

## Тема 2.1. Электрическое поле (3-е занятие)

1. Работа электрического поля. Потенциальная энергия заряда.
2. Потенциал. Разность потенциалов и напряжение.
3. Связь между напряженностью поля и напряжением.

1. Пусть точечный заряд  $q$  находится в однородном электрическом поле  $\vec{E}$  (рис. 1). Тогда на заряд действует электрическая сила  $\vec{F}$ , под действием которого заряд перемещается от положения 1 ( $d_1$ ) в положение 2 ( $d_2$ ) и совершается работа  $A$ . Определим эту работу электрического поля.

Из механики известно, что работа равна произведению силы на перемещение и поэтому работу электрического поля можно записать так:

$$A = F \cdot s = qE(d_1 - d_2) = qEd_1 - qEd_2.$$

Здесь видно, что работа электрического поля по перемещению заряда зависит только от начального и конечного положений заряда, т.е. от  $d_1$  и  $d_2$ , но не зависит от траектории перемещения. Такое поле называется потенциальным. Таким образом, электрическое поле является потенциальным полем, а электрическая сила – потенциальной силой. В потенциальном поле заряд должен иметь потенциальную энергию  $W_{\text{п}}$ , которая при перемещении заряда изменяется. Поэтому работу поля можно представить в виде разности потенциальных энергий заряда  $q$  в положениях 1 и 2:

$$A = qEd_1 - qEd_2 = W_{\text{п1}} - W_{\text{п2}}.$$

Здесь  $W_{\text{п1}} = qEd_1$  – потенциальная энергия заряда в точке  $d_1$ ;  $W_{\text{п2}} = qEd_2$  – потенциальная энергия заряда в точке  $d_2$ .

Для произвольного положения  $d$ , потенциальную энергию заряда можно представить следующим образом:

$$W_{\text{п}} = qEd.$$

Рис. 1

2. Как видно, электрическое поле еще имеет энергетическое свойство и поэтому целесообразно ввести энергетическую характеристику поля. Потенциальная энергия заряда  $W_{\text{п}}$  такой характеристикой быть не может, так как она зависит не только от самого поля  $E$ , но и от внесенного заряда  $q$ . Поэтому для энергетической характеристики поля принято отношение потенциальной энергии заряда, к этому заряду, которое зависит только от самого поля. Оно называется *потенциалом электрического поля* и обозначается через  $\varphi$ :

$$\varphi = \frac{W_{\text{п}}}{q} = \frac{qEd}{q} = Ed.$$

Здесь  $\varphi = Ed$  – потенциал электрического поля.

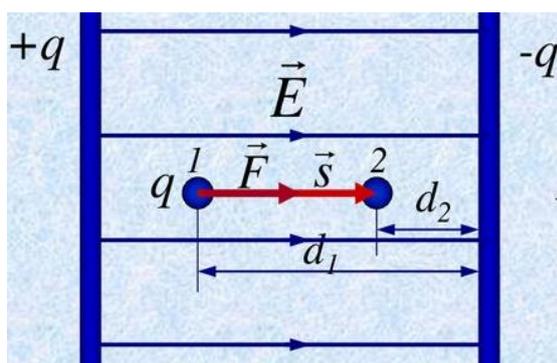
Работу электрического поля выразим через потенциалы  $\varphi_1 = Ed_1$  и  $\varphi_2 = Ed_2$ :

$$A = qEd_1 - qEd_2 = q\varphi_1 - q\varphi_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = -q\Delta\varphi = q(-\Delta\varphi).$$

Здесь  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  называется *разность потенциалов*.

Физическая величина, которая равна разностью потенциалов поля с обратным знаком, называется *напряжением* и обозначается через  $U$ :

$$U = -\Delta\varphi = -(\varphi_2 - \varphi_1) = \varphi_1 - \varphi_2.$$



Здесь  $U$  – напряжение.

Работу электрического поля выразим через напряжение  $U$ :

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU.$$

Как видно, работа поля по перемещению заряда  $q$  прямо пропорциональна напряжению  $U$ . В системе СИ за единицу напряжения (разности потенциалов) принимается вольт (В). Вольт называется такое напряжение между двумя точками поля, при котором, перемещая заряд в 1 Кл из одной точки в другую, поле совершает работу в 1 Дж.

3. Установим связь между напряженностью поля и напряжением (разностью потенциалов).

Пусть между пластинами (рис.1) имеется напряжение

$$U = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Тогда при перемещении заряда  $q$  от одной пластины до другой поле совершает работу

$$A = qU.$$

Эту же работу можно выразить как произведение силы  $F$  на перемещение  $d$ :

$$A = Fd = qEd.$$

Приравняем правые части этих формул  $qEd = qU$  и сократив на  $q$ , получим

$$E = U/d.$$

В системе СИ единица напряженности имеет наименование вольт на метр (В/м).

Контрольные вопросы:

1. Электрическое поле является каким полем?
2. Потенциал является какой характеристикой электрического поля?
3. Что такое напряжение? Единица измерения напряжения?
4. В какой единице измеряется напряженность поля?