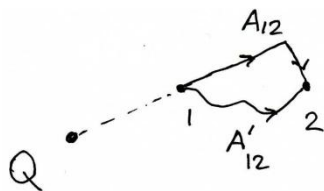


## Раздел II: Электричество и магнетизм.

### Глава 2: Потенциал электрического поля.

#### 1. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле, создаваемом системой точечных зарядов.

Кулоновское электрическое поле – потенциально, т.к. оно центральное.



$A_{12} = A'_{12}$  (работа сил поля не зависит от траектории)

В кулоновском поле можно ввести понятие потенциальной энергии  $U$ :

$$U_1 - U_2 = A_{12}$$

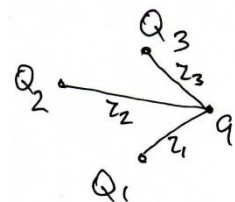
$A_{12}$  – работа сил поля

Полагая  $U_\infty = 0 \rightarrow U_1 = A_{1\infty}$

$\Downarrow$

$$U(r) = A_{r\infty} = \int_r^\infty \frac{Qqdr}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Если электрическое поле создаётся системой точечных зарядов



$$U(r) = \sum \frac{Q_i q}{4\pi\epsilon_0 r_i}$$

$Q_i, q$  – со знаками

#### 2. Потенциал электростатического поля, системы точечных зарядов.

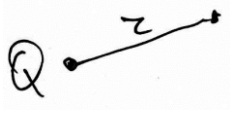
Энергетической характеристикой электрического поля является потенциал поля:

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{U(\vec{r})}{q} \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = B \right]$$

$U(\vec{r})$  — потенциальная энергия пробного заряда  $q$

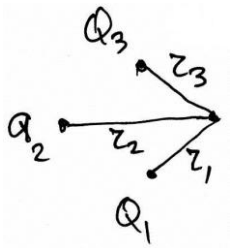
$q$  — заряд со знаком

Потенциал поля точечного заряда:



$$\varphi(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

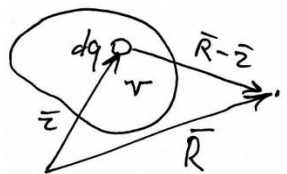
Потенциал электрического поля системы зарядов:



$$\varphi(\vec{r}) = \sum \frac{Q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i} = \sum \varphi_i(\vec{r})$$

Принцип суперпозиции: потенциал электростатического поля, создаваемого системой зарядов, равен алгебраической сумме потенциалов, создаваемых каждым зарядом в отдельности.

В случае, если электрическое поле создаётся непрерывным зарядом, то он разбивается на кусочки, каждый кусочек считается точечным зарядом и суммирование по зарядам заменяется интегрированием.



$$\varphi(\vec{R}) = \int_V \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 |\vec{R} - \vec{r}|} = \int_V \frac{\rho(\vec{r}) dV}{4\pi\epsilon_0 |\vec{R} - \vec{r}|}$$

$\rho = \frac{dq}{dV}$  — объёмная плотность заряда

### **3. Связь между напряжённостью электростатического поля и потенциалом.**

а) Интегральная связь:

$$U_1 - U_2 = A_{12} = \int_1^2 q \vec{E} d\vec{r} \quad | : q$$

⇓

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E} d\vec{r}$$

б) Дифференциальная связь:

$$\vec{F} = -\text{grad } U$$

$$q\vec{F} = -\text{grad}(q\varphi) \quad | :q$$

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi$$

$$\text{grad}\varphi = \vec{i} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial \varphi}{\partial z}$$

### Вопросы

1. Что такое потенциал?
2. Потенциал электрического поля системы точечных зарядов.
3. Принцип суперпозиции для потенциала.
4. Интегральная связь  $\varphi$  и  $\vec{E}$ .
5. Дифференциальная связь  $\varphi$  и  $\vec{E}$ .