

## Работа электростатического поля

Рассмотрим ситуацию: заряд  $q_0$  попадает в электростатическое поле. Это электростатическое поле тоже создается каким-то заряженным телом или системой тел, но нас это не интересует. На заряд  $q_0$  со стороны поля действует сила, которая может совершать **работу** и перемещать этот заряд в поле.

$$A = \vec{F} \vec{s} \cos \alpha = [\vec{F} = \vec{E} q_0] = \vec{E} q_0 \vec{s} \cos \alpha$$

$A$  – работа электростатического поля

$\vec{E}$  – напряженность поля

$q$  – заряд, который находится в поле

$\vec{s}$  – перемещение заряда

$\alpha$  – угол между векторами  $\vec{E}$  и  $\vec{s}$

$$A = \vec{E} q \vec{s} \cos \alpha$$

$$[A] = 1 \text{ Дж}$$

$$[E] = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$[q] = 1 \text{ Кл}$$

$$[s] = 1 \text{ м}$$

Работа электростатического поля не зависит от **траектории**. Работа поля при перемещении заряда по замкнутой траектории равна нулю. По этой причине силы электростатического поля называются **консервативными**, а само поле называется **потенциальным**.

## Потенциал

Система "заряд - электростатическое поле" или "заряд - заряд" обладает **потенциальной энергией**, подобно тому, как система "гравитационное поле - тело" обладает потенциальной энергией.

Физическая скалярная величина, характеризующая энергетическое состояние поля называется **потенциалом** данной точки поля. В поле помещается заряд  $q$ , он обладает потенциальной энергией  $W$ . Потенциал - это характеристика электростатического поля.

$\varphi$  – потенциал электростатического поля

$W$  – потенциальная энергия поля

$A$  – работа по перемещению заряда из данной

точки поля на нулевой уровень потенциальной энергии

$q$  – заряд, который находится в поле

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

$$\varphi = \frac{A}{q}$$

$$[W] = 1 \text{ Дж}$$

$$[q] = 1 \text{ Кл}$$

$$[\varphi] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = 1 \text{ В (Вольт)}$$

Касательно потенциальной энергии в электричестве, то здесь нет нулевого уровня потенциальной энергии. Его выбирают произвольно. Поэтому потенциал является относительной физической величиной.

В электричестве под действием сил поля положительно заряженное тело стремится переместиться из точки с более высоким потенциалом в точку с более низким потенциалом, а отрицательно заряженное тело - наоборот.

Потенциальная энергия поля - это работа, которую выполняет электростатическая сила при перемещении заряда из данной точки поля в точку с нулевым потенциалом.

Рассмотрим частный случай, когда электростатическое поле создается электрическим зарядом  $Q$ . Для исследования потенциала такого поля нет необходимости в него вносить заряд  $q$ . Можно высчитать потенциал любой точки такого поля, находящейся на расстоянии  $r$  от заряда  $Q$ .

$\varphi$  - потенциал поля в некоторой точке

$k$  - постоянная  $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$

$r$  - расстояние от заряда до исследуемой точки поля

$Q$  - заряд, который создает поле

$\epsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость среды

$$\varphi = k \frac{Q}{\epsilon r}$$

$[r] = 1м$        $[Q] = 1Кл$        $[\varphi] = 1В$        $[\epsilon]$  - безразмерная

Диэлектрическая проницаемость среды имеет известное значение (табличное), характеризует среду, в которой существует поле. Для воздуха она равна единице.

## Разность потенциалов

Работа поля по перемещению заряда из одной точки в другую, называется разностью потенциалов

$\varphi_1$  - потенциал первой точки поля

$\varphi_2$  - потенциал второй точки поля

$A_{1-2}$  - работа по перемещению заряда из

первой во вторую точки поля

$q$  - заряд, который находится в поле

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_{1-2}}{q}$$

$[A] = 1Дж$        $[q] = 1Кл$        $[\varphi] = 1 \frac{Дж}{Кл} = 1В$  (Вольт)

Эту формулу можно представить в ином виде

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  - приращение потенциала

$\Delta W = W_2 - W_1$  - изменение потенциальной энергии

$q$  - заряд, который находится в поле

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta W}{q}$$

$[W] = 1Дж$        $[q] = 1Кл$        $[\varphi] = 1 \frac{Дж}{Кл} = 1В$  (Вольт)

Эквипотенциальная поверхность (линия) - поверхность равного потенциала.

Работа по перемещению заряда вдоль эквипотенциальной поверхности равна нулю.

# Напряжение

Разность потенциалов называют еще **электрическим напряжением** при условии, что сторонние силы не действуют или их действием можно пренебречь.

Напряжение между двумя точками в однородном электрическом поле, расположенными по одной линии **напряженности**, равно произведению модуля вектора напряженности поля на расстояние между этими точками.

$U$  - напряжение

$E$  - напряженность поля

$d = d_1 - d_2$  - расстояние между точками поля

$$U = E \cdot (d_1 - d_2)$$

$$[U] = 1В$$

$$[E] = 1 \frac{Н}{Кл}$$

$$[d] = 1м$$

От величины напряжения зависит **ток** в цепи и энергия заряженной частицы.

## Принцип суперпозиции

**Потенциал поля, созданного несколькими зарядами, равен алгебраической (с учетом знака потенциала) сумме потенциалов полей каждого поля в отдельности**

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_i$$