第二十三章　电磁波

23.1 解：（1）两极板间的位移电流

$$I_{位}=\iint_s \frac{\partial \dot{\boldsymbol{D}}}{\partial t}\cdot \mathrm{d}\dot{\boldsymbol{s}}=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\iint_s \dot{\boldsymbol{D}}\cdot \mathrm{d}\dot{\boldsymbol{s}}=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(Ds)$$

$$=\pi R^2\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$$

$$=3.14\times(0.05)^2\times 8.85\times10^{-12}\times10^{12}$$

$$=6.9\times10^{-2}\ \mathrm{A}$$

（2）两板间位移电流密度是均匀的，即位移电流相当于均匀的圆柱形电流，所以磁场具有轴对称性，以两板中心连线为轴，取半径为 r 的圆形回路，圆周上各点 H 相等，应用磁场环路定理得

$$\int \dot{\boldsymbol{H}}\cdot \mathrm{d}\dot{\boldsymbol{l}}=\iint_s \frac{\partial \dot{\boldsymbol{D}}}{\partial t}\cdot \mathrm{d}\dot{\boldsymbol{s}}$$

$$\frac{B}{\mu_0}\cdot 2\pi r=\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}\pi r^2$$

$$B=\frac{\mu_0\varepsilon_0}{2}r\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$$

$r=5.0\ \mathrm{cm}$ 时

$$B=\frac{4\pi\times10^{-7}\times8.85\times10^{-12}}{2}\times0.05\times10^{12}$$

$$=2.78\times10^{-7}\ \mathrm{T}$$

23.2 证：根据电容定义有

$$C=\frac{q_0}{U}$$

则

$$q_0=CU$$

Q

$$\sigma_0=\frac{q_0}{s}=\frac{CU}{s}$$

在平行板电容器有

$$D=\sigma_0$$

所以位移电流密度 j_d 为

$$j_d = \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{C}{s}\frac{\partial U}{\partial t}$$

位移电流 $I_d = j_d s = C\frac{\partial U}{\partial t} = C\frac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}q_0}{\mathrm{d}t}$

23.3 解：由 $R = \rho\frac{l}{s}$ 得

$$\rho = \frac{Rs}{l} = \frac{3.53\times\pi\times\left(\frac{2.54}{2}\times10^{-3}\right)^2}{1000}$$

$$= 1.79\times10^{-8}\ (\Omega)$$

Q $J = \sigma E$

$$\therefore\quad E = J\cdot\rho = \frac{I}{s}\cdot\rho = \frac{25}{\pi\times\left(\frac{2.54}{2}\times10^{-3}\right)^2}\times1.79\times10^{-8}$$

$$= 8.84\times10^{-2}\ (\mathrm{V/m})$$

由安培环路定理

$$\int \boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l} = \mu_0 I$$

$$B\cdot2\pi r = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times25}{2\pi\times\frac{2.54}{2}\times10^{-3}}$$

$$= 3.94\times10^{-3}\ (\mathrm{T})$$

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{B}{\mu_0}\quad (\text{Q 导线表面})$$

$$= \frac{3.94\times10^{-3}}{4\pi\times10^{-7}} = 3.14\times10^{3}\ (\mathrm{T})$$

$$\therefore\quad s = EB = 8.84\times10^{-2}\times3.14\times10^{3}$$

$$= 2.78\times10^{2}\ (\mathrm{W/m^2})$$