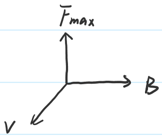
磁场知识点总结

2020年11月13日 16:42

稳恒磁场

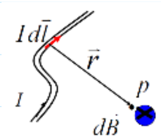
磁感应强度



$B = \dfrac{F_{max}}{qv}$，方向为 $\vec{F}_{max} \times \vec{v}$ 的方向

单位：T

Biot-Savart 定律

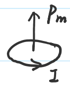


用于求电流元 $Id\vec{l}$ 产生的磁场

$d\vec{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{Id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$ $\quad dB = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{Idl\sin\theta}{r^2}$

磁矩

$\vec{p}_m = I\vec{S} = IS\vec{n}$



运动电荷的磁场

$\vec{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\cdot\dfrac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$

磁通量

$\Phi_m = \iint \vec{B}\cdot d\vec{S}$

高斯定理

$\oiint_S \vec{B}\, d\vec{S} = 0$

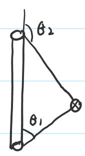
安培环路定理

$\oint_L \vec{B}\, d\vec{l} = \mu_0 \sum I_i$

穿过回路的电流

常见模型

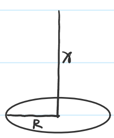
直导线



$B = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

无限长：$B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi a}$

圆线圈



$B = \dfrac{\mu_0}{2}\dfrac{IR^2}{(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$

圆心 $x=0$，$B = \dfrac{\mu_0 I}{2R}$

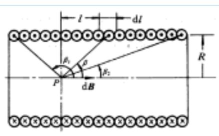
无限长圆柱面

$\begin{cases} r<R & B=0 \\ r>R & B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\end{cases}$

无限长圆柱体

$\begin{cases} r<R & B=\dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \\ r>R & B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\end{cases}$

螺线管



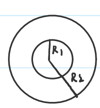
单位长度匝数

$B = \dfrac{\mu_0}{2} n I(\cos\beta_2 - \cos\beta_1)$

无限长：$B = \mu_0 n I$

外部：$B_外 = 0$

螺绕环



$\begin{cases} r<R_1 & B=0 \\ R_1<r<R_2 & B=\mu_0 n I \\ r>R_2 & B=0\end{cases}$

无限大平板

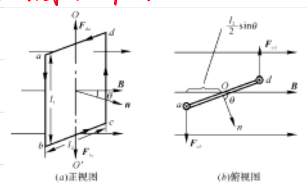
$B = \dfrac{\mu_0 j}{2}$

无限大平板 $B = \frac{\ \ }{2}$

磁场对载流导线的作用 $d\vec{F} = I\,d\vec{l} \times \vec{B}$

均匀场 $\begin{cases} \text{两点间导线受力与路径无关} \\ \text{闭合电流线受力为0} \end{cases}$

磁场对载流线圈的作用



(a)正视图 (b)剖视图

$F_{da} = F_{bc}$，抵消

$F_{ab} = F_{cd} = BIl_1$

$\vec{M} = \underbrace{\vec{p}_m}_{\text{载流线圈的磁矩}} \times \vec{B} = NIS\,\vec{n} \times \vec{B}$

$M = p_m B \sin\theta = NISB\sin\theta$

磁场力的功 $\begin{cases} \text{载流导线在磁场中运动：} \quad A = I \cdot \Delta\Phi \\ \text{载流线圈在磁场中转动：} \quad A = \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} I\,d\Phi \xlongequal{\text{电流恒定}} I\,\Delta\Phi \end{cases}$

磁场对运动电荷的作用 $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad F_m = qvB\sin\theta$

① $\vec{v} \parallel \vec{B}$ $\quad \vec{F}_m = 0$ $\quad$ 匀速直线

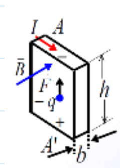
② $\vec{v} \perp \vec{B}$ $\quad \vec{F}_m = qvB$

$R = \frac{mv}{qB}$ $\quad T = \frac{2\pi m}{qB}$ 周期与速度无关

③ $\vec{v}$与$\vec{B}$成θ角 $\quad$ 螺距 $h = v_{\parallel} \cdot T = v \cdot \cos\theta \, \frac{2\pi m}{qB}$

半径 $R = \frac{mv_{\perp}}{qB} = \frac{mv \cdot \sin\theta}{qB}$

霍耳效应



$\begin{cases} qE_H = quB \\ I = nbhqu \end{cases} \Rightarrow V_{AA'} = \underbrace{-\frac{1}{nq}}_{\text{霍尔系数}} \cdot \frac{IB}{b}$

磁化 $\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}'$

相对磁导率 $\mu_r = \frac{B}{B_0}$ $\quad \begin{cases} \mu_r > 1 & \text{顺磁质} \\ \mu_r < 1 & \text{抗磁质} \\ \mu_r \gg 1 & \text{铁磁质} \end{cases}$

磁化强度矢量 $\vec{M} = \frac{\sum \vec{p}_{mi}}{\Delta V}$ $\quad$ 单位：A/m

(、 I_m $\quad M$

磁化强度矢量　$M = \ldots \Delta V$ …

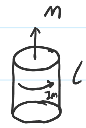
磁场中的磁介质

磁化电流

$j_m = \frac{I_m}{l}$

$|\vec{M}| = j_m$

$\oint_L \vec{M} \, d\vec{l} = \sum_L I_m$



磁介质中的

- 高斯定理　$\oiint_S \vec{B} \, d\vec{S} = 0$
- 安培环流定理　$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(\underset{\text{传导电流}}{\sum I} + \underset{\text{束缚电流}}{\sum I_m} \right)$

磁场强度

$\vec{H} = \frac{\vec{B_0}}{\mu_0} - \vec{M}$　　单位：A/m

$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_L I$

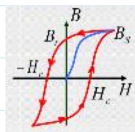
$\vec{B}$. $\vec{H}$. $\vec{M}$ 关系

$I \xrightarrow{\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \sum_L I} \vec{H} \xrightarrow{\vec{B} = \mu \vec{H}} \vec{B} \xrightarrow{\vec{M} = \chi_m \vec{H}} \vec{M} \xrightarrow{M = j_m} j_m \xrightarrow{j_m = \frac{I_m}{l}} I_m$

$\mu = \mu_0 \mu_r$　　$\mu_r = 1 + \chi_m$

铁磁质

- 磁滞回线



采用环形管：$H = \frac{NI}{l}$ → 周长

- 剩磁 B_r
- 矫顽力 H_c