

# Электростатика

Тема 1 Закон сохранения  
заряда. Закон Кулона

# 1.1 Электрический заряд. Закон сохранения заряда.

Электростатика изучает неподвижные заряды.

**Электризация** — процесс, в результате которого тело приобретает электрический заряд. Если тело начинает притягивать к себе другие тела, то говорят, что оно наэлектризовано, или приобрело электрический заряд.

**Электрический заряд  $q$  (Кл)** определяет способность тел участвовать в электромагнитных взаимодействиях. В природе существуют два вида зарядов, которые условно назвали *положительными и отрицательными*. Одноимённые заряды отталкиваются, а разноимённые притягиваются.

**Закон сохранения заряда:** *алгебраическая сумма зарядов в замкнутой системе сохраняется:*

$$\Sigma q_i = \text{const} .$$

Систему называют *замкнутой*, если она не обменивается зарядами с окружающей средой.

# 1.1 Электрический заряд. Закон сохранения заряда.

Экспериментально доказано, что заряды можно делить, но до определённого предела. Носитель наименьшего электрического заряда — отрицательно заряженный *электрон*:

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Модуль любого заряда кратен заряду электрона:

$$q = Nq_e,$$

где  $N = q / q_e$  — избыток электронов.

*Учтите:* в процессе электризации от одного тела к другому переходят **только** электроны. Если у тела избыток электронов, то оно заряжено отрицательно, а если недостаток, то — положительно. *Внимание:* заряженные тела притягивают к себе нейтральные тела и тела с противоположным зарядом. Отталкивание наблюдается **только** между одноимённо заряженными телами.

## ЗАДАЧИ

- A1.** Когда мы снимаем одежду, особенно изготовленную из синтетических материалов, мы слышим характерный треск. Какое явление объясняет этот треск?
- 1) Электризация
  - 2) Трение
  - 3) Нагревание
  - 4) Электромагнитная индукция
- A2.** На какую минимальную величину может изменяться заряд золотой пылинки?
- 1) На величину, равную по модулю заряду электрона
  - 2) На величину, равную по модулю заряду ядра атома золота
  - 3) На сколь угодно малую
  - 4) Ответ зависит от размера пылинки

**A3.** При трении пластмассовой линейки о шерсть линейка заряжается отрицательно. Это объясняется тем, что

- 1) электроны переходят с линейки на шерсть
- 2) протоны переходят с линейки на шерсть
- 3) электроны переходят с шерсти на линейку
- 4) протоны переходят с шерсти на линейку

**A4.** При трении стеклянной линейки о шёлк линейка заряжается положительно. Это объясняется тем, что

- 1) электроны переходят с линейки на шёлк
- 2) протоны переходят с линейки на шёлк
- 3) электроны переходят с шёлка на линейку
- 4) протоны переходят с шёлка на линейку

**A5.** Пылинка, имеющая положительный заряд  $+e$ , потеряла электрон. Каким стал заряд пылинки?

1) 0

2)  $-2e$

3)  $+2e$

4)  $-e$

**A6.** Капля, имеющая отрицательный заряд  $-e$ , при освещении потеряла электрон. Каким стал заряд капли?

1) 0

2)  $-2e$

3)  $+2e$

4)  $-e$

**A7.** Лёгкий незаряженный шарик из металлической фольги подвешен на тонкой шёлковой нити. При поднесении к шарiku стержня с положительным электрическим зарядом (без прикосновения) шарик

1) притягивается к стержню

2) отталкивается от стержня

3) не испытывает ни притяжения, ни отталкивания

4) на больших расстояниях притягивается к стержню, на малых расстояниях отталкивается

**А8.** Лёгкий незаряженный шарик из металлической фольги подвешен на тонкой шёлковой нити. К шарикю поднесли (без прикосновения) сначала стержень с положительным электрическим зарядом, а затем стержень с отрицательным зарядом. Шарик

- 1) притягивается к стержням в обоих случаях
- 2) отталкивается от стержней в обоих случаях
- 3) не испытывает ни притяжения, ни отталкивания в обоих случаях
- 4) притягивается к стержню в первом случае, отталкивается от стержня во втором случае

# 1.2 Электрическое поле

Вокруг заряженных тел существует особая среда — электрическое поле. Именно это поле является посредником в передаче электрического взаимодействия.

*Свойства электрического поля:*

- материально, т.е. существует независимо от нашего сознания;
- возникает вокруг зарядов и обнаруживается по действию на пробный заряд;
- непрерывно распределено в пространстве;
- ослабевает по мере удаления от заряда;
- скорость распространения электрического поля в вакууме равна скорости света  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с .



# 1.2 Закон Кулона

**Закон Кулона** — основной закон электростатики был открыт экспериментально в 1785 г.: *два неподвижных точечных заряда в вакууме взаимодействуют друг с другом с силой прямо пропорциональной произведению модулей зарядов и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:*

$$F_{\text{К}} = \frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{r^2},$$

где  $|q_1|$  (Кл) и  $|q_2|$  (Кл) — модули зарядов,  $r$  (м) — расстояние между зарядами,  $k$  — коэффициент пропорциональности, который численно равен силе взаимодействия между двумя точечными зарядами по 1 Кл, находящимися на расстоянии 1 м друг от друга:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 ;$$

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / (\text{Н} \cdot \text{м}^2)$  — электрическая постоянная.

# 1.2 Закон Кулона

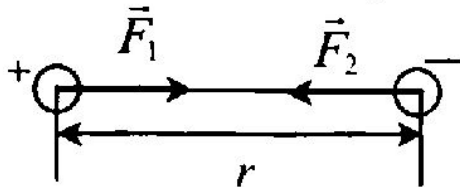
Закон Кулона в среде:

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

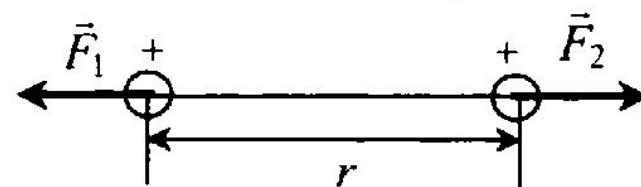
где  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость (табличная величина, показывающая, во сколько раз электрическое взаимодействие в среде уменьшается по сравнению с вакуумом).

Направление силы Кулона зависит от знаков зарядов.

Взаимное притяжение  
разноимённых зарядов:



Взаимное отталкивание  
одноимённых зарядов:



## 1.2 Задачи

1. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами  $q$  и  $5q$  и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменилась сила взаимодействия шариков? (Увеличилась в 1,8 раза)

## 1.2 Задачи

2. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены разноимёнными зарядами  $+q$  и  $-5q$  и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменился модуль силы взаимодействия шариков? (Уменьшился в 1,25 раза)

## 1.2 Задачи

3. Как изменится модуль силы взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды  $q_1 = +6$  нКл и  $q_2 = -2$  нКл, если шары привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние? **(Уменьшится в 3 раза)**

## 1.2 Задачи

4. Два одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами  $q$  и  $4q$ . Центры шариков находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарика привели в соприкосновение. Во сколько раз необходимо увеличить расстояние между их центрами, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?  
(В 1,25 раза)