

Законы электростатики

Доцент

Погожев Владимир Александрович

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Электрический заряд – характеристика тела, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия этого тела с другими телами.

Существуют два вида электрических зарядов: положительные и отрицательные.

Носителями элементарного заряда являются протон ($p = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) и электрон ($e = -p$).

Закон сохранения электрического заряда

Алгебраическая сумма электрических зарядов системы тел остаётся неизменной, если в неё не поступают и не уходят заряды:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const},$$

где $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ – электрические заряды всех тел системы.

Закон Кулона

Два точечных неподвижных в ИСО заряда, находящиеся в вакууме, взаимодействуют между собой с силой \vec{F} , модуль которой прямо пропорционален произведению модулей этих зарядов и обратно пропорционален квадрату расстояния r между ними:

$$|\vec{F}| = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2},$$

где $|q_1|$ и $|q_2|$ – модули зарядов, k – коэффициент пропорциональности.

Силы взаимодействия точечных зарядов направлены вдоль прямой, соединяющей эти заряды, и являются силами притяжения, если заряды имеют разные знаки, и силами отталкивания, если их знаки одинаковы.

В СИ $k = 1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ Н · м²/Кл², где ϵ_0 – электрическая постоянная.

Силовая характеристика электрического поля – напряжённость в данной точке – отношение силы \vec{F} электрического поля, действующей на помещённый в эту точку пробный заряд $q_{\text{пр}}$, к этому заряду:

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

Модуль напряжённости электростатического поля, создаваемого в вакууме точечным зарядом Q , на расстоянии r от него равен:

$$|\vec{E}(\vec{r})| = \frac{|\vec{F}|}{q} = k \frac{|Q|}{r^2} = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{|Q|}{r^2}.$$

Электростатическое поле потенциально, т. е. работа сил этого поля определяется положением начальной и конечной точек и не зависит от вида траектории пробного заряда. Его энергетическая характеристика – потенциал в данной точке – отношение работы ΔA сил этого поля над пробным зарядом $q_{\text{пр}}$ при его перемещении из этой точки в точку, потенциал которой считают равным нулю, к этому заряду:

$$\varphi_1 = \frac{\Delta A}{q_{\text{пр}}}.$$

Разность потенциалов $\Delta\varphi_{12}$ между точками 1 и 2 – отношение работы ΔA_{12} , которую совершают силы электростатического поля при перемещении пробного заряда $q_{\text{пр}}$ из точки 1 в 2, к этому заряду:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi_{12} = \Delta A_{12}/q_{\text{пр}}.$$

Разность потенциалов между точками 1 и 2 не зависит от выбора точки, потенциал которой считают равным нулю.

Однородное электрическое поле – поле, напряжённость которого во всех точках одинакова (как по модулю, так и по направлению). Если Δh – перемещение пробного заряда в направлении напряжённости \vec{E} из точки, потенциал которой равен φ_1 , в точку, потенциал которой равен φ_2 , то $E \cdot \Delta h = \varphi_1 - \varphi_2$.

Вещества, в которых есть свободные носители заряда, называют *проводниками*.

В электростатике напряжённость поля внутри проводника равна нулю, все точки проводника имеют равные потенциалы.

Вещества, в которых нет свободных носителей заряда, называют *диэлектриками*. Модуль E напряжённости электрического поля в однородном изотропном диэлектрике меньше модуля E_0 напряжённости поля в вакууме в ϵ раз, где $\epsilon = E_0/E$, диэлектрическая проницаемость диэлектрика.

Конденсатор – устройство для накопления зарядов, состоящее из двух изолированных проводников (обкладок). Электрическая ёмкость C конденсатора $C = q/U$.

$$\text{Ёмкость плоского конденсатора } C = \epsilon\epsilon_0 S/d.$$

$$\text{Энергия электрического поля конденсатора } W = 0,5qU = 0,5CU^2 = 0,5q^2/C.$$