2021年6月17日 星期四

第11章 辐射

I. 偶极辐射

A. 电偶极子辐射

想象两个相距为d的金属小球用一根细导线相连，上面小球带电为$q(t)$, 下面小球带电为$-q(t)$. 假设以角频率ω驱动电荷通过导线在两端的小球上来回震荡:

$$q(t) = q_0 cos(\omega t)$$

这样产生一个震荡的电偶极子:

$$\mathbf{p}(t) = q_0 d cos(\omega t)\hat{z} = p_0 cos(\omega t)\hat{z}$$

推迟势为:

$$V(\mathbf{r},t) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{\rho(\mathbf{r}', t_r)}{\mathscr{r}} d\tau' = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_0 cos[\omega(t-\mathscr{r}_+/c)]}{\mathscr{r}_+} - \frac{q_0 cos[\omega(t-\mathscr{r}_-/c)]}{\mathscr{r}_-}\right)$$

近似1: $\mathscr{r}_\pm \approx r\left(1 \mp \frac{d}{2r}cos\theta\right)$

近似2: $d << \frac{c}{\omega}$

近似3: $r >> \frac{c}{\omega}$

由此易得:

$$V(r,\theta,t) = \frac{p_0 cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r}\left(-\frac{\omega}{c}sin[\omega(t-\frac{r}{c})] + \frac{1}{r}cos[\omega(t-\frac{r}{c})]\right)$$

令$r \to \infty$, 得到远场电势:

$$V(r,\theta,t) = -\frac{p_0\omega}{4\pi\varepsilon_0 c}\left(\frac{cos\theta}{r}\right)sin[\omega(t-\frac{r}{c})]$$