

# 《真空中的磁场自学指导书》

## 一、本部分研究的主要问题:

1. 磁场对电流作用的规律: 洛仑兹力公式和安培力公式。
2. 电流产生磁场的规律: 毕—萨定律、磁场的叠加原理。
3. 磁场的基本性质:  $\vec{B}$  的高斯定理和安培环路定理。

## 二、自学内容和日程安排:

自学书第十七章、第十八章内容,按教学日历进度进行(书中带\*号的章节可不看)。

## 三、自学应达到的教学要求:

1. 理解磁感强度  $\vec{B}$  的定义: 大小  $B = \left| \frac{\vec{F}_m}{q\vec{v} \sin \alpha} \right|$ , 方向满足  $q\vec{v} \times \vec{B} = \vec{F}_m$  的矢量积关系,

也可以将大小、方向统一表示为:  $\vec{B} = \frac{(\vec{F}_m)_{\text{最大}} \times \vec{e}_v}{qv}$ 。

2. 掌握洛仑兹力公式  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$  和安培力公式  $d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$ 。
3. 会分析平面线电流圈在磁场中受的力和力矩,理解磁矩的定义。
4. 搞清霍耳效应和它的机理,会利用洛仑兹力的规律分析霍耳电场的方向,了解霍耳效应的应用。
5. 掌握磁通量的概念,搞清  $\vec{B}$  线的特点,能定性画出一些典型电流分布的磁场的  $\vec{B}$  线。
6. 掌握毕—萨定律  $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \vec{e}_r}{4\pi r^2}$ , 要搞清定律中各量的意义,特别要搞清各量的方向

之间的关系。要会用该定律的积分形式  $\vec{B} = \int_L \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \vec{e}_r}{4\pi r^2}$  求某些简单电流分布的磁场

(注意,在毕—萨定律的积分形式中,已经利用了磁场的叠加原理)。

7. 掌握磁场的叠加原理  $\vec{B} = \sum \vec{B}_i$ ，会利用该原理在一些已知的简单电流分布的磁场的基础上求得较复杂电流分布的磁场。

8. 掌握反映磁场基本性质的两个定理： $\vec{B}$ 的高斯定理  $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$  和安培环路定理  $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I_{\text{内}}$ 。要搞清定理的确切意义，要会应用这两个定理定性分析和判断磁场以及定量计算某些具有平面对称和柱对称的电流分布的磁场。

9. 熟悉以下典型的电流分布的磁场：

▲ 一段载流直导线的磁场： $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$ ， $\vec{B}$  线的绕向与电流流向成右手螺旋关系（要记住）。

无限长直载流导线的磁场： $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ （要记住）。

▲ 无限长均匀载流薄圆筒内外的磁场： $B_{\text{内}} = 0$ ， $B_{\text{外}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ （要记住）。

▲ 无限长直载流密绕螺线管与螺绕环内、外的磁场：

$B_{\text{内}} = \mu_0 nI$ ， $B_{\text{外}} = 0$ ， $\vec{B}$  的方向与电流绕向成右手螺旋关系（要记住）。

▲ 圆电流圈中心点和轴线上的磁场： $B_{\text{中心}} = \frac{\mu_0 I}{2R}$ （要记住）；

$B_{\text{轴线}} = \frac{\mu_0 IS}{2\pi(R^2 + x^2)^{3/2}}$ ， $\vec{B}$  的方向与电流绕向成右手螺旋关系。

10. 在自学中要适当地作笔记，自学全部内容后要能够整理出本部分讨论问题的线索，并能系统地总结出求解磁场的各种方法（叠加法、毕—萨定律法、安培环路定理法）以及这些方法的要点和适用对象。

11. 自学中要注意将磁场的概念和规律与电场的概念和规律做比较。