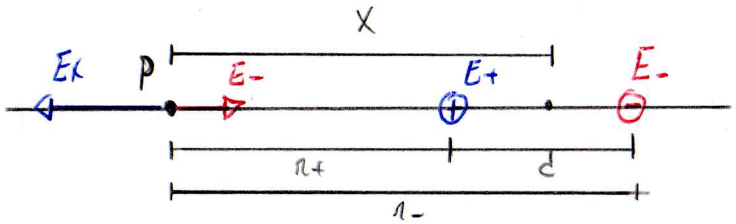
Dipolo



$|\vec{E}|$ no ponto P ? $q_+ = q_- = q$

$$E = E_+ - E_- = \frac{kq}{r_+^2} - \frac{kq}{r_-^2}$$

$$E = kq\left(\frac{1}{r_+^2} - \frac{1}{r_-^2}\right)$$

Transformado r_+ e r_- em função da distância x temos:

$$r_+ = x - \frac{1}{2}d \; , \quad r_- = x + \frac{1}{2}d$$

$$E = kq\left[\frac{1}{(x-\frac{1}{2}d)^2} - \frac{1}{(x+\frac{1}{2}d^2)}\right]$$

Reagrupado os termos:

$$E = kq\left[\frac{1}{(1-\frac{d}{2x})^2} - \frac{1}{(1+\frac{d}{2x})^2}\right]\cdot\frac{1}{x^2}$$

Trabalhando um pouco mais as frações:

$$E = kq\left[\frac{2d/x}{\left(1-\left(\frac{d}{2x}\right)^2\right)^2}\right]\cdot\frac{1}{x^2}$$

$$E = kq\cdot\frac{2d}{x^3}\left[\frac{1}{\left(1-\left(\frac{d}{2x}\right)^2\right)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{\cancel{4}\pi\varepsilon_0}\cdot q\cdot\frac{\cancel{2}d}{x^3}\cdot\left[\frac{1}{\left(1-\left(\frac{d}{2x}\right)^2\right)^2}\right]$$

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\,\frac{q\cdot d}{x^3}\left[\frac{1}{\left(1-\left(\frac{d}{2x}\right)^2\right)^2}\right]$$

Valores do campo a distâncias $x \gg d$, portanto $\frac{d}{2x} \ll 1$, logo:

$$\boxed{E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\,\frac{q\cdot d}{x^3}}$$

$q\cdot d = p \Rightarrow$ momento de dipolo elétrico para uma dimensão.

Para 3 dimensões $\vec{p}$

Aplicações: - materiais magnéticos
- Ressonância magnética nuclear