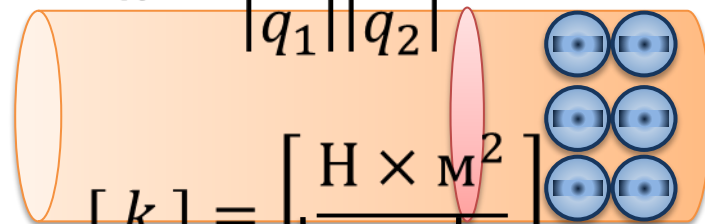
Шарль
Кулон
1736 — 1806

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$[q] = [\text{Кл}]$$

$$k = \frac{F r^2}{|q_1||q_2|} \stackrel{F=1\text{ А}}{=} 1 \text{ А}$$

$$t = 0,8 \text{ с}$$



The diagram shows a horizontal cylindrical capacitor with an orange dielectric. A vertical pink line represents a cross-section. On the right end, there are four blue circular plates arranged in a 2x2 grid, representing the electrodes. The capacitor is labeled with the dielectric constant ϵ and the charge $q = 1 \text{ Кл}$.

$$[k] = \left[\frac{\text{Н} \times \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \right]$$
$$q = 1 \text{ Кл}$$



$$m \approx 23 \text{ Т}$$

$$F_T = mg$$

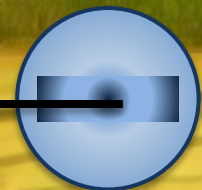
$$F_K \approx F_T$$



1 Кл

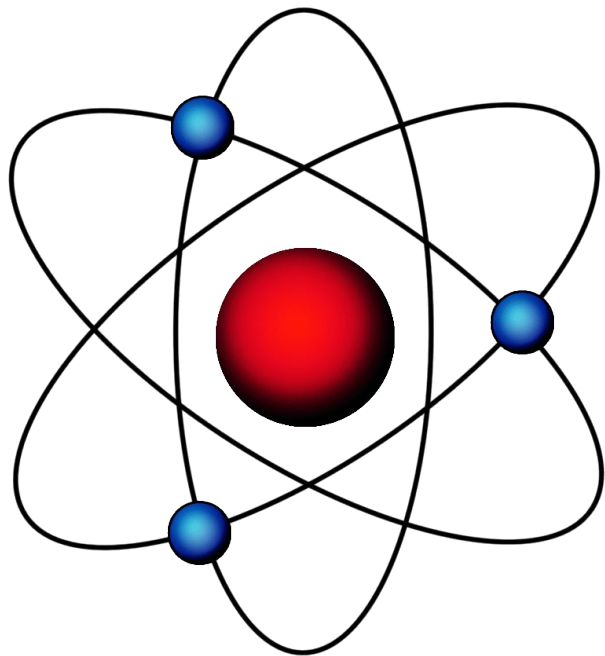
200 м

$$F_K = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$



-1 Кл

Элементарный заряд



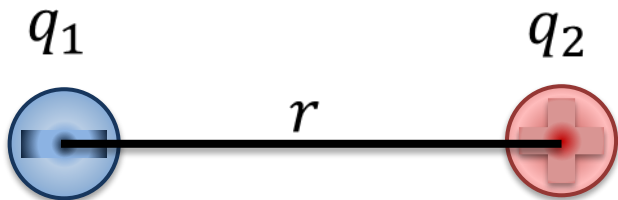
Элементарный заряд
(заряд электрона):

$$q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$Q = Nq_e, N \in \mathbb{N}$$

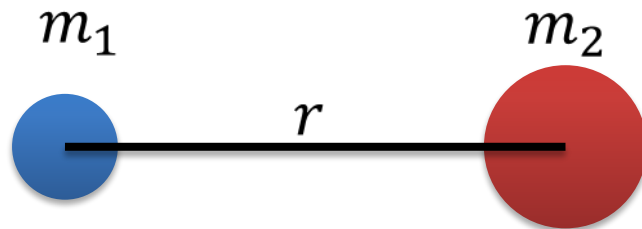
Закон Кулона

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$



Закон всемирного тяготения

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



Два равных по модулю разноимённых точечных заряда взаимодействуют с силой, равной 10 Н . Определите величину этих зарядов, если они находятся на расстоянии 5 м друг от друга.

Дано:

$$|q_1| = |q_2|$$

$$F = 10 \text{ Н}$$

$$r = 5 \text{ м}$$

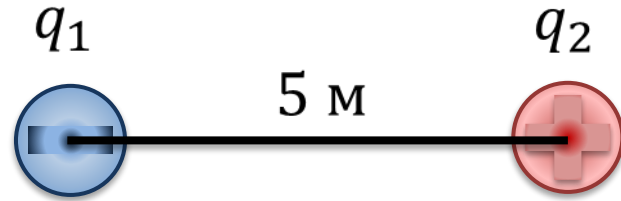
$$|q| - ?$$

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$|q_1| = |q_2| = q$$

$$F = k \frac{q^2}{r^2}$$

$$q = |q_1| = |q_2| = \sqrt{\frac{Fr^2}{k}} = \sqrt{\frac{10 \times 5^2}{9 \times 10^9}} \approx 167 \text{ мкКл}$$



Шарик с зарядом 4 мкКл неподвижно висит на шелковой нити. Снизу к нему подводят второй шарик с зарядом -100 нКл , так что центры обоих шариков лежат на одной прямой. В результате этого, сила натяжения нити увеличивается вдвое. Расстояние между шариками составляет 8 см . Найдите массу первого шарика.

Дано:

СИ

$$q_1 = 4 \text{ мкКл}$$

$$4 \times 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -100 \text{ нКл}$$

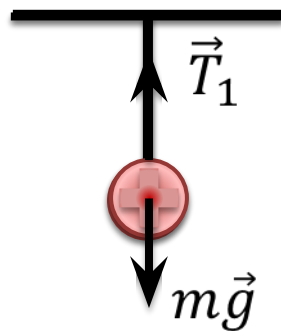
$$-10^{-7} \text{ Кл}$$

$$r = 8 \text{ см}$$

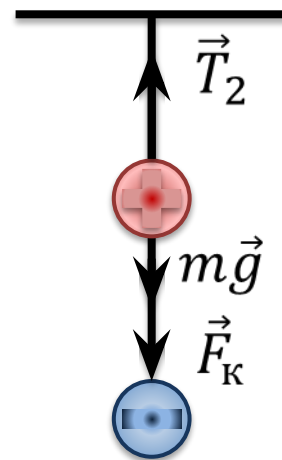
$$0,08 \text{ м}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 2$$

$$m - ?$$



$$T_1 = mg$$



$$T_2 = mg + F_k$$

Шарик с зарядом 4 мкКл неподвижно висит на шелковой нити. Снизу к нему подводят второй шарик с зарядом -100 нКл , так что центры обоих шариков лежат на одной прямой. В результате этого, сила натяжения нити увеличивается вдвое. Расстояние между шариками составляет 8 см . Найдите массу первого шарика.

Дано:

$$q_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -10^{-7} \text{ Кл}$$

$$r = 0,08 \text{ м}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 2$$

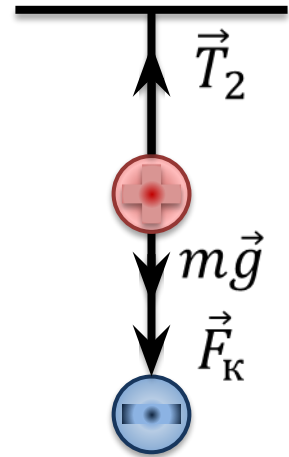
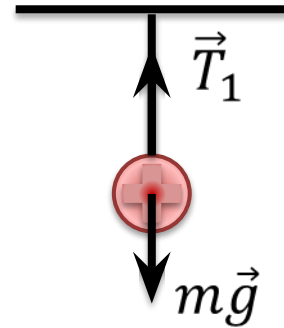
$$m - ?$$

$$T_2 = mg + F_K$$

$$T_1 = mg$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{mg + F_K}{mg}$$

$$2 = 1 + \frac{F_K}{mg} \Rightarrow F_K = mg$$



Шарик с зарядом 4 мкКл неподвижно висит на шелковой нити. Снизу к нему подводят второй шарик с зарядом –100 нКл, так что центры обоих шариков лежат на одной прямой. В результате этого, сила натяжения нити увеличивается вдвое. Расстояние между шариками составляет 8 см. Найдите массу первого шарика.

Дано:

$$q_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -10^{-7} \text{ Кл}$$

$$r = 0,08 \text{ м}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 2$$

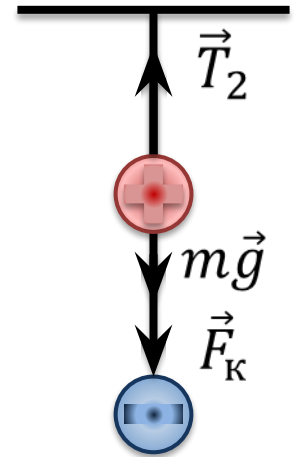
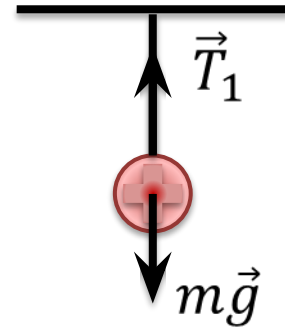
$$m - ?$$

$$F_k = mg$$

$$mg = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

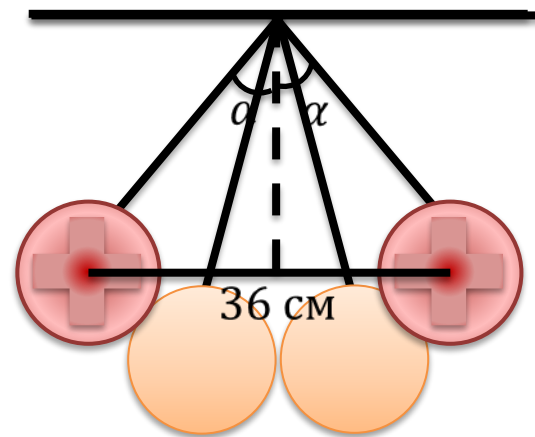
$$m = k \frac{|q_1||q_2|}{gr^2}$$

$$m = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 10^{-7}}{9,8 \times (0,08)^2} = 0,057 \text{ кг}$$



Два одинаковых шарика висят на нитях так, как показано на рисунке. После того, как шарикам сообщили заряды, равные $0,3 \text{ мкКл}$, они разошлись на расстояние, равное 36 см . Если натяжение на каждой нити равно 45 мН , то чему равен угол альфа, указанный на рисунке?

Дано:	СИ
$q_1 = 0,3 \text{ мкКл}$	$3 \times 10^{-7} \text{ Кл}$
$q_2 = 0,3 \text{ мкКл}$	$3 \times 10^{-7} \text{ Кл}$
$r = 36 \text{ см}$	$0,36 \text{ м}$
$T_1 = 45 \text{ мН}$	$0,045 \text{ Н}$
$T_2 = 45 \text{ мН}$	$0,045 \text{ Н}$
$\alpha - ?$	



Два одинаковых шарика висят на нитях так, как показано на рисунке. После того, как шарикам сообщили заряды, равные $0,3 \text{ мкКл}$, они разошлись на расстояние, равное 36 см . Если натяжение на каждой нити равно 45 мН , то чему равен угол альфа, указанный на рисунке?

Дано:

$$q_1 = 3 \times 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 3 \times 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$r = 0,36 \text{ м}$$

$$T_1 = 0,045 \text{ Н}$$

$$T_2 = 0,045 \text{ Н}$$

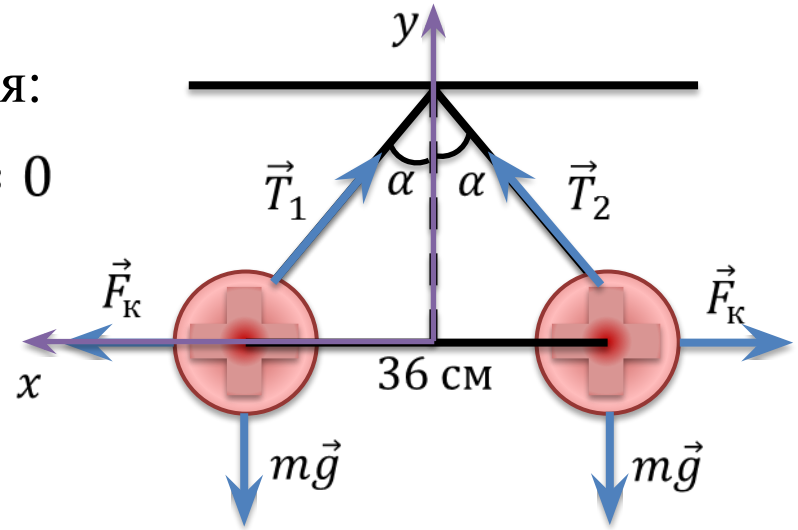
$$\alpha - ?$$

Условие равновесия:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_K + \vec{F}_2 + T_1 \sin \alpha + \vec{F}_T = 0$$

$$\sin \alpha = \frac{F_K}{T_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{k|q_1||q_2|}{T_1 r^2}$$



Два одинаковых шарика висят на нитях так, как показано на рисунке. После того, как шариками сообщили заряды, равные $0,3$ мкКл, они разошлись на расстояние, равное 36 см. Если натяжение на каждой нити равно 45 мН, то чему равен угол альфа, указанный на рисунке?

Дано:

$$q_1 = 3 \times 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 3 \times 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$r = 0,36 \text{ м}$$

$$T_1 = 0,045 \text{ Н}$$

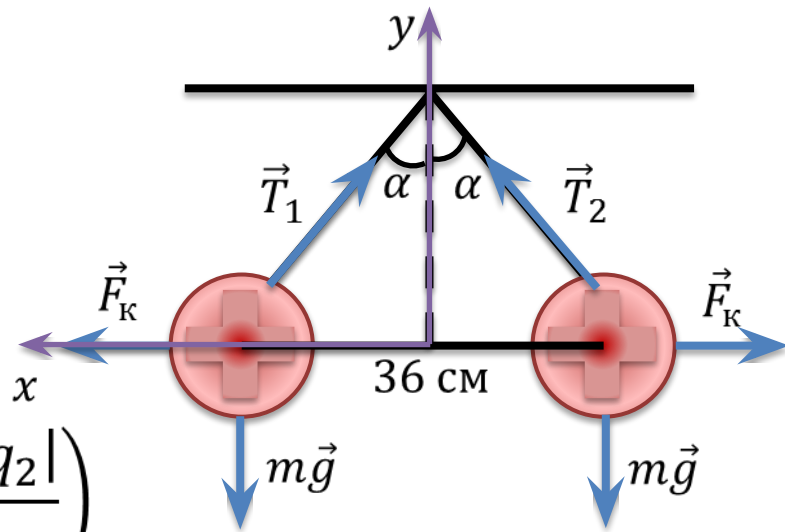
$$T_2 = 0,045 \text{ Н}$$

$$\alpha - ?$$

$$\sin \alpha = \frac{k|q_1||q_2|}{T_1 r^2}$$

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{k|q_1||q_2|}{T_1 r^2} \right)$$

$$\alpha \approx 14^\circ$$



ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- **Основной закон электростатики (закон Кулона):** сила взаимодействия между двумя точечными зарядами в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

- **Точечный заряд** — это заряд, находящийся на материальной точке.
- Единицей электрического заряда является кулон:

$$[q] = [Кл]$$

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- **Заряд в 1 Кл** — это заряд, проходящий через поперечное сечение проводника за 1 с, при силе тока в 1 А:

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \times 1 \text{ с}$$

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Н} \times \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$$