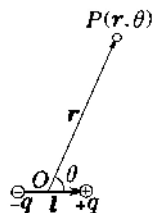


1-8. 如本题图, 一电偶极子的电偶极矩  $\mathbf{p} = q\mathbf{l}$ ,  $P$  点至偶极子中心  $O$  的距离为  $r$ ,  $\mathbf{r}$  与  $\mathbf{l}$  的夹角为  $\theta$ . 设  $r \gg l$ , 求  $P$  点的电场强度  $\mathbf{E}$  在  $\mathbf{r} = \overrightarrow{OP}$  方向的分量  $E_r$  和垂直于  $\mathbf{r}$  方向上的分量  $E_\theta$ .



习题 1-8

解:  $E_r = E_+ \cos \alpha_+ - E_- \cos \alpha_-$ ,

式中  $E_+ = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r_+^2}$ ,  $E_- = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r_-^2}$ ,

$\alpha_+$ ,  $\alpha_-$  分别为  $\mathbf{r}_+$ ,  $\mathbf{r}_-$  与  $\mathbf{r}$  之间的夹角, 而

$$\frac{1}{r_+^2} = \left(r - \frac{l}{2} \cos \theta\right)^{-2} \approx \frac{1}{r^2} \left(1 + \frac{l}{r} \cos \theta\right),$$

$$\frac{1}{r_-^2} = \left(r + \frac{l}{2} \cos \theta\right)^{-2} \approx \frac{1}{r^2} \left(1 - \frac{l}{r} \cos \theta\right),$$

$$\cos \alpha_+ \approx 1, \quad \cos \alpha_- \approx 1,$$

$$\therefore E_r = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_+^2} - \frac{1}{r_-^2} \right) \approx \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2l}{r^3} \cos \theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2p \cos \theta}{r^3}.$$

又  $E_\theta = E_+ \sin \alpha_+ + E_- \sin \alpha_-$ ,

式中  $\sin \alpha_+ \approx \sin \alpha_- \approx \frac{l}{2r} \sin \theta$ ,

$$\begin{aligned} \therefore E_\theta &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{l}{2r} \sin \theta \left( \frac{1}{r_+^2} + \frac{1}{r_-^2} \right) \approx \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{l}{r^3} \sin \theta \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p \sin \theta}{r^3}. \end{aligned}$$

$E_r$ ,  $E_\theta$  表达式中的  $p = ql$  为电偶极矩的大小。

