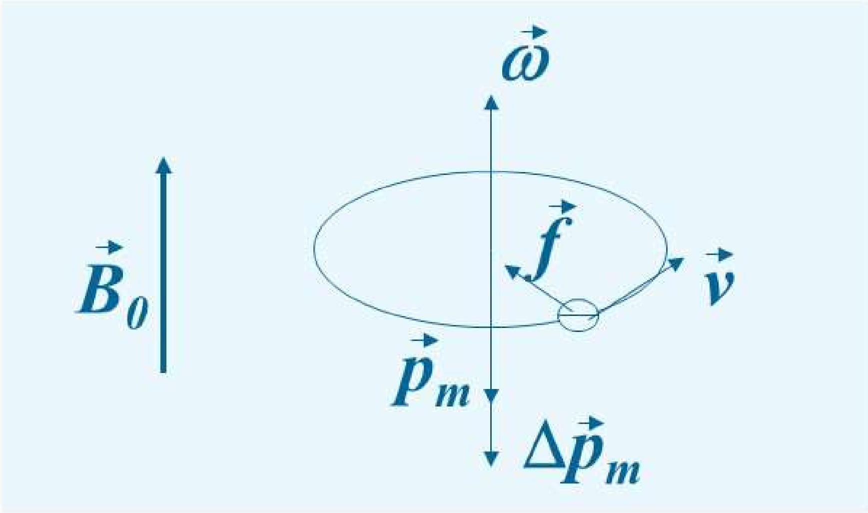
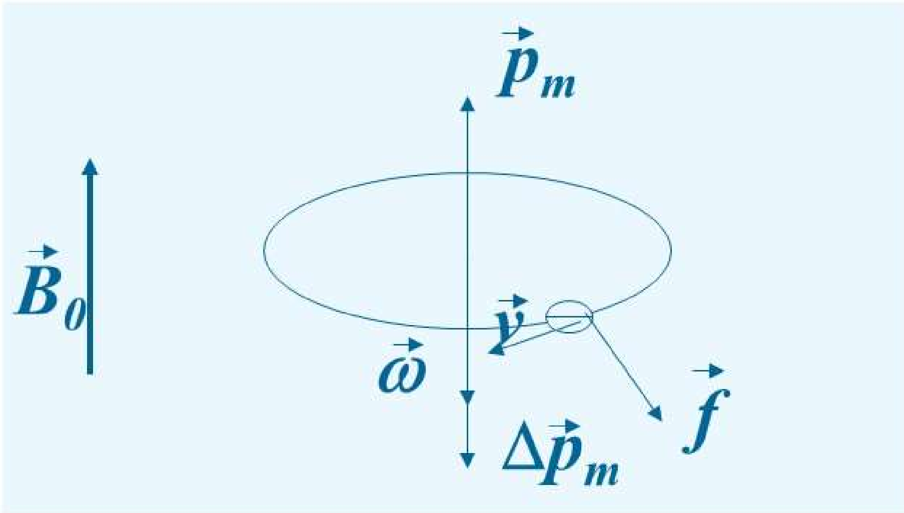
题型九、磁介质





结论：无论$\vec{\omega}$与$\vec{B}_0$同向，还是反向,$\Delta\vec{\omega}$总是与$\vec{B}_0$同向，导致$\Delta\vec{p}_m$总与$\vec{B}_0$反向，在理论上可以证明当$\vec{\omega}$与$\vec{B}_0$成任意角时，$\Delta\vec{\omega}$总是与$\vec{B}_0$的方向一致，从而导致$\Delta\vec{p}_m$总是与$\vec{B}_0$方向相反。

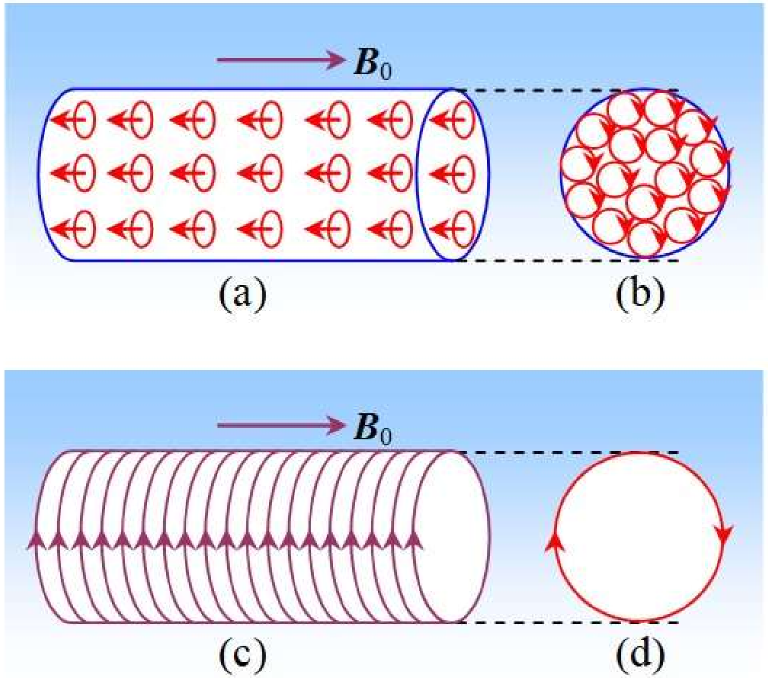
由于顺磁质和抗磁质电结构不同，导致它们产生磁效应的根源不同。

磁介质的电结构：

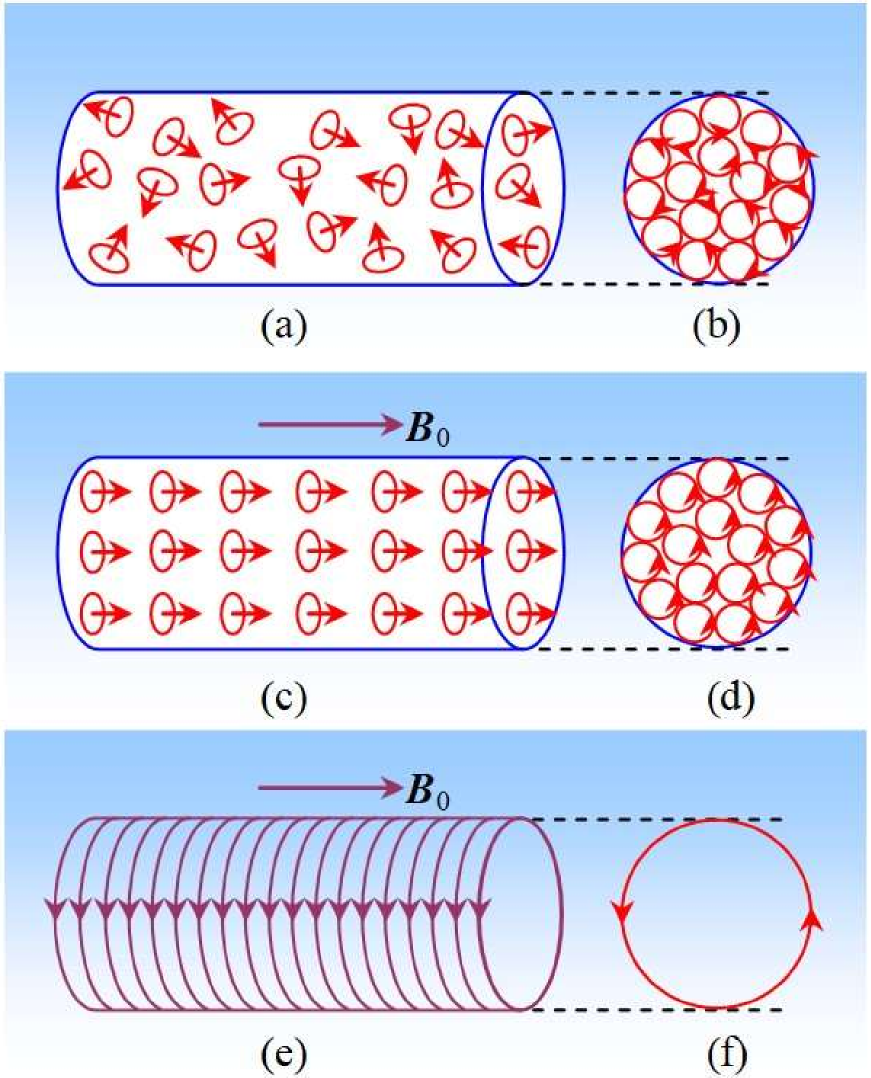
（1）分子中，各电子的磁矩不完全抵消，整个分子具有磁矩P_m

（2）分子中，各电子的磁矩完全抵消，整个分子不具有磁矩，即$P_m=0$

构成顺磁质的分子为（1）类分子；抗磁质的分子为（2）类分子。



抗磁质磁化的微观机制和宏观效果



顺磁质磁化的微观机制和宏观效果

§ 3.3 磁介质的磁场 磁场强度

1. 有介质存在时的安培环路定理

$$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_L I + \mu_0 \sum_L I_s$$

其中：**B**为总场强; **I**为传导电流; **I_s**分子电流

$$\therefore \oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_L I + \mu_0 \oint_L \vec{M}\cdot d\vec{l}$$

$$\oint_L \left(\frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}\right)\cdot d\vec{l} = \sum_L I$$

定义磁场强度 $\vec{H} = \dfrac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$ 则有：$\oint_L \vec{H}\cdot d\vec{l} = \sum_L I$

$$\vec{H} \overset{def}{\equiv} \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$$

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

$$\vec{B} = \mu_0 (1 + \chi_m) \vec{H}$$

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

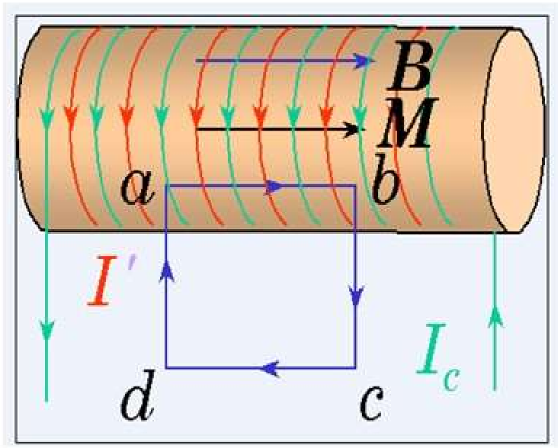
$$\mu_r = (1 + \chi_m)$$

$$\vec{M} = \chi_m \vec{H} = (\mu_r - 1) \vec{H}$$

$$M = \frac{\sum p_m}{V} = \frac{j_s S l}{S l} = j_s$$

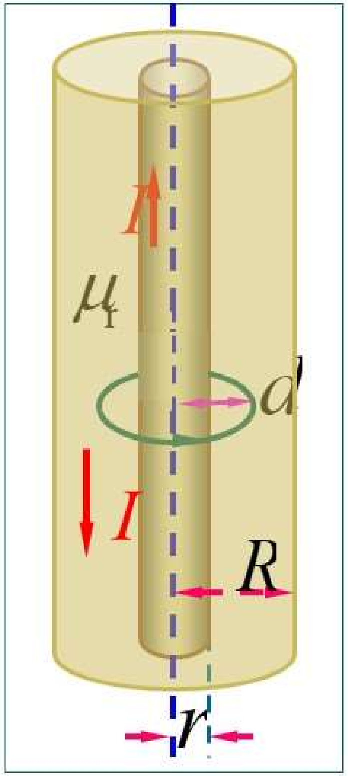
μ_r 称为相对磁导率

$\mu = \mu_0 \mu_r$ 磁导率



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.

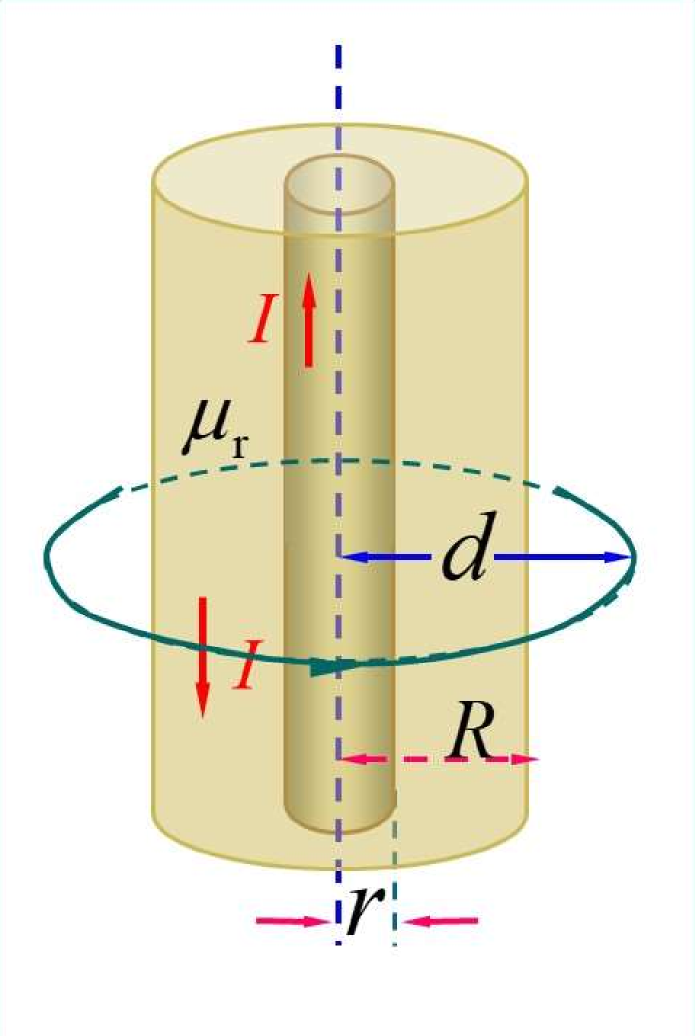


解 对称性分析

$r<d<R$ $\qquad \oint_l \vec{H}\cdot d\vec{l} = I$

$$2\pi\, dH = I \qquad H = \frac{I}{2\pi\, d}$$

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



$$r<d<R \qquad B=\frac{\mu_0\mu_r I}{2\pi d}$$

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

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

$$B=\mu H=0$$

同理可求 $d<r, \quad B=0$

2.如图所示，一根长直同轴电缆，内、外导体之间充满磁介质，磁介质相对磁导率为μ_r（μ_r<1），导体的磁化可以忽略不计。电缆沿轴向有稳恒电流I通过。内、外导体上电流的方向相反，几何尺寸如图。求空间各区域的磁感应强度和磁化强度；磁介质表面的磁化电流