小测二

1. 在真空中，电流由长直导线 1 沿半径方向经a点流入一电阻均匀分布的圆环，再由b点沿切向流出，经长直导线 2 返回电源（如图 1）。已知直导线上的电流强度为I，圆环半径为R，$\angle aob=90^{\circ}$。则圆心o点处的磁感应强度的大小B=____________，方向为____________。

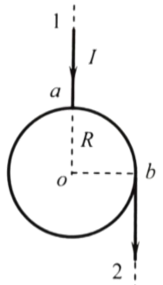


图 1

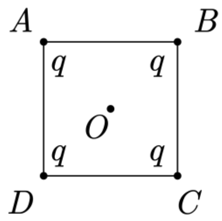


图 2

2. 如图 2，边长为a的正方形的四个角上固定有四个电荷均为q的点电荷。此正方形以角速度ω绕AC轴旋转时，在中心O点产生的磁感应强度大小为B_1=____________；此正方形以相同角速度ω绕过O点垂直于正方形平面的轴旋转时，在O点产生的磁感应强度的大小为B_2，则$B_2/B_1=$____________。

3. 一环形铁芯，其平均周长为$0.3\,\mathrm{m}$，截面积为$1.0\times10^{-4}\,\mathrm{m}^2$，该环均匀地密绕300 匝线圈。当线圈中通有电流$0.032\,\mathrm{A}$时，环内一匝线圈的磁通量为$2.0\times10^{-6}\,\mathrm{Wb}$。则铁芯的相对磁导率为____________。

4. 两个无限大平行平面上都有均匀分布的面电流，面电流密度分别为i_1和i_2，若i_1和i_2之间的夹角为θ，如图 3，求：

(1) 两平面之间的磁感应强度的值B_i；

(2) 两平面之外空间的磁感应强度的值B_o；

(3) 当$i_1=i_2=i$，$\theta=0$时，以上结果如何？

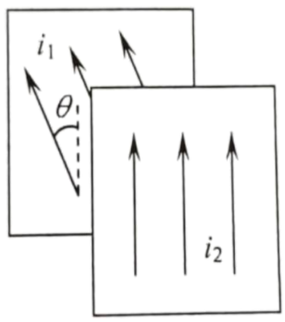
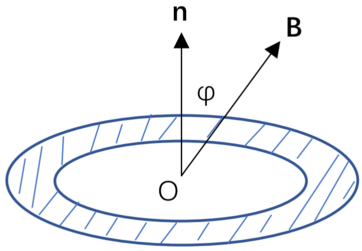


图 3

5. 内外半径为 r 和 R 的均匀带电圆环，带电总量为 q，处在均匀的磁场 $\mathbf{B}$ 中，并以角速度ω绕通过环心 O 且垂直于环面的法向轴 $\mathbf{n}$ 转动，环面法线方向 $\mathbf{n}$ 与 $\mathbf{B}$ 的夹角为φ，如图所示. 试求圆环受到磁场的总力矩.



小测二答案

1 $B_1 = 0$，$B_{\text{circle}} = 0$，$B = B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$，垂直纸面向里

2 $r = \frac{\sqrt{2}}{2}a \Rightarrow B_1 = 2 \cdot \frac{\mu_0 q v}{4\pi r^2} = \frac{\mu_0 q \omega}{2\pi r} = \frac{\sqrt{2}\mu_0 q \omega}{2\pi a}$
$B_2 = 4 \cdot \frac{\mu_0 q v}{4\pi r^2} = \frac{\mu_0 q \omega}{2\pi r} = \frac{\sqrt{2}\mu_0 q \omega}{\pi a} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = 2$

3 $\Phi_m = BS = \mu_0 \mu_r \frac{N}{L} IS \Rightarrow \mu_r = 497$

4 (1)

$$\oint_L \mathbf{B} \cdot \mathrm{d}\mathbf{l} = \mu_0 \sum I \Rightarrow B = \frac{1}{2}\mu_0 i$$
$$\mathbf{B}_i = \frac{1}{2}\mu_0[(i_1 \cos\theta - i_2)\mathbf{i} + i_1 \sin\theta \mathbf{j}]$$
$$B_i = \frac{1}{2}\mu_0(i_1^2 + i_2^2 - 2i_1 i_2 \cos\theta)^{1/2}$$

(2)

$$\mathbf{B}_O = \frac{1}{2}\mu_0[(i_1 \cos\theta + i_2)\mathbf{i} + i_1 \sin\theta \mathbf{j}]$$
$$B_O = \frac{1}{2}\mu_0(i_1^2 + i_2^2 + 2i_1 i_2 \cos\theta)^{1/2}$$

(3)

$$B_i = \frac{1}{2}\sqrt{2}\mu_0 i \sqrt{1 - \cos\theta} = 0$$
$$B_O = \frac{1}{2}\sqrt{2}\mu_0 i \sqrt{1 + \cos\theta} = \mu_0 i$$

5

$$\mathrm{d}p_m = S\mathrm{d}I = \pi r^2 \sigma\omega r \mathrm{d}r$$

$$p_m = \int_r^R \pi\sigma\omega r^3 \mathrm{d}r = \frac{1}{4}\pi\sigma\omega r^4\Big|_r^R = \frac{1}{4}\pi\sigma\omega(R^4 - r^4)$$

$$\boldsymbol{M} = \boldsymbol{p}_m \times \boldsymbol{B} \implies M = p_m B\sin\varphi = \frac{1}{4}\pi\sigma\omega(R^4 - r^4)B\sin\varphi$$

$$\sigma = \frac{q}{\pi(R^2 - r^2)} \implies M = \frac{1}{4}q\omega B(R^2 + r^2)\sin\varphi \qquad \text{方向沿 } \boldsymbol{n} \times \boldsymbol{B}$$