《电磁学》作业十二答案

6.1-1 一均匀磁化的磁棒，直径为 25 毫米，长为 75 毫米，磁矩为 12000 安• 米 ^{2} ，求棒侧表面上面磁化电流密度。

解：磁化强度： $\vec{M}=\dfrac{\sum\vec{m}}{V}$

面磁化电流密度： $\vec{\alpha}'=\vec{M}\times\hat{e}_n$

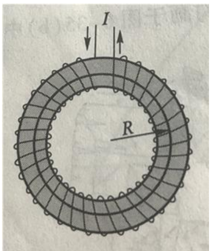
$$\alpha'=M=\frac{\sum m}{V}=\frac{12000}{\frac{1}{4}\pi(25\times10^{-3})^2\times75\times10^{-3}}=3.3\times10^{8}(A/m)$$

6.1-2 一均匀磁化的磁棒，体积为 0.01 米 ^{3} ，磁矩为 500 安• 米 ^{2}，棒内的磁感应强度 B=5.0 高斯，求磁场强度为多少奥斯特？

解： $\vec{M}=\dfrac{\sum\vec{m}}{V}$ $\qquad \vec{H}=\dfrac{\vec{B}}{\mu_0}-\vec{M}$ $\qquad$ （$1A/m=4\pi\times10^{-3}Oe$ ）

$$H=\frac{B}{\mu_0}-M=\frac{5.0\times10^{-4}}{4\pi\times10^{-7}}-\frac{500}{0.01}=-4.96\times10^{4}\,A/m=-6.2\times10^{2}\,(\mathrm{Oe})$$

6.3-1 一环形铁芯横截面的直径为 4.0 毫米，环的平均半径 R=15 毫米，环上密绕着２００匝线圈（见附图），当线圈导线通有２５毫安的电流时，铁芯的（相对）磁导率 $\mu=300$ ，求通过铁芯横截面的磁通量Φ.



习题 6.3-1 图

解：铁芯内看作均匀磁场 $B\approx\mu nI$

$$\phi_m=BS\approx\mu nIS=300\times\frac{200}{2\pi\times15\times10^{-3}}\times25\times10^{-3}\times\pi(\frac{4\times10^{-3}}{4})=2.5\times10^{-7}(Wb)$$

6.3-2 一铁环中心线的周长为 30 厘米，横截面积为 1.0 厘米 ^{2} ，在环上紧密的绕有 300 匝表面绝缘的导线．当导线通有电流 32 毫安时，通过环的截面的磁通量为 2.0 $\times10^{-6}$ 韦伯，求：

(1)铁环内的磁感强度的大小 B； (2)铁环内部磁场强度的大小 H；

(3)铁的磁化率 χ_m 和相对磁导率 μ_r； (4)铁环的磁化强度的大小 M.

解：（1） $B=\dfrac{\phi_m}{S}=\dfrac{2.0\times10^{-6}}{1\times10^{-4}}=2.0\times10^{-2}(T)$

（2） $H=\dfrac{B}{\mu}=\dfrac{\mu nI}{\mu}=nI=\dfrac{300}{30\times10^{-2}}\times32\times10^{-3}=32(A/m)$

（3） $\mu_r=\dfrac{B}{\mu_0H}=\dfrac{2.0\times10^{-2}}{4\pi\times10^{-7}\times32}\approx498$

$\chi_m=\mu_r-1\approx497$

（4） $M=\chi_mH=497\times32\approx1.6\times10^{4}(A/m)$

8.1-1 一平行板电容器的两极板都是半径为 5.0 厘米的圆导体片，在充电时，其中电场强度的变化率为 $\dfrac{dE}{dt} = 1.0\times10^{12} V/(m.s)$。求：（1）求两极板间的位移电流 I_D；（2）求极板边缘的磁感强度 B 。

解：（1） $j_d = \dfrac{\partial D}{\partial t} = \dfrac{\partial(\varepsilon_0 E)}{\partial t} = \varepsilon_0 \dfrac{\partial E}{\partial t}$

$$I_d = \iint_S \vec{j}_d \cdot d\vec{S} = j_d \cdot S = \varepsilon_0 S \frac{\partial E}{\partial t} = 8.85\times10^{-12}\times3.14\times(0.05)^2\times1.0\times10^{12} \approx 7.0\times10^{-2}(A)$$

（2） $\oint_l \vec{H}\cdot d\vec{l} = I_d \qquad H\cdot 2\pi r = I_d \Rightarrow \qquad H = \dfrac{I_d}{2\pi r}$

$$B = \mu_0 H = \frac{\mu_0 I_d}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times7.0\times10^{-2}}{2\pi\times0.05} = 2.8\times10^{-7}(T)$$

8.1-2 设电荷在半径为 R 的圆形平行板电容器极板上均匀分布，且边缘效应可以忽略。把电容器接在角频率为 ω 的简谐交流电路中，电路中的传导电流为 I_0（峰值），求电容器极板间磁场强度（峰值）的分布。

解：设传导电流为 $I_c = I_0\cos\omega t$

$$j_d = \frac{I_{d总}}{S} = \frac{I_c}{S} = \frac{I_0\cos\omega t}{\pi R^2}$$

$$\oint_l \vec{H}\cdot d\vec{l} = I_d \Rightarrow \qquad H\cdot 2\pi r = j_d\cdot \pi r^2 \Rightarrow \qquad H = \frac{I_0\cos\omega t\cdot r}{2\pi R^2}$$

峰值：$H_{\max} = \dfrac{I_0 r}{2\pi R^2}$