

## ЭЛЕКТРОСТАТИКА И ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Электростатика – раздел физики, изучающий неподвижные заряды и не изменяющиеся во времени электрические поля.

### Электрический заряд. Закон сохранения заряда

*Электрическим зарядом* называется величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия заряженных частиц. Электрические заряды могут быть положительными и отрицательными, причем, одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются.

Обычно носителем элементарного отрицательного заряда является электрон, а положительного – протон. По модулю значение элементарного заряда равно:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Любые заряды в целое число раз больше элементарного:

$$q = N e. \quad (1)$$

где  $N$  – целое число.

Для электрических зарядов установлен ряд законов: закон квантования заряда, закон сохранения и закон инвариантности заряда. Формула (1) выражает *закон квантования заряда*: электрический заряд квантуется (т. е. может изменяться только порциями или квантами).

*Закон сохранения заряда*, сформулированный после определения множества опытов, гласит: в электрически замкнутой системе полный заряд сохраняется. Экспериментально также установлен *закон инвариантности электрического заряда*: величина заряда не зависит от скорости, с которой он движется (т. е. инвариантна относительно инерциальных систем отсчета) говорят, что электрический заряд - **релятивистский инвариант**.

### Модели заряженных тел.

1. Точечный заряд  $q$  – материальная точка, которая несет на себе электрический заряд. Заметим, что точечный заряд может содержать огромное количество элементарных зарядов.

2. Объемная плотность распределения заряда:  $\rho = \frac{q}{V}$ , тогда  $[\rho] = \frac{\text{Кл}}{\text{м}^3}$ .

3. Поверхностная плотность распределения заряда:  $\sigma = \frac{q}{S}$ , тогда  $[\sigma] = \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$ .

4. Линейная плотность распределения заряда:  $\tau = \frac{q}{l}$ , тогда  $[\tau] = \frac{\text{Кл}}{\text{м}}$ .

### **Закон Кулона**

Закон Кулона установлен экспериментально и позволяет вычислить силу взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами.

*Точечным* зарядом называется заряд, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстоянием до других тел.

Закон Кулона утверждает, что *сила взаимодействия двух точечных зарядов пропорциональна величине каждого из зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния  $r$  между ними:*

$$F_{\text{кул}} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от выбора системы единиц измерения физических величин.

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

В СИ заряд измеряется в кулонах ( $[q] = \text{Кл}$ ), расстояние – в метрах ( $[r] = \text{м}$ ), сила – в ньютонах ( $[F] = \text{Н}$ ).

Этот коэффициент принято еще записывать в виде

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

где новая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$  (фарад на метр). Она носит название *электрической постоянной*.

### **Напряженность электрического поля. Графическое изображение полей.**

Напряженность электрического поля является силовой характеристикой. Всякий заряд в окружающем его пространстве создает электрическое поле. Чтобы это поле обнаружить, надо поместить в точку наблюдения точечный пробный заряд.

Напряженность поля в данной точке пространства равна силе, действующей на помещенный в эту точку единичный положительный заряд:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}. \quad (3)$$

Напряженность электрического поля измеряется в *вольтах на метр* ( $[E] = \text{В/м}$ ). Напряженность поля равна  $1 \text{ В/м}$ , если на заряд в  $1 \text{ кулон}$  действует сила в  $1 \text{ ньютон}$  ( $1 \text{ В/м} = 1 \text{ Н/Кл}$ ).

Электрическое поле принято изображать *силовыми* линиями, или *линиями напряженности*. Сила, действующая на пробный заряд, направлена по касательной к силовой линии. Силовые линии начинаются на положительных зарядах (рис. 1.а) и оканчиваются на отрицательных (рис. 1.б), т.е. линии напряженности электростатического поля не замкнуты. Направление силовых линий указывает направление силы, действующей на **пробный заряд**, а густота линий качественно характеризует величину напряженности поля: чем гуще линии, тем сильнее поле.

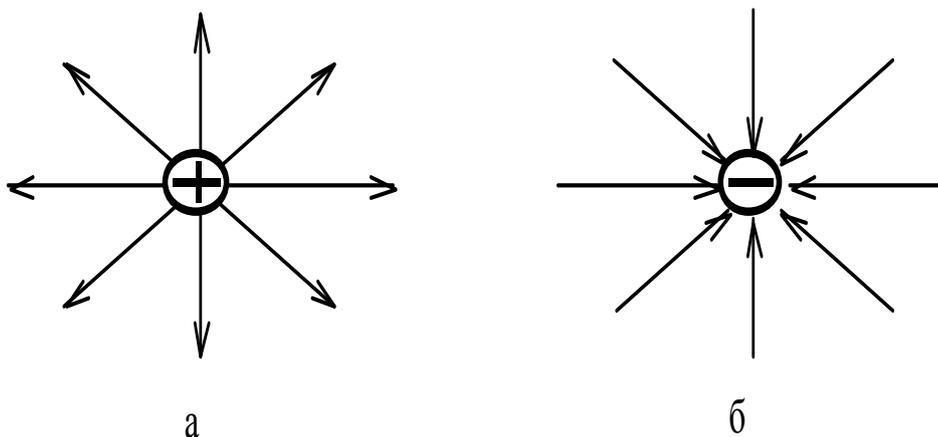


Рис. 1.

Напряженность поля точечного заряда  $q$ :

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (4)$$

Однородное электрическое поле (т.е. поле которое в разных точках пространства имеет одну и ту же напряженность электрического поля, как по модулю, так и по направлению) изображается параллельными линиями одинаковой густоты.

## Принцип суперпозиции полей.

Принцип суперпозиции утверждает, что, если электрическое поле создается системой зарядов, то напряженность поля системы зарядов вычисляется как векторная сумма напряженностей полей, которые создавал бы каждый заряд в отдельности. Поля складываются, не возмущая друг друга (рис. 2)

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i . \quad (5)$$

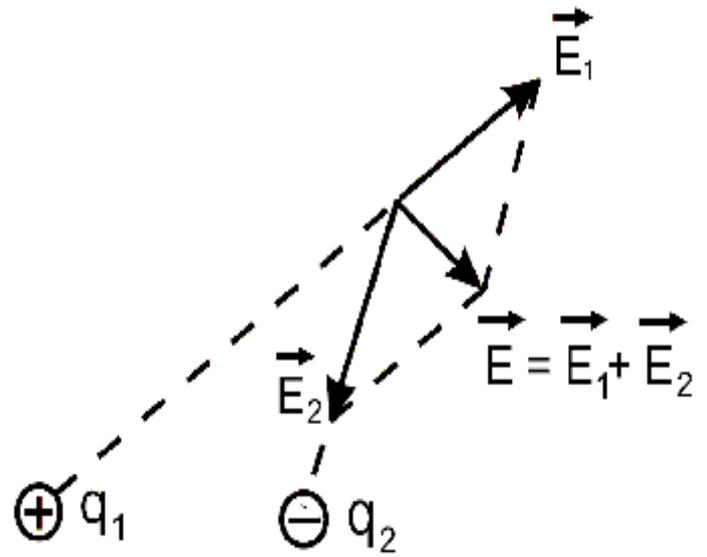


Рис. 2