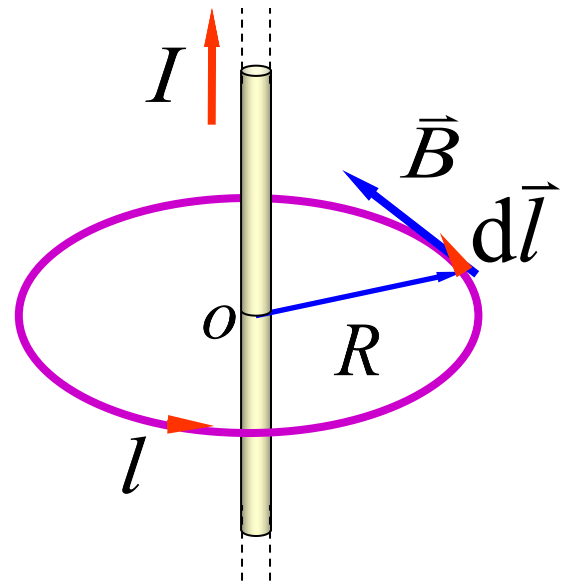
一 安培环路定理

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l}=\oint\frac{\mu_0 I}{2\pi R}dl$$

$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I$$



设闭合回路 l 为圆形回路，l 与 I 成右螺旋

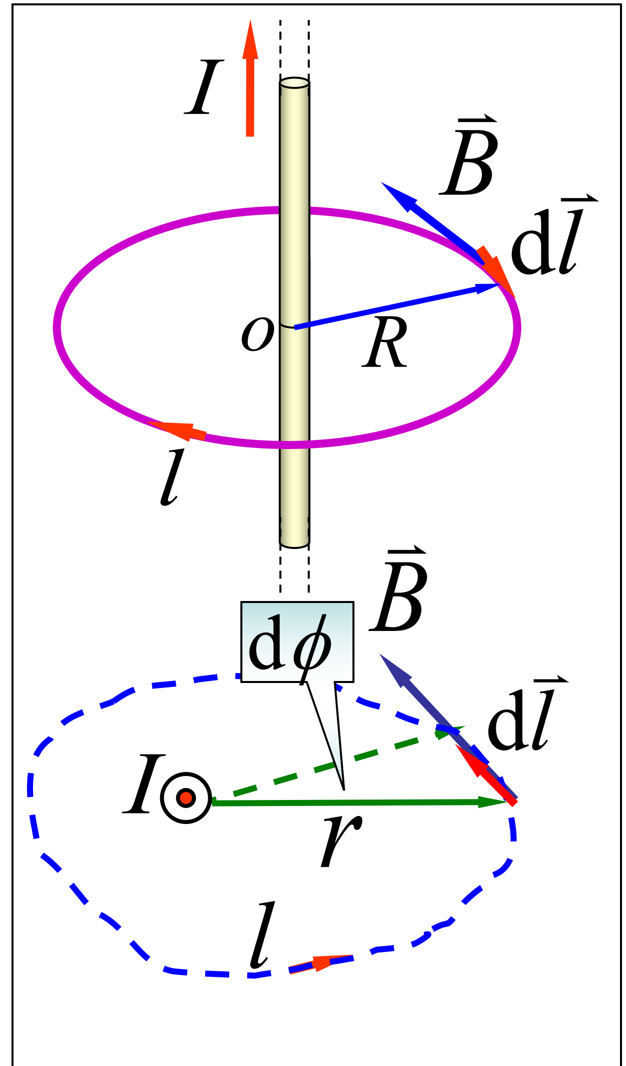
若回路绕向为逆时针

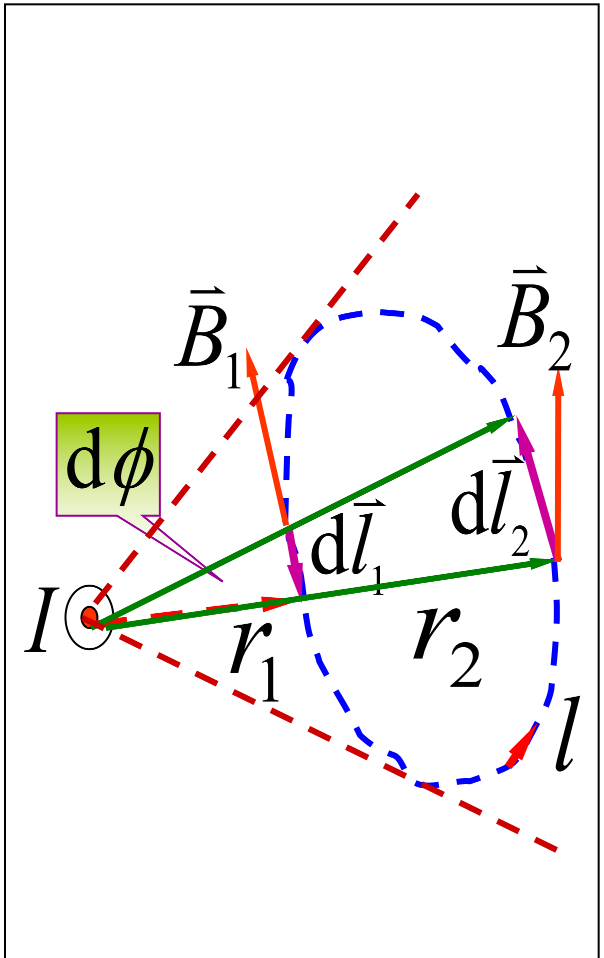
$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = -\frac{\mu_0 I}{2\pi}\int_0^{2\pi} d\phi = -\mu_0 I$$

对任意形状的回路

$$\vec{B}\cdot d\vec{l} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} r d\phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi} d\phi$$

$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$





电流在回路之外

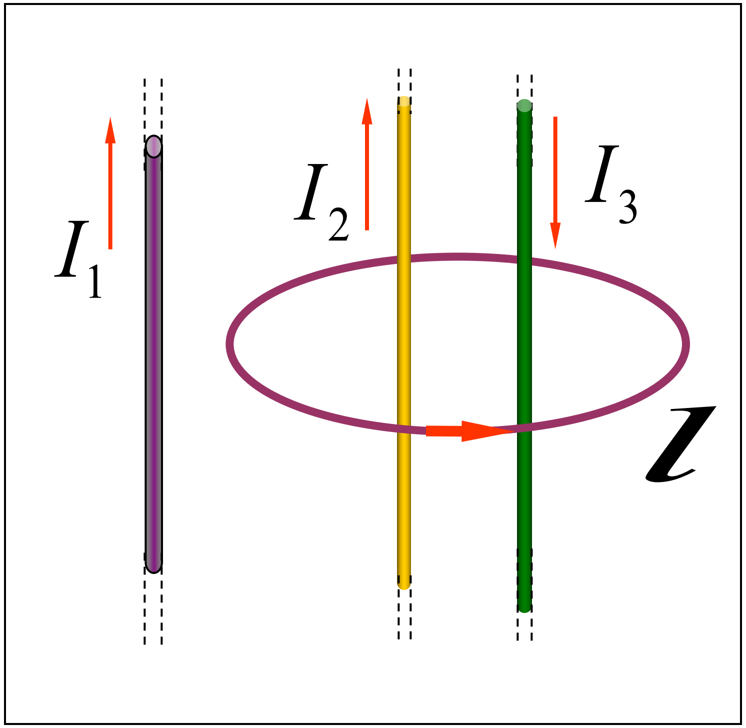
$$B_1=\frac{\mu_0 I}{2\pi\, r_1},\quad B_2=\frac{\mu_0 I}{2\pi\, r_2}$$

$$\vec{B}_1\cdot\mathrm{d}\vec{l}_1=-\vec{B}_2\cdot\mathrm{d}\vec{l}_2=-\frac{\mu_0 I}{2\pi}\mathrm{d}\phi$$

$$\vec{B}_1\cdot\mathrm{d}\vec{l}_1+\vec{B}_2\cdot\mathrm{d}\vec{l}_2=0$$

$$\oint_l \vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=0$$

多电流情况



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

$$\oint_l \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 (I_2 - I_3)$$

推广：

- 安培环路定理

$$\oint \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^{n} I_i$$

安培环路定理

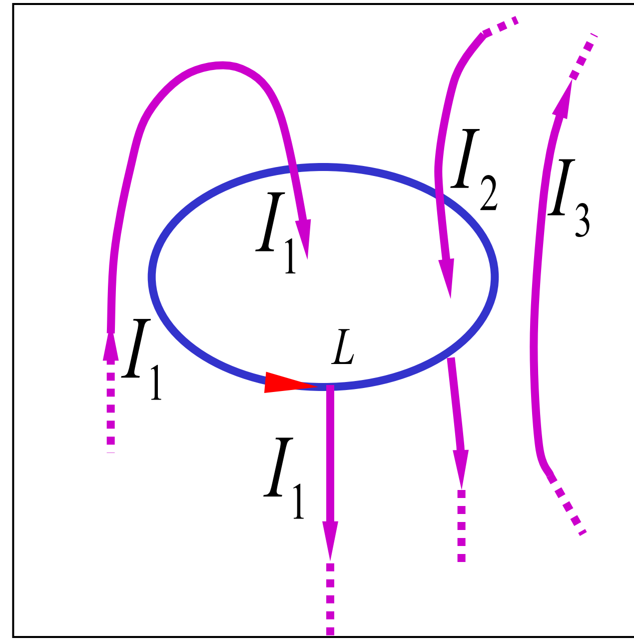
$$\oint \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^{n} I_i$$

在真空的恒定磁场中，磁感强度 $\vec{B}$沿任一闭合路径的积分的值，等于μ_0乘以该闭合路径所穿过的各电流的代数和.

注意

电流 I 正负的规定：I 与 L成右螺旋时，I为正；反之为负.

$$\int_L \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}$$
$$= \mu_0(-I_1 - I_2) = -\mu_0(I_1 + I_2)$$



讨论：

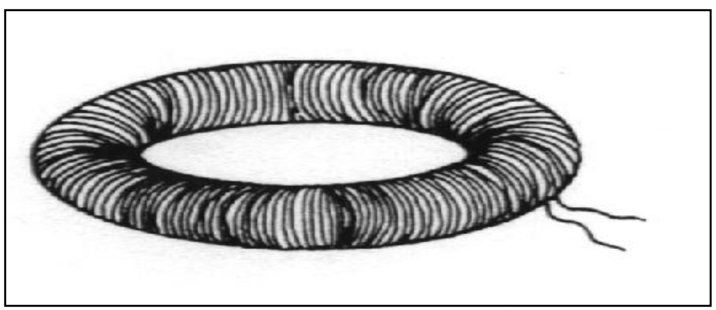
（1）$\vec{B}$ 是否与回路 L 外电流有关?

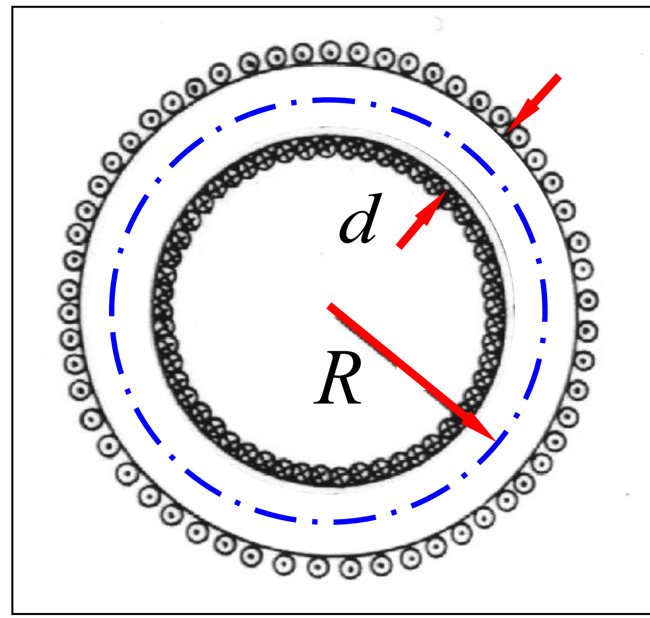
（2）若 $\oint_L \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = 0$ ，是否回路 L 上各处 $\vec{B} = 0$ ？是否回路 L 内无电流穿过?

二 安培环路定理的应用举例

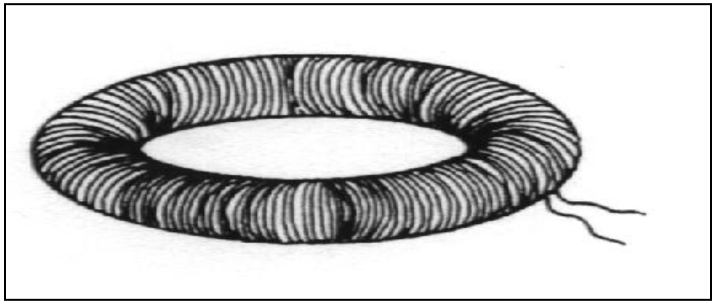
例1 求载流螺绕环内的磁场

解 （1）对称性分析：环内 $\vec{B}$ 线为同心圆，环外 $\vec{B}$ 为零.



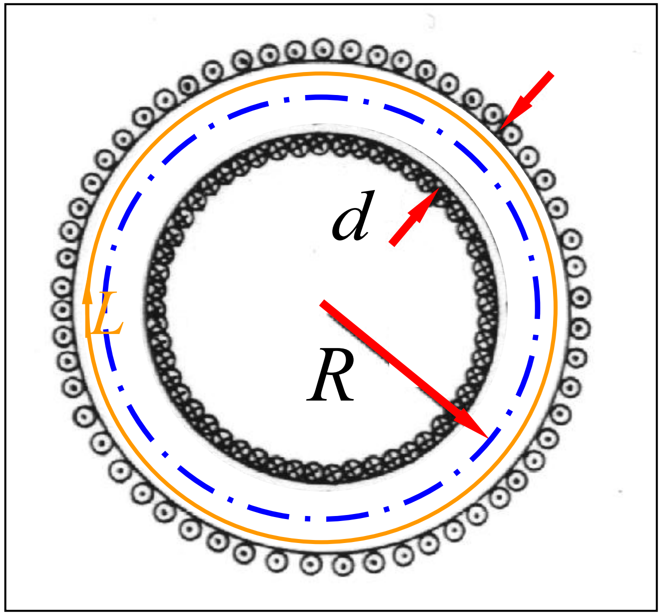


（2） 选回路



$$\oint_l \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = 2\pi RB = \mu_0 NI$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi R}$$



令 $L = 2\pi R$

$$\boxed{B = \mu_0 NI/L}$$

当 $2R >> d$ 时，螺绕环内可视为均匀场 .

例2 无限长载流圆柱体的磁场

解 （1）对称性分析

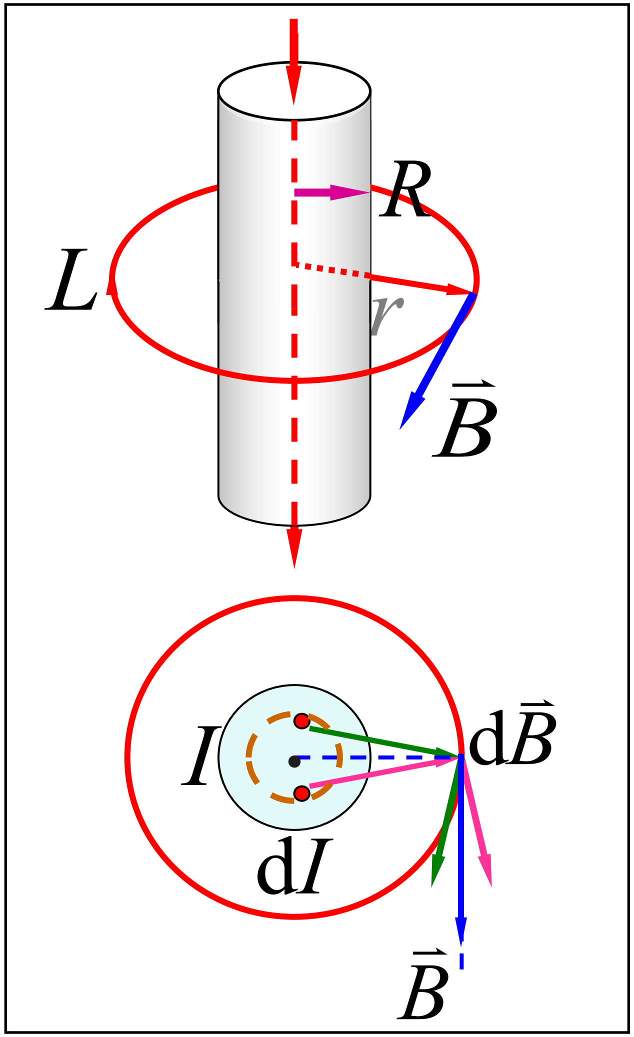
（2） $r > R$

$$\oint_l \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 I \qquad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$0 < r < R$

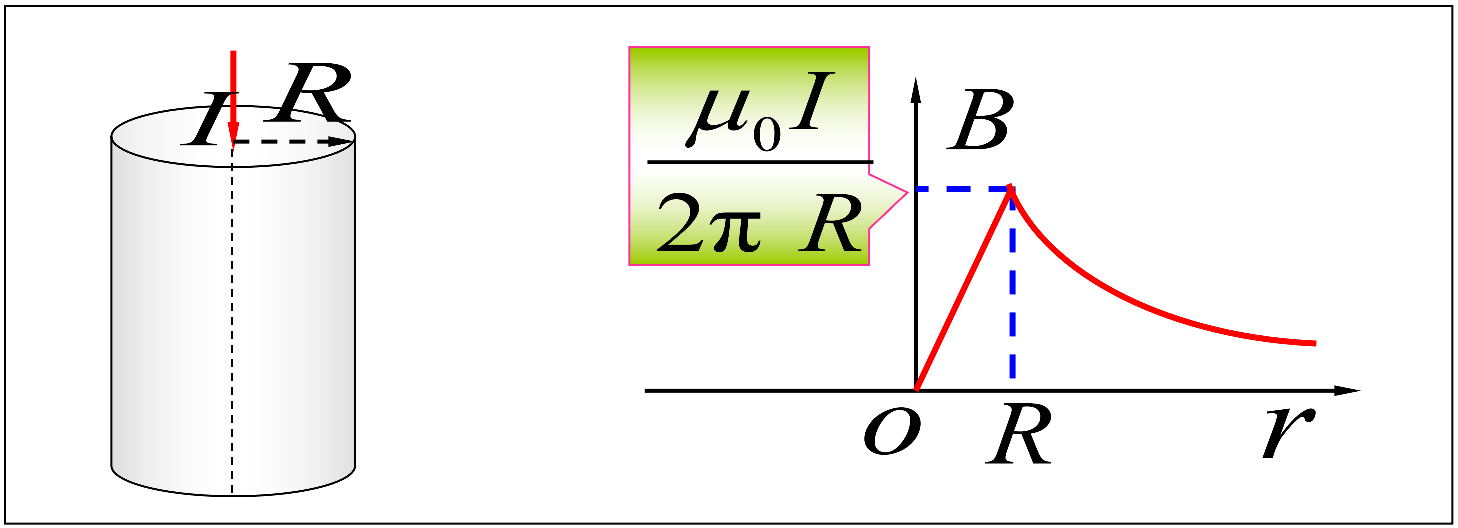
$$\oint_l \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 \frac{\pi r^2}{\pi R^2} I$$

$$B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$$

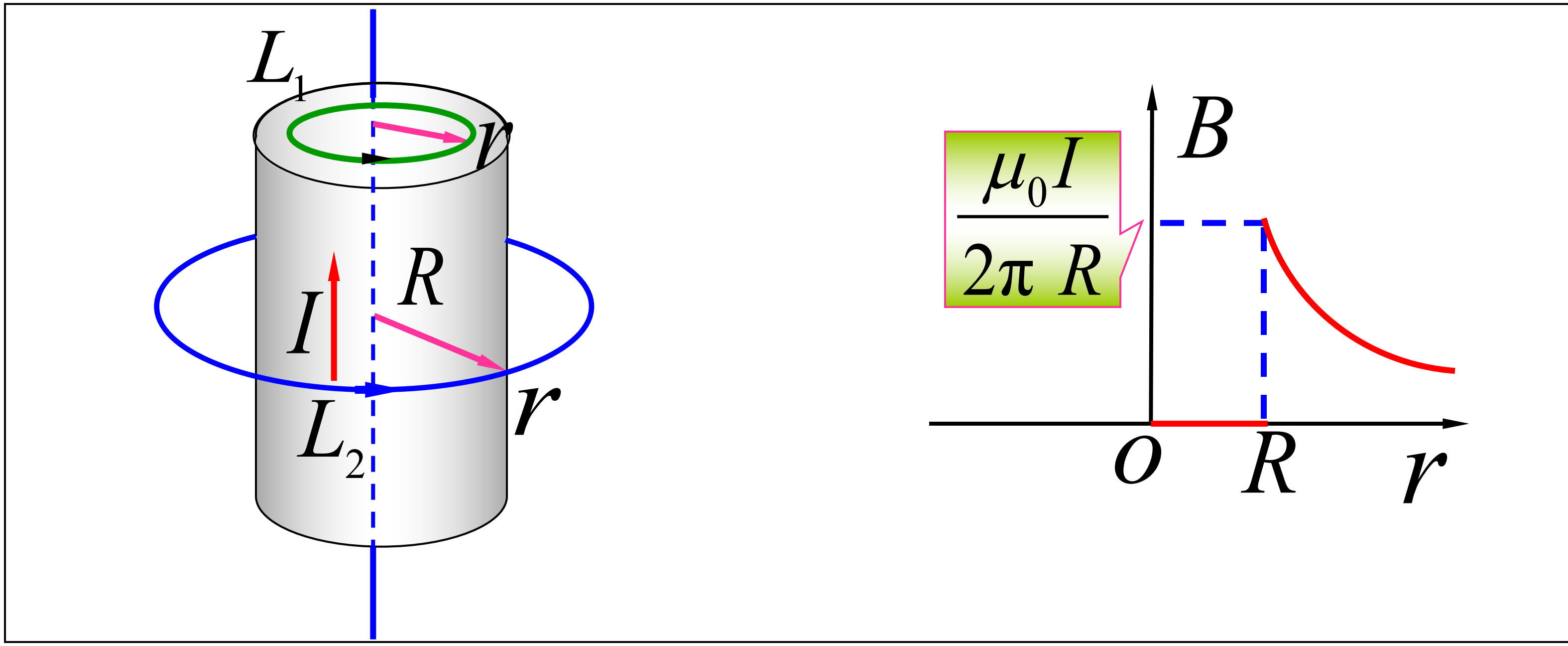


$\vec{B}$ 的方向与 I 成右螺旋

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



例3 无限长载流圆柱面的磁场



解 $0<r<R,\quad \oint_l \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}=0 \qquad B=0$

$r>R,\quad \oint_l \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}=\mu_0 I \qquad B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

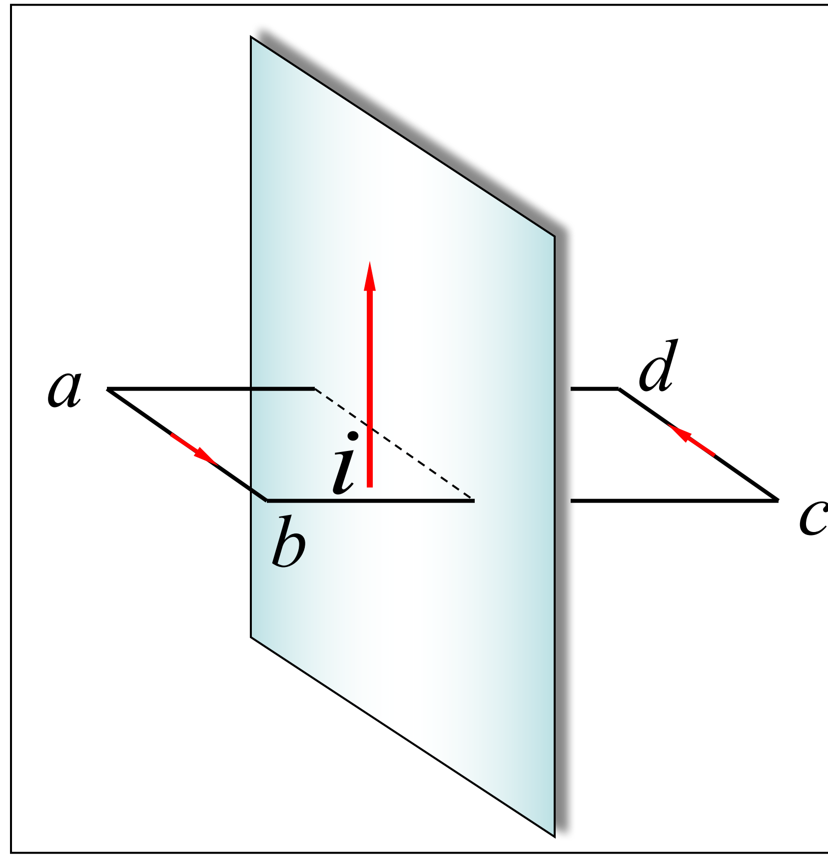
例4 无限大均匀带电(线密度为i)平面的磁场

解 如图，作安培环路$abcda$，应用安培环路定理

$$\int_l \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = 2\int_a^b B\cdot dl$$

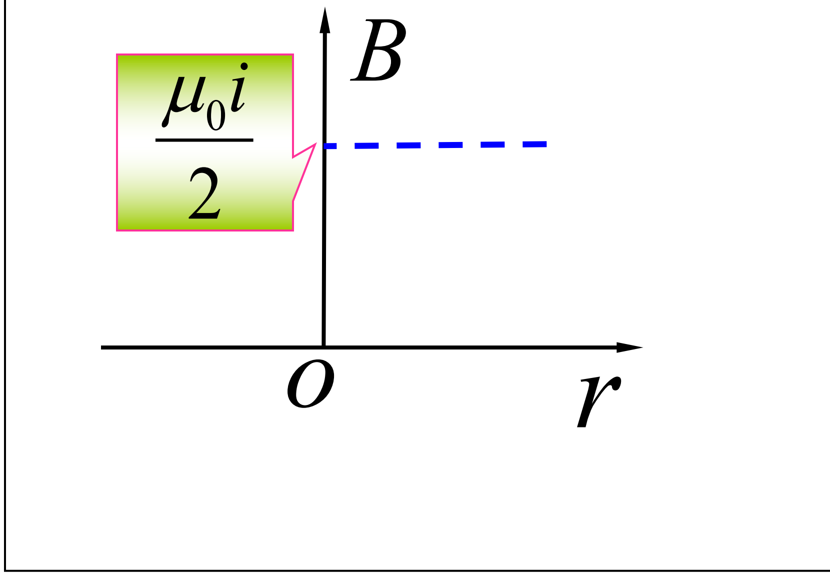
$$= 2B\overline{ab} = \mu_0 i\overline{ab}$$

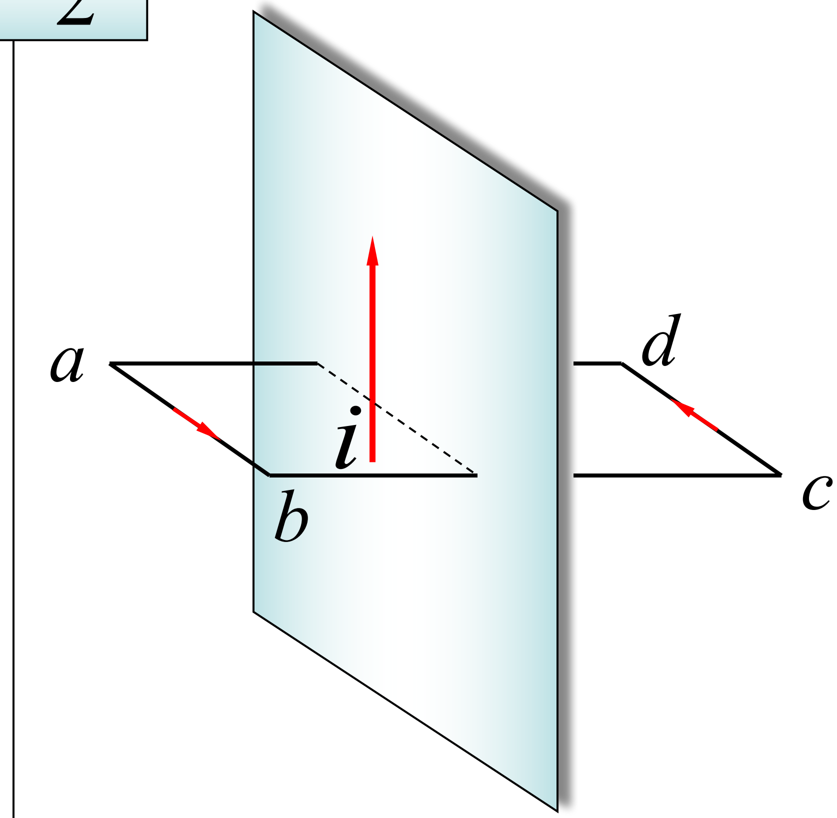
$$B = \frac{\mu_0 i}{2}$$



7-6 安培环路定理

$$B = \frac{\mu_0 i}{2}$$





选择进入下一节：