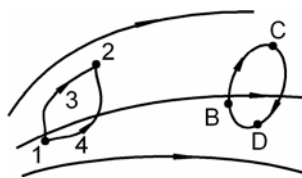


§ 5. Потенциал

Пусть пробный заряд q перемещается в электростатическом поле из точки 1 в точку 2 по некоторой траектории под действием нескольких сил (рис. 5.1). Каждая сила совершает над зарядом работу. Нас интересует работа, совершенная над зарядом силами электростатического поля. Оказывается (доказательства не приводим), что эта работа не зависит от формы траектории. Например, работы на траекториях 1-3-2 и 1-4-2 равны. Из независимости работы от фор-

**Рис. 5.1**

мы траектории следует равенство нулю работы по замкнутой траектории. Например, работа сил электростатического поля над перемещаемым по замкнутой траектории $BCDB$ (рис. 5.1) зарядом q равна нулю: $A_{BCDB} = 0$.

Поля, для которых работа сил поля не зависит от формы траектории, называются потенциальными. В таких полях можно ввести понятие потенциальной энергии Π и потенциала φ . Для электростатического поля работа сил поля над перемещаемым из точки 1 в точку 2 зарядом равна убыли (изменение с обратным знаком) потенциальной энергии заряда в поле: $A_{12} = \Pi_1 - \Pi_2 = -\Delta\Pi$.

Потенциал данной точки поля вводится как отношение потенциальной энергии пробного заряда в поле к величине заряда: $\varphi = \frac{\Pi}{q}$.

Потенциал – энергетическая характеристика поля, не зависящая от величины пробного заряда. С введением потенциала для работы A_{12} можно записать

$$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

(5.1)

Разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ (напряжение) зависит только от положения точек 1 и 2.

Потенциальная энергия и потенциал определены с точностью до произвольной постоянной. Потенциал (и потенциальную энергию) можно отсчитывать от некоторой точки, положив в ней потенциал равным нулю. Обычно полагают потенциал бесконечно удаленной точки поля (бесконечности) или потенциал Земли равным нулю.

Перенесем мысленно пробный заряд из данной точки электростатического поля с потенциалом φ в бесконечность. Силы поля совершат над зарядом работу A . Согласно (5.1) $A = q(\varphi - \varphi_\infty)$. Если принять $\varphi_\infty = 0$, то

$$\varphi = \frac{A}{q}. \quad (5.2)$$

Равенство (5.2) удобно для нахождения потенциала данной точки поля.

Из принципа суперпозиции электрических полей и (5.2) можно вывести, что потенциал поля, созданного несколькими зарядами, равен сумме потенциалов полей, созданных отдельными зарядами: $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots = \sum_i \varphi_i$.

Единицей потенциала (разности потенциалов) в системе СИ служит вольт(В): $1 \text{ В} = 1 \text{ Дж/Кл}$.

Следует не забывать, что независимость работы сил поля над перемещаемым зарядом от формы траектории и понятие потенциала справедливы только для

электростатического поля и могут не иметь места для произвольного электрического поля.

Задача 5.1. В неоднородном электростатическом поле электрону сообщили в точке B скорость $v_B = 1000$ км/с. Электрон, двигаясь свободно в поле по криволинейной траектории, достиг точки C со скоростью $v_C = 2000$ км/с. Какую разность потенциалов $\varphi_B - \varphi_C$ прошел электрон?

Решение. Работа сил электростатического поля над электроном равна изменению кинетической энергии электрона: $(-e)(\varphi_B - \varphi_C) = \frac{mv_C^2}{2} - \frac{mv_B^2}{2}$.

Здесь $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – модуль заряда электрона, $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг – масса электрона. Имеем $\varphi_B - \varphi_C = -\frac{m}{2e}(v_C^2 - v_B^2) = -8,5$ В.