

46. Электростатическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Напряженность электростатического поля точечного заряда.



Пробный заряд $q_{\text{пр}}$ – достаточно малый заряд, чтобы его внесение в исследуемое электрическое поле не вызывало заметного изменения этого поля.

Из опыта следует, что сила \vec{F} , действующая со стороны электрического поля на расположенный в любой точке этого поля неподвижный точечный пробный заряд $q_{\text{пр}}$, всегда может быть представлена в виде

$$\vec{F} = q_{\text{пр}} \vec{E},$$

где \vec{E} – напряженность электрического поля.

Напряженность \vec{E} электрического поля в некоторой его точке – векторная физическая величина, являющаяся силовой характеристикой электрического поля и равная отношению силы \vec{F} , действующей со стороны поля на помещенный в данную точку неподвижный точечный пробный заряд $q_{\text{пр}}$, к этому заряду:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пр}}}.$$

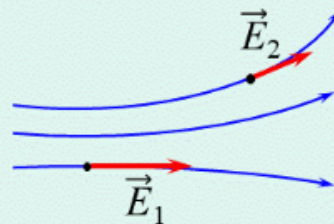
(9.17)

В СИ $[E] = \text{В/м}$.

Если $q_{\text{пр}} > 0$, то $\vec{F} \uparrow \vec{E}$.

Если $q_{\text{пр}} < 0$, то $\vec{F} \downarrow \vec{E}$.

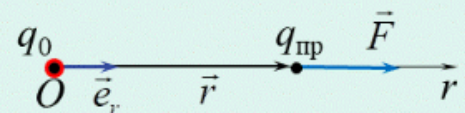
Силовая линия вектора \vec{E} (линия напряженности) – см. определение в теме 9.1.



Напряженность поля неподвижного точечного заряда

Пусть электрическое поле образовано неподвижным точечным зарядом q_0 , находящимся в т. O .

q_0 и $q_{\text{пр}}$ – одноименные



Если в точку с радиус-вектором \vec{r} поместить пробный заряд $q_{\text{пр}}$, то по закону Кулона (9.2) на него будет действовать сила \vec{F} , равная ($\vec{r}_1 = \vec{r}$, $\vec{r}_2 = \vec{0}$):

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 q_{\text{пр}}}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}.$$

По (9.17):

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пр}}}.$$

Напряженность $\vec{E}(\vec{r})$ электростатического поля неподвижного точечного заряда q_0 в точке с радиус-вектором \vec{r} :

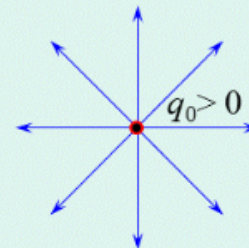
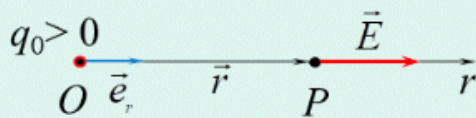
$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \vec{e}_r, \quad (9.18)$$

$\vec{e}_r = \frac{\vec{r}}{r}$ – единичный вектор оси Or .

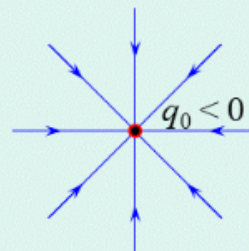
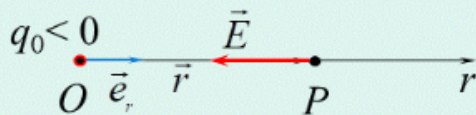
$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \vec{e}_r, \quad (9.18)$$

Направление вектора \vec{E} в данной т. P поля точечного заряда q_0 зависит от его знака.

Если $q_0 > 0$, то $\vec{E} \uparrow \vec{e}_r$.



Если $q_0 < 0$, то $\vec{E} \updownarrow \vec{e}_r$.



Электростатическое поле – неизменяющееся со временем (стационарное) электрическое поле, создаваемое неподвижными зарядами.

Для электростатических полей справедлив **принцип суперпозиции**:

Напряженность в каждой точке электрического поля, созданного несколькими неподвижными источниками, равна векторной сумме напряженностей полей, создаваемых каждым источником по отдельности в этой точке:

- для системы n точечных зарядов:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i(\vec{r}), \quad (9.19)$$

где $\vec{E}_i(\vec{r})$ – напряженность поля точечного заряда q_i в точке с \vec{r} ;

- для непрерывного распределения заряда в области (V) :

$$\vec{E}(\vec{r}) = \int_{(V)} d\vec{E}(\vec{r}), \quad (9.20)$$

где $d\vec{E}(\vec{r})$ – напряженность поля малого элемента заряда dq в точке с \vec{r} .