

一 静电场力所做的功

◆ 点电荷的电场

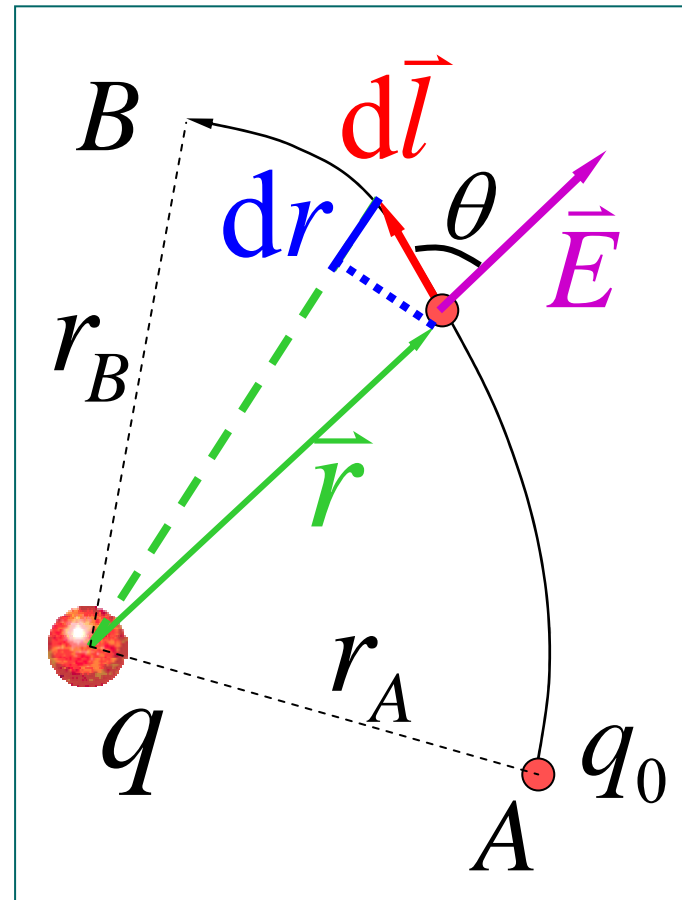
$$dW = q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{qq_0}{4\pi \varepsilon_0 r^3} \vec{r} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{r} \cdot d\vec{l} = r dl \cos \theta = r dr$$

$$dW = \frac{qq_0}{4\pi \varepsilon_0 r^2} dr$$

$$W = \frac{qq_0}{4\pi \varepsilon_0} \int_{r_A}^{r_B} \frac{dr}{r^2}$$

$$= \frac{qq_0}{4\pi \varepsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$



结果： W 仅与 q_0 的始末位置有关，与路径无关。

任意电荷的电场（视为点电荷的组合）

$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i \quad W = q_0 \int_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = \sum_i q_0 \int_l \vec{E}_i \cdot d\vec{l}$$

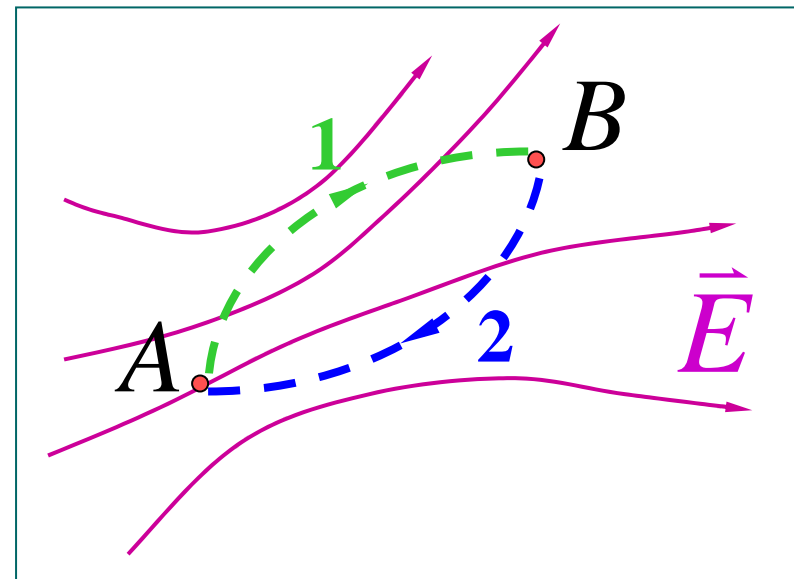
结论：静电场力做功与路径无关。

二 静电场的环路定理

$$q_0 \int_{A1B} \vec{E} \cdot d\vec{l} = q_0 \int_{A2B} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$q_0 \left(\int_{A1B} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{B2A} \vec{E} \cdot d\vec{l} \right) = 0$$

$$\oint_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$



静电场是保守场

三 电势能

静电场是保守场，静电场力是保守力。静电场力所做的功就等于电荷电势能增量的负值。

$$W_{A \rightarrow B} = \int_{AB} q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} = -(E_{pB} - E_{pA}) = -\Delta E_p$$

$$W_{AB} \begin{cases} > 0, & E_{pB} < E_{pA} \\ < 0, & E_{pB} > E_{pA} \end{cases}$$

令 $E_{pB} = 0$ $E_{pA} = \int_{AB} q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$

试验电荷 q_0 在电场中某点的电势能，在数值上就等于把它从该点移到零势能处静电场力所作的功。

电势能的大小是相对的，电势能的差是绝对的。