

ЗАКОН КУЛОНА



Актуализация знаний

- Что изучает электродинамика?
- Что изучает электростатика?

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

- ▶ **Электростатика** — раздел учения об электричестве, изучающий взаимодействие неподвижных электрических зарядов.

Самостоятельно

Тест

1. Какое из утверждений верно?

- а) При электризации трением зарядить можно только одно тело.
- б) При электризации трением электризуются оба тела.
- в) При электризации трением тела остаются электрически нейтральными.

Тест

2. Частица, имеющая наименьший отрицательный заряд, называется:

- а) атомом;
- б) протоном;
- в) электроном.

Тест

3. Единицей электрического заряда является:

- а) 1 Н;
- б) 1 Кл;
- в) 1 Дж.

Тест

4. Какая часть атома имеет положительный и отрицательный заряд:

- а) ядро – отрицательный, электроны – отрицательный;
- б) ядро – отрицательный, электроны – положительный;
- в) ядро – положительный, электроны – отрицательный.

Тест

5. Может ли быть элементарная частица без заряда, а заряд – без частицы?

- а) Частица без заряда – да, заряд без частицы – нет;
- б) Частица без заряда – нет, заряд без частицы – да;
- в) Может;
- г) Не может.

Тест

6. Существует ли минимальный отрицательный электрический заряд?

- а) Да, это заряд ядра атома водорода;
- б) Да, это заряд электрона;
- в) Да, это заряд ядра атома гелия;
- г) Нет, отрицательный заряд может быть сколь угодно мал

Тест

*7. Нейтральная водяная капля
разделилась на две. Первая из них
обладает электрическим зарядом $+q$.
Каким зарядом обладает вторая капля?*

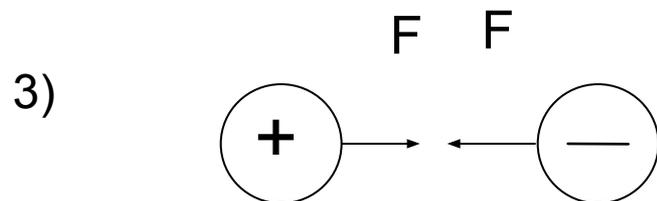
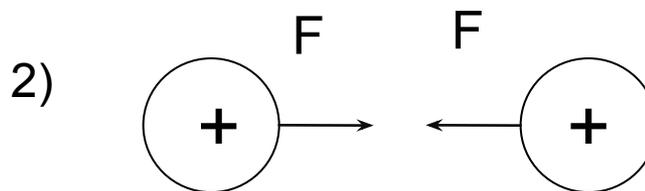
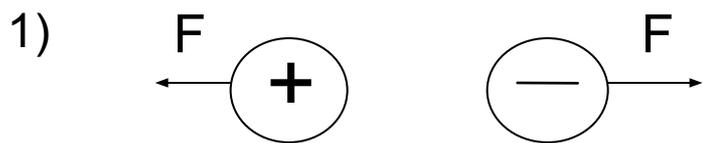
- а) Нейтральна;**
- б) Отрицательна;**
- в) Однозначно сказать нельзя.**

Тест

- 8. Каков физический смысл фразы: «Положительно заряженное тело»?*
- а) Тело имеет избыток положительно заряженных частиц (протонов);
 - б) Тело потеряло электроны;
 - в) Тело потеряло протоны.
 - г) Однозначно сказать нельзя.

Тест

9. На каком рисунке указано правильное взаимодействие зарядов?



- а) Только 1; б) Только 2; в) Только 3;
г) Только 2, 3.

Ответы на тест

- ▶ 1- Б
- ▶ 2- В
- ▶ 3- Б
- ▶ 4- В
- ▶ 5- А
- ▶ 6- Б
- ▶ 7- Б
- ▶ 8- А
- ▶ 9- В

Актуализация знаний

- Какие типы взаимодействий вы знаете?
- Как на опыте показать, что между телами существует гравитационное взаимодействие, электромагнитное взаимодействие?

Гравитационное взаимодействие

Закон всемирного тяготения. (1666 г.)

- Все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния r между ними:

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

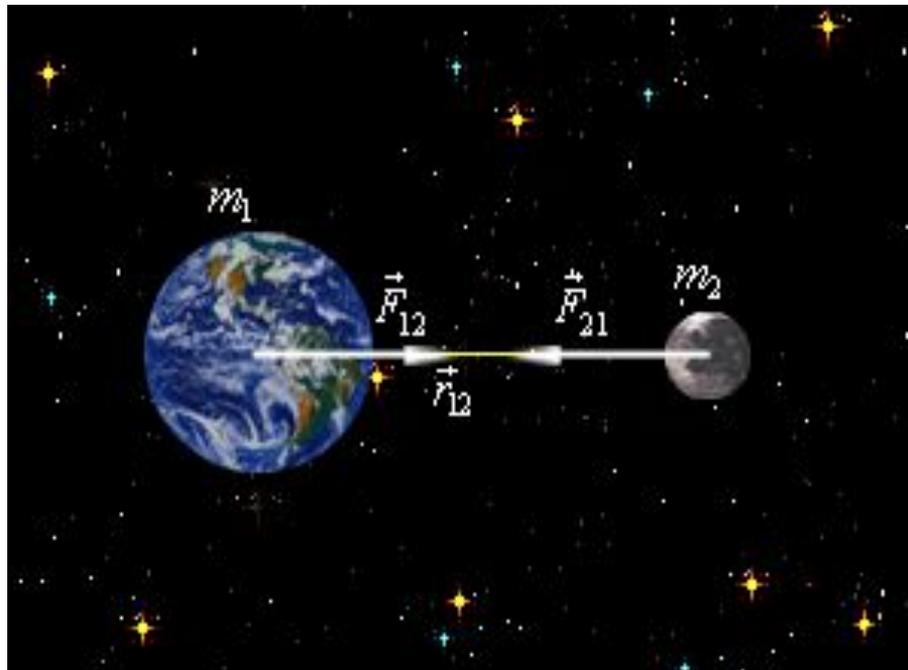
где $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
– гравитационная постоянная.



Границы применимости

Закон всемирного тяготения справедлив:

- для точечных тел;
- для сферически симметричных тел;
- для любых тел, если расстояние между ними значительно больше их размеров.



ШАРЛЬ ОГЮСТЕН ДЕ КУЛОН (1736 — 1806)





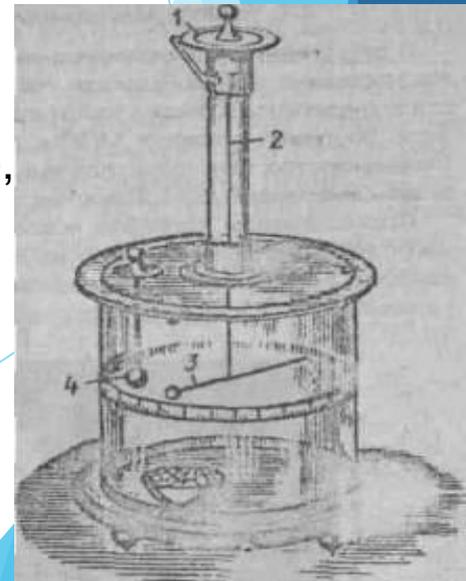
Шарль Огюстен Кулон

Шарль Огюстен де Кулон — французский военный инженер и учёный-физик, исследователь электромагнитных и механических явлений; член Парижской Академии наук. Его именем названы единица электрического заряда и закон взаимодействия электрических зарядов.

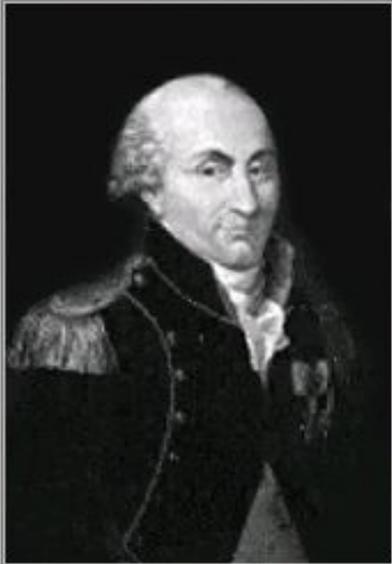


Открытие военного инженера Кулона

- В течение нескольких лет он проводил эксперименты с помощью прибора, который вначале был предназначен для изучения законов закручивания шелковых и волосяных нитей, а также металлических проволок.
- В 1785 г. Кулон установил, что «сила кручения пропорциональна углу закручивания». Прибор назвал «крутильными весами».
- Он установил, что сила взаимодействия наэлектризованных тел, пропорциональна «количеству электричества» заряженных тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.
- Так был открыт Кулоном знаменитый закон, носящий его имя.
- Кулоном аналитически и экспериментально было доказано, что электричество распространяется по поверхности проводника, а также равномерно распределяется по поверхности изолированной проводящей сферы.



Электростатическое взаимодействие



• *Закон Кулона* (1785 г.)

Сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению модулей зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояний между ними.

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

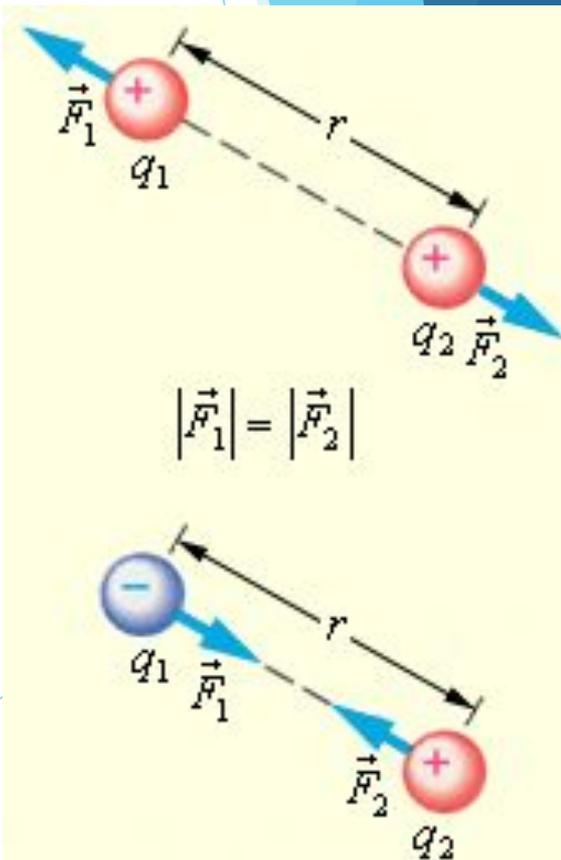
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

ϵ_0 — электрическая постоянная

Границы применимости

Закон Кулона справедлив:

- заряженные тела должны быть точечными: размеры тел много меньше расстояния между ними;
- заряженные тела должны быть неподвижными;



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Сложно – не всегда страшно

Задача 1. Два одинаковых положительных заряда находятся на расстоянии 10 мм друг от друга. Как велик заряд каждого шарика, если они взаимодействуют с силой $7,2 \cdot 10^{-4}$ Н ?

1. Dano:

$$r = 10 \text{ mm}$$

$$F = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ H}$$

$$q_1 = q_2 = ?$$

Сл:

$$10^{-2} \text{ м}$$

Решение:

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

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{H} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$q_1 = q_2 = q$$

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

$$q = \sqrt{\frac{7,2 \cdot 10^{-4} \cdot (10^{-2})^2}{9 \cdot 10^9}}$$

$$= \sqrt{\frac{7,2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-4}}{9 \cdot 10^9}} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 10^{-8}}{9 \cdot 10^9}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,8 \cdot 10^{-17}}{8 \cdot 10^{-1}}}$$

$$= \sqrt{8 \cdot 10^{-18}} \approx 2,8 \cdot 10^{-9} \text{ (Кл)}$$

$\approx 2,8 \quad \sqrt{10^{-18}} = (10)^{-18/2}$

Задача 2. На каком расстоянии надо расположить два заряда, $q_1=2$ нКл и $q_2=7$ нКл, чтобы они отталкивались друг от друга с силой $14 \cdot 10^{-5}$ Н?

Перевод единиц измерения:

$$1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$$

2. Дано: $q_1 = 2 \text{ нКл}$ $q_2 = 7 \text{ нКл}$ $F = 14 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$ <hr/> $r = ?$	СИ: $2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ $7 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$	Решение: $F = k \cdot \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2}$, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ $r = \sqrt{\frac{k q_1 \cdot q_2 }{F}}$ $r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 7 \cdot 10^{-9}}{14 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{9 \cdot 10^{-4}} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ (м)}$ $r = 3 \text{ (см)}$
---	---	--



Повторим

Кроссворд

1	Э	Л	5	Т	Р	И	З	А	Ц	И	Я	
			У									
		2	Л	Е	К	Т	Р	О	С	К	О	П
3	Р	О	Т	О	Н							
			4	Н	Е	Й	Т	Р	О	Н		

По горизонтали: 1. Сообщение телу электрического заряда;
2. Прибор, служащий для обнаружения заряда;
3 и 4. Частицы, из которых состоит ядро атома.

По вертикали: 5. Ученый, который открыл основной закон электростатики