

一 磁介质 磁化强度

1 磁介质

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}'$$

磁介质中的
总磁感强度

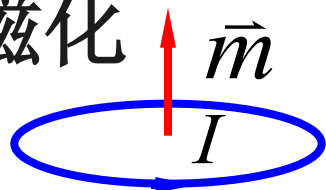
真空中的
磁感强度

介质磁化后的
附加磁感强度

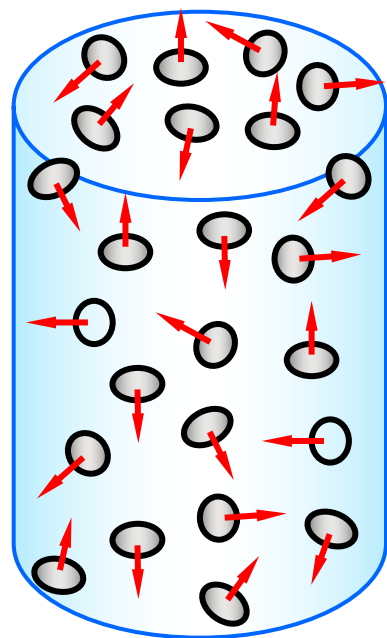
顺磁质 $\vec{B} > \vec{B}_0$ (铝、氧、锰等) } 弱磁质
 抗磁质 $\vec{B} < \vec{B}_0$ (铜、铋、氢等)
 铁磁质 $\vec{B} \gg \vec{B}_0$ (铁、钴、镍等)



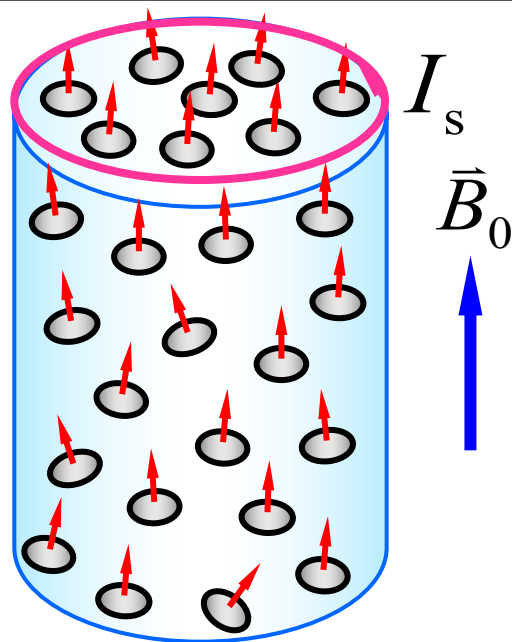
2 顺磁质和抗磁质的磁化 分子圆电流和磁矩



顺磁质的磁化



无外磁场



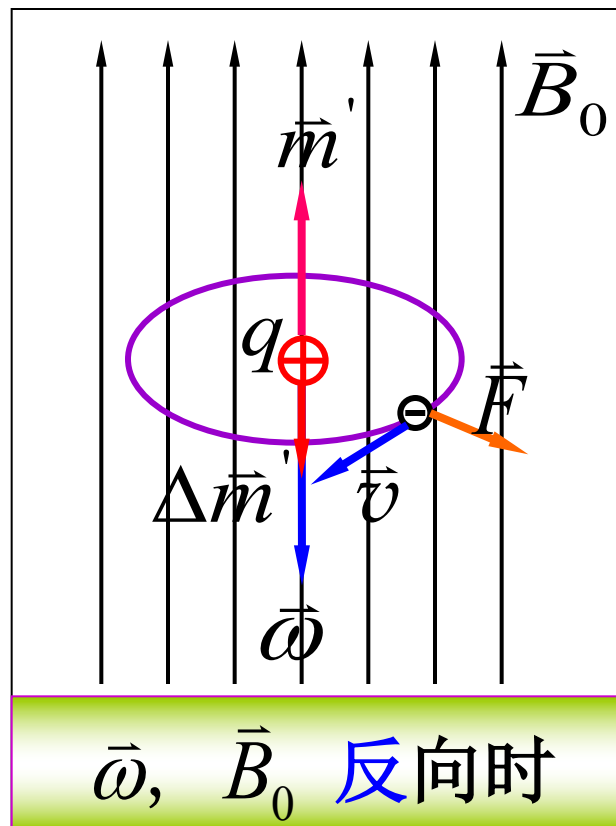
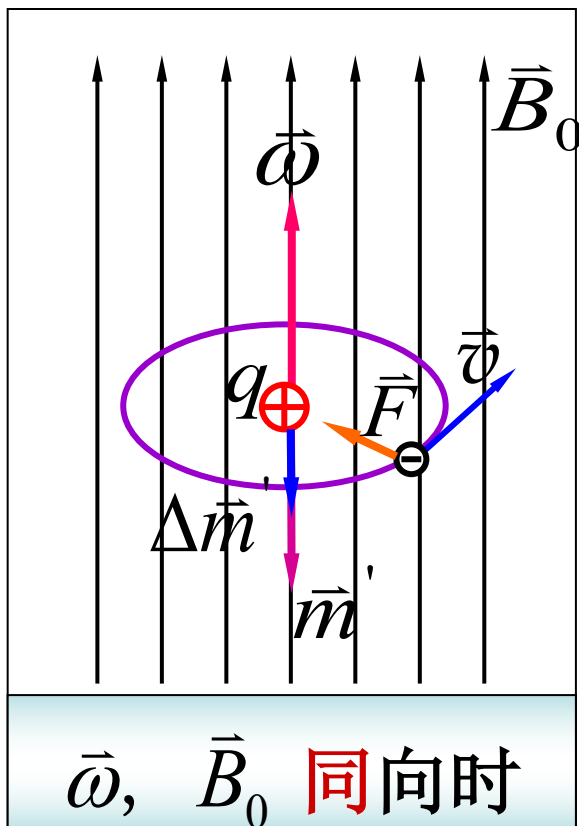
有外磁场

顺磁质内磁场 $B = B_0 + B'$



无外磁场时抗磁质分子磁矩为零 $\vec{m} = 0$

抗磁质的磁化



抗磁质内磁场 $B = B_0 - B'$



3 磁化强度

$$\vec{M} = \frac{\sum \vec{m}}{\Delta V}$$

分子磁矩
的矢量和

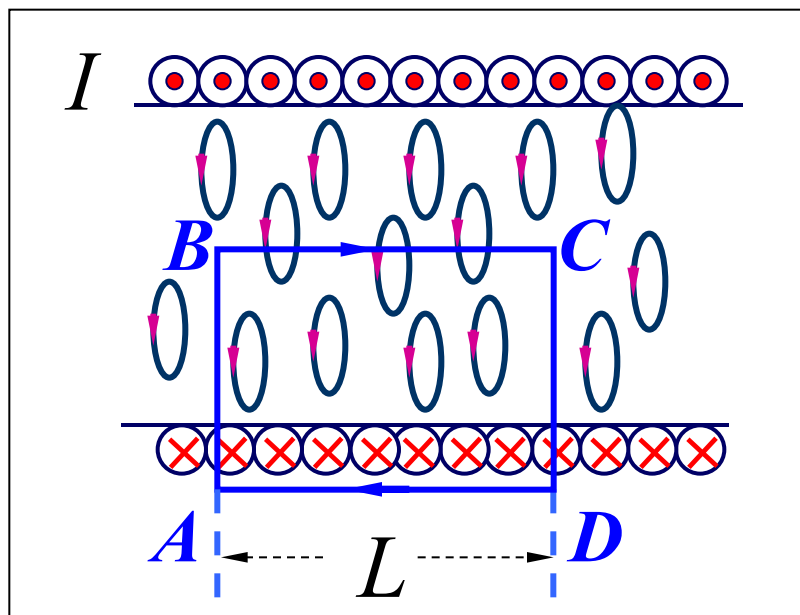
体积元

单位: $\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$

意义 磁介质中单位体积内分子的合磁矩.



二 磁介质中的安培环路定理

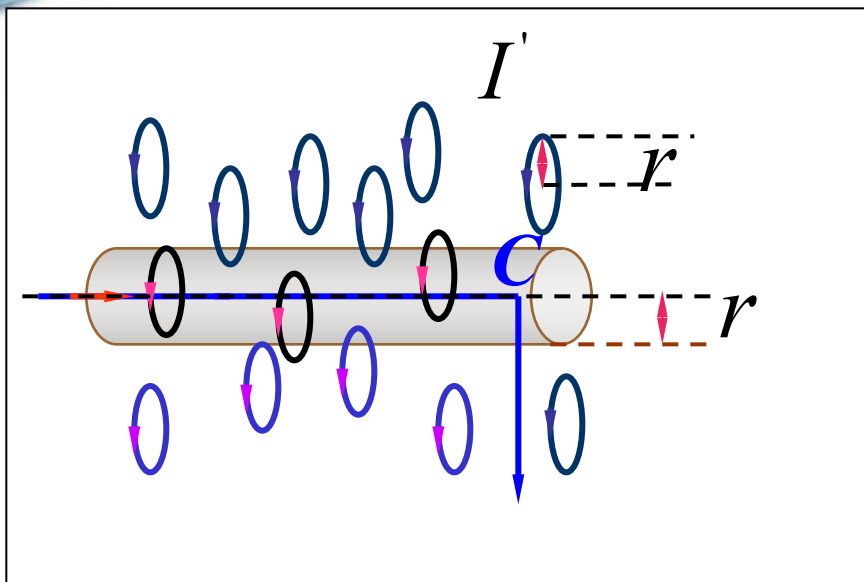


$$\oint_l \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_{BC} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_i = \mu_0 (NI + I_s)$$

传导电流

分布电流





分子磁矩 $m = I' \pi r^2$

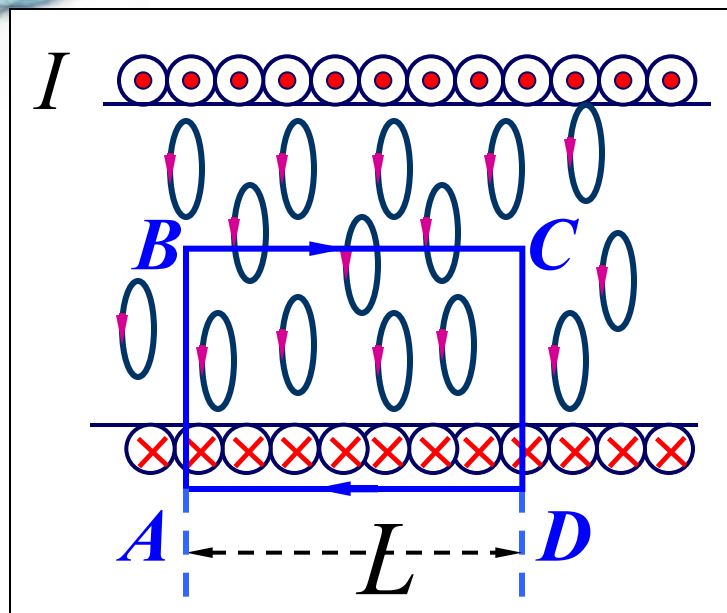
n (单位体积分子磁矩数)

$$I_s = n \pi r^2 L I' = n m L$$

$$M = \frac{\sum m}{\Delta V} = n m$$

$$I_s = M L$$





$$\oint_l \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (NI + I_s)$$

$$I_s = ML = \int_{BC} \vec{M} \cdot d\vec{l}$$

$$I_s = \oint_l \vec{M} \cdot d\vec{l}$$

$$\oint_l \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (NI + \oint_l \vec{M} \cdot d\vec{l})$$

$$\oint_l \left(\frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M} \right) \cdot d\vec{l} = NI = \sum I \quad \text{磁场强度} \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$$

磁介质中的安培环路定理

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I$$



磁介质中的安培环路定理

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I$$

各向同性磁介质 $\vec{M} = \kappa \vec{H}$ κ (磁化率)

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \kappa \vec{H} \quad \vec{B} = \mu_0 (1 + \kappa) \vec{H}$$

相对磁导率 $\mu_r = 1 + \kappa$

磁导率 $\mu = \mu_0 \mu_r$

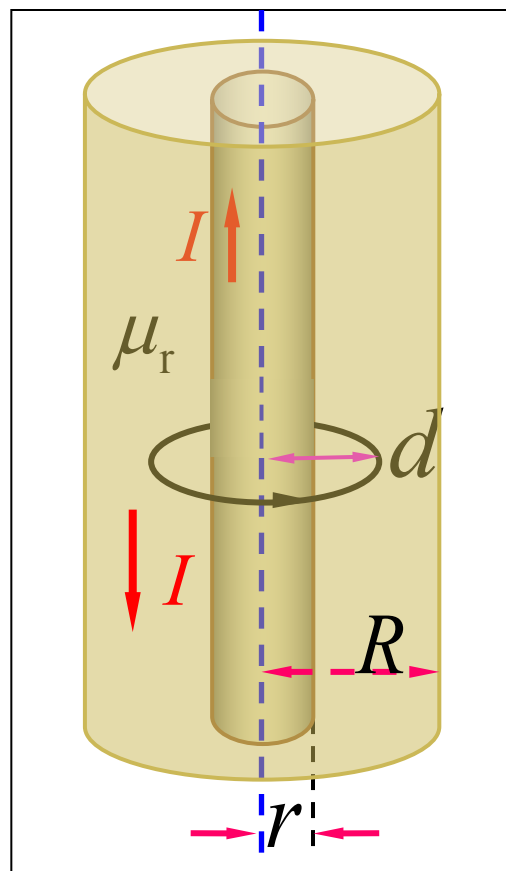
$\mu_r \begin{cases} > 1 & \text{顺磁质} \\ < 1 & \text{抗磁质} \\ \gg 1 & \text{铁磁质} \\ & \text{(非常数)} \end{cases}$

各向同性磁介质

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H} = \mu \vec{H}$$



例1 有两个半径分别为 R 和 r 的“无限长”同轴圆筒形导体，在它们之间充以相对磁导率为 μ_r 的磁介质.当两圆筒通有相反方向的电流 I 时，试求 (1) 磁介质中任意点 P 的磁感应强度的大小；
(2) 圆柱体外面一点 Q 的磁感强度.



解 $r < d < R$ $\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = I$ $2\pi d H = I$

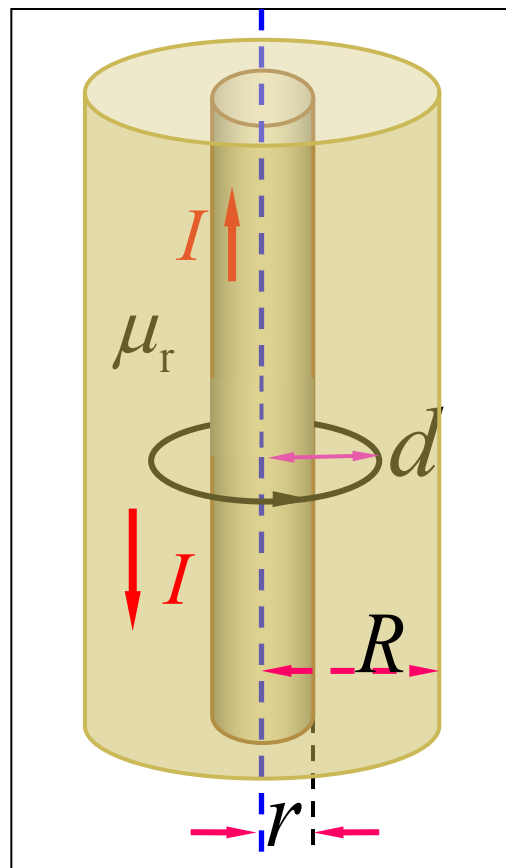
$$B = \mu H = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi d}$$

$$d > R \quad \oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = I - I = 0$$

$$2\pi d H = 0, \quad H = 0$$

$$B = \mu H = 0$$

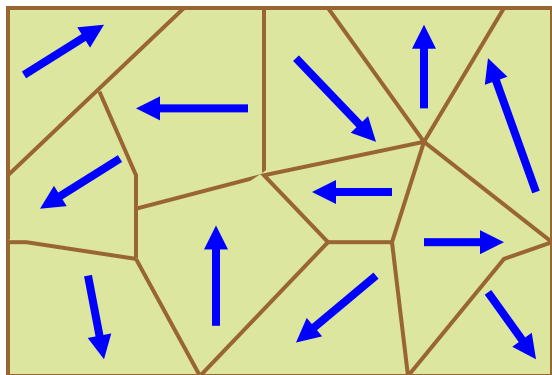
同理可求 $d < r$, $B = 0$



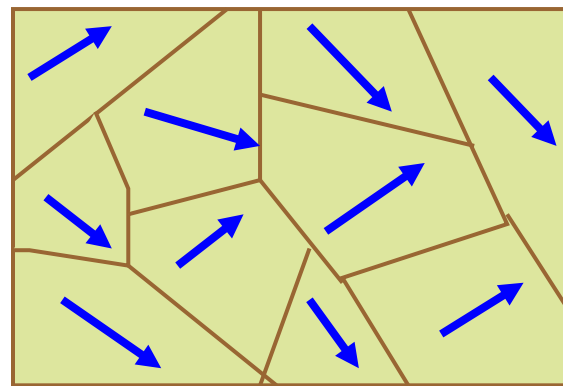
三 铁磁质

1 磁畴

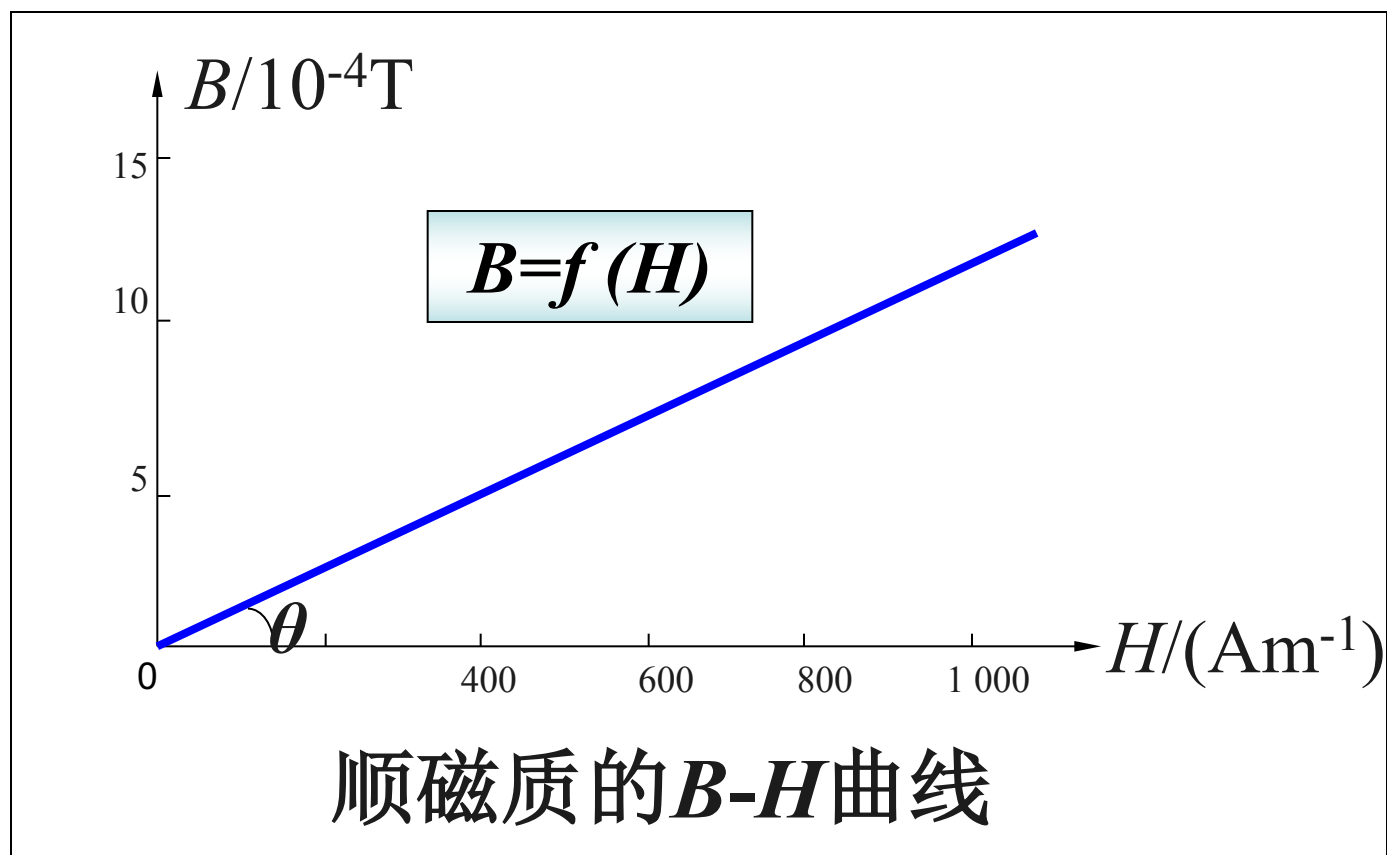
无外磁场



有外磁场

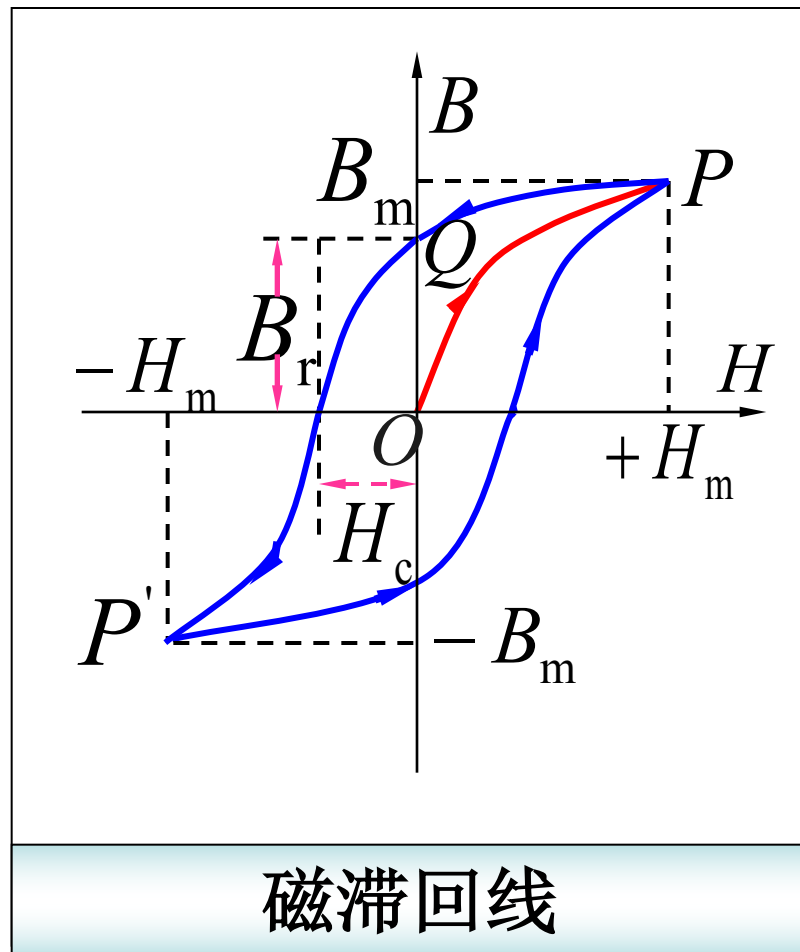


2 磁化曲线 磁滞回线



当外磁场由 $+H_m$ 逐渐减小时，这种 B 的变化落后于 H 的变化现象，叫做**磁滞现象**，简称磁滞。

由于磁滞， $H = 0$ 时，磁感强度 $B \neq 0$ ， B_r 叫做剩余磁感强度(**剩磁**)。

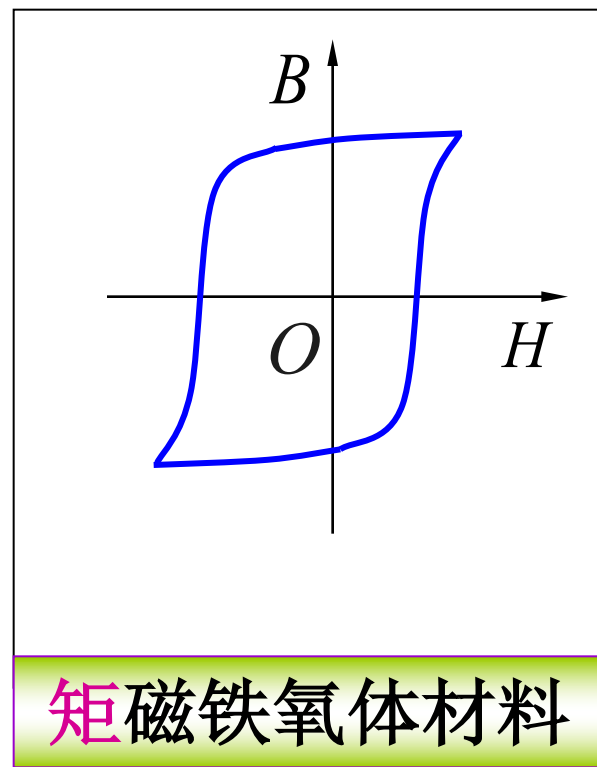
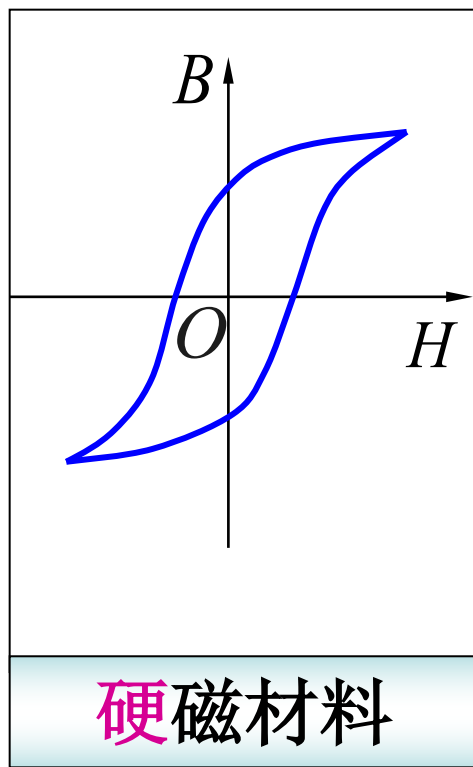
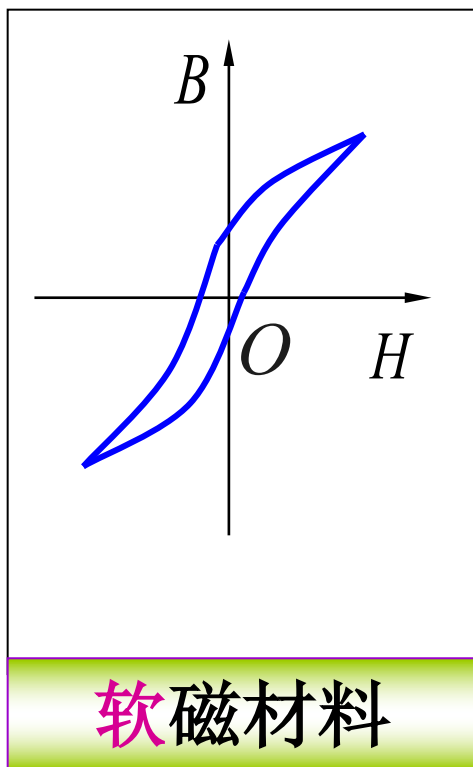


矫顽力

 H_c 

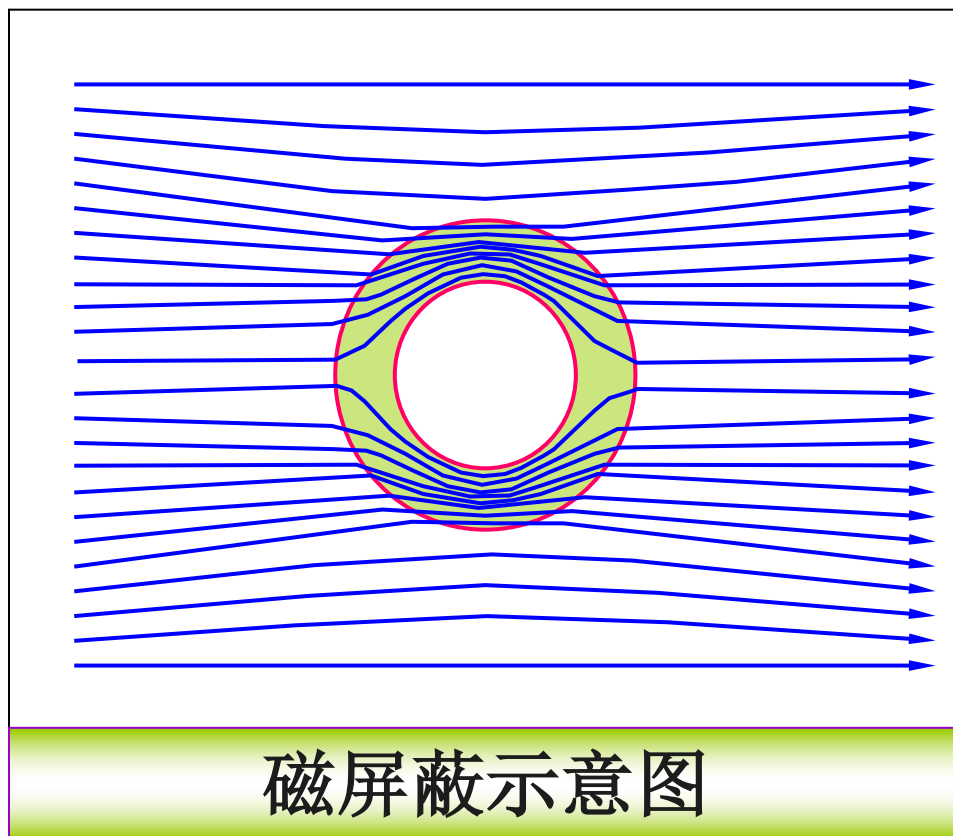
3 铁磁性材料

不同铁磁性物质的磁滞回线形状相差很大。



4 磁屏蔽

把磁导率不同的两种磁介质放到磁场中，在它们的交界面上磁场要发生突变，引起了磁感应线的折射。



选择进入下一节:

- 7-0 教学基本要求
- 7-1 恒定电流
- 7-2 电源 电动势
- 7-3 磁场 磁感强度
- 7-4 毕奥-萨伐尔定律
- 7-5 磁通量 磁场的高斯定理

