

恒定磁场（一）参考答案

一、选择题

题号	1	2	3	4	5
答案	A	A	D	B	D

二、填空题

1. 非静电力；能量转化与守恒
2. 运动电荷（电流）；运动电荷（电流）之间的相互作用
3. 1:3
4. $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
5. 16π (Wb)

三、计算题

参考答案：

载流导线 BCD 段在 O 点产生的磁感强度

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4 \cdot \pi} \cdot \int \frac{I \cdot dl}{r^2} = \frac{\mu_0}{4 \cdot \pi} \cdot \int_0^\alpha \frac{I \cdot a \cdot d\theta}{a^2} = \frac{\mu_0}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{I \cdot \alpha}{a}$$

方向垂直纸面向里。（3 分）

AB 段在 O 点产生的磁感强度 $B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi \cdot d} \cdot (\sin \beta_2 - \sin \beta_1)$

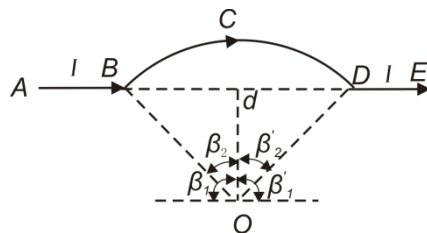
式中 $\beta_2 = -\frac{\alpha}{2}$, $\beta_1 = -\frac{\pi}{2}$, $d = a \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$, 代入得

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi \cdot a} \cdot \frac{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad \text{方向垂直纸面向里。}$$

DE 段在 O 点产生的磁感强度 $B_3 = \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi \cdot d} \cdot (\sin \beta'_1 - \sin \beta'_2)$

式中 $\beta'_2 = \frac{\alpha}{2}$, $\beta'_1 = \frac{\pi}{2}$, $d = a \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$, 代入得

$$B_3 = \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot \pi \cdot a} \cdot \frac{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad \text{方向也是垂直纸面向里。}$$



整个载流导线在 O 点产生的磁感强度

$$B = B_1 + B_2 + B_3 = \left(\frac{\alpha}{\pi} + \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right) \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{4 \cdot a}$$

方向垂直纸面向里

厦门大学物理课程组编

四、计算题

参考答案：

由题可知， t 时刻，圆盘的转速 $\omega = at$ 。

- (1) 转动圆盘的磁矩等于所有同心细圆环电流磁矩的叠加。

t 时刻，在圆盘距圆心 O 为 r 处取一宽度为 dr 的细圆环，其电流为：

$$dI = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\sigma 2\pi r dr}{2\pi / \omega} = k\alpha tr^2 dr$$

该圆电流的磁矩大小为：

$$dm = S dI = \pi r^2 dI = k\alpha \pi tr^4 dr$$

由于所有圆电流磁矩的方向都相同，因此转动带电圆盘的磁矩大小为：

$$m = \int dm = \int_0^R k\alpha \pi tr^4 dr = \frac{1}{5} k\alpha \pi t R^5$$

磁矩的方向沿着 x 轴的负方向。

- (2) t 时刻，距圆心 r ，宽度为 dr 的圆电流在 O 处的磁感应强度的大小为：

$$dB = \frac{\mu_0 dI}{2r} = \frac{\mu_0 k\alpha tr^3 dr}{2}$$

所有圆电流在 O 处所产生的磁感应强度的方向相同，故有：

$$B = \int dB = \int_0^R \frac{\mu_0 k\alpha tr^3}{2} dr = \frac{1}{8} \mu_0 k\alpha t R^4$$