

Dipólus távoltere

Távoltér: a dipólus méretéhez képest messziről nézzük.

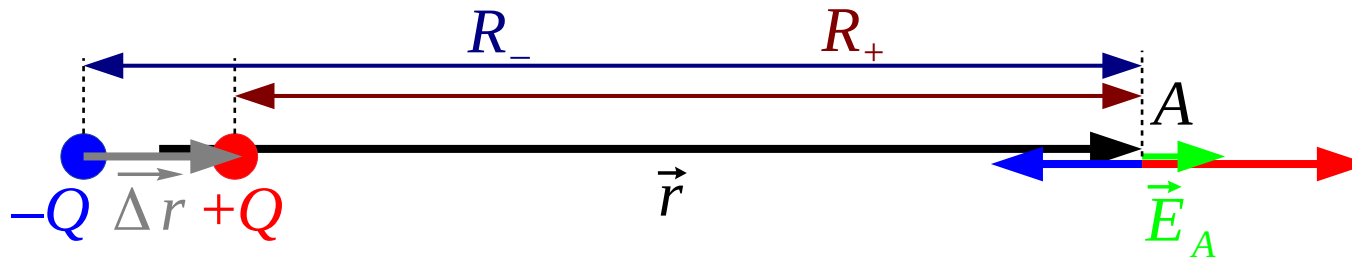
Motiváció: molekula, ahhoz képest könnyű messziről nézni.

Két nevezetes pontra vezetjük le:

- a dipólus egyenese mentén
- a dipólusra merőleges szimmetriatengely mentén

A dipólus legyen az origóban.

A) dipólus egyenese mentén



$$|\vec{E}_A| = |\vec{E}_+| - |\vec{E}_-| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{R_+^2} - \frac{Q}{R_-^2} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{(r - \Delta r/2)^2} - \frac{1}{(r + \Delta r/2)^2} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\cancel{r^2 + \Delta r^2/4} + r\Delta r - \cancel{r^2 - \Delta r^2/4} + r\Delta r}{(r^2 - \Delta r^2/4)^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2r\Delta r}{(r^2 - \Delta r^2/4)^2} \approx$$

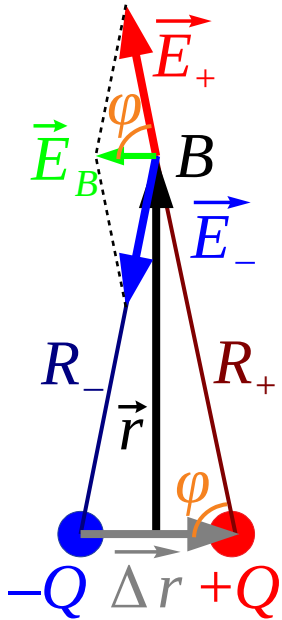
$$\approx \frac{2(Q \cdot \Delta r)}{4\pi\epsilon_0} \frac{r}{r^4} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2p}{r^3}, \text{ és } \vec{p} \text{ irányába mutat.}$$

$\Delta r \ll r$

vektorosan: $\vec{E}_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2\vec{p}}{r^3}$

V10

B) merőleges szimmetriatengely mentén



szimmetria $\Rightarrow R_+ = R_- \Rightarrow |\vec{E}_+| = |\vec{E}_-| \Rightarrow \vec{E}_B \parallel \vec{\Delta r} \parallel \vec{p}$

$$|\vec{E}_B| = E_{+,||} + E_{-,||} = 2 E_+ \cos \varphi = 2 \left(\frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Q}{R_+^2} \right) \frac{\Delta r / 2}{R_+} =$$

$$= \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Q \cdot \Delta r}{R_+^3} \approx \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{p}{r^3} \text{ és } \vec{p} \text{-vel ellentétes irányba mutat}$$

$$R_+ = \sqrt{r^2 + \Delta r^2 / 4} \approx r, \text{ mert } \Delta r \ll r$$

vektorosan: $\vec{E}_B = -\frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{\vec{p}}{r^3}$

Dipólus távoltere

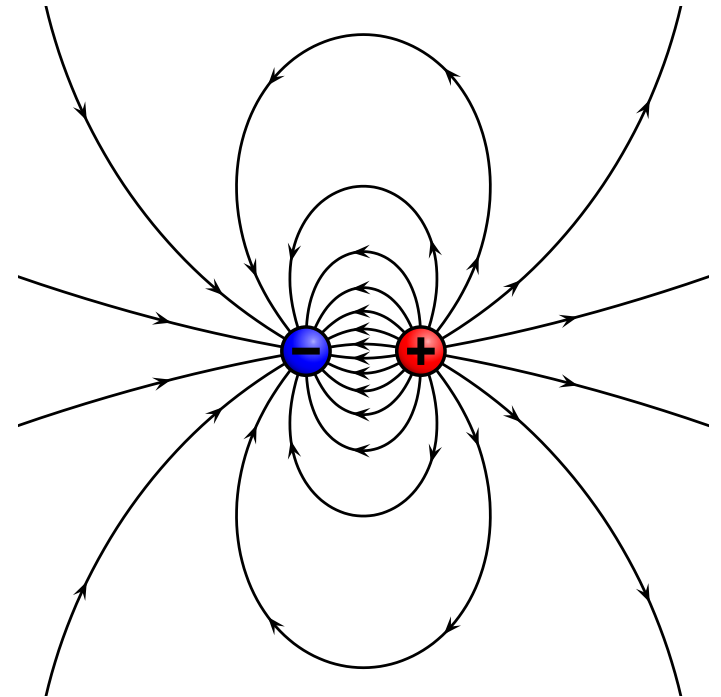
Tetszőleges távoli pontban a dipólus tere:

$$\vec{E}_{\text{dipólus}}(\vec{r}) \approx \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3\vec{e}_r(\vec{p} \cdot \vec{e}_r) - \vec{p}}{r^3}$$

A pontban $\vec{p} \parallel \vec{e}_r$, és B pontban $\vec{p} \perp \vec{e}_r$
ezekkel kijönnek az előző formulák

A térerősséget vonalintegrálva a potenciál:

$$\varphi_{\text{dipólus}}(\vec{r}) \approx \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^3}$$



Köszönöm a figyelmet!