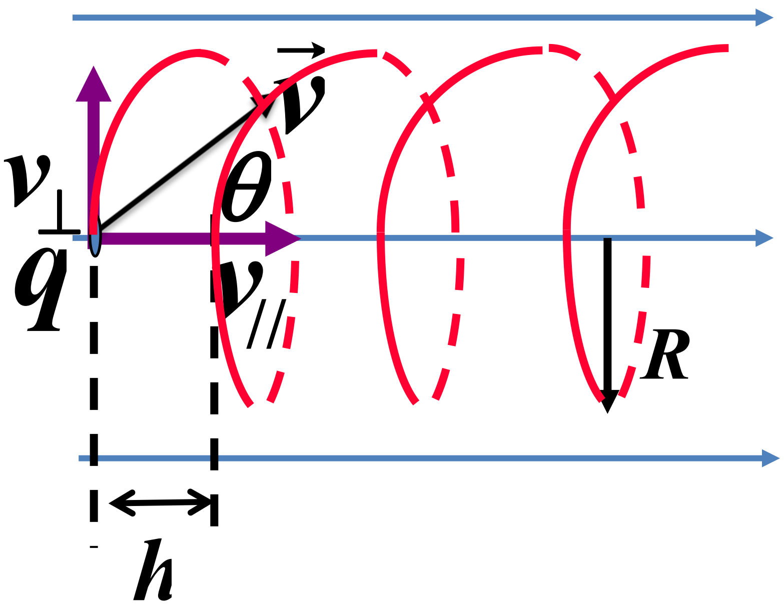
磁力

一.带电粒子在磁场中受力：

1. 洛仑兹力： $\vec{f} = q\vec{v} \times \vec{B}$ 注意方向的判断

2. 当带电粒子的初速度 $\vec{v}$ 与 $\vec{B}$ 夹角为 θ 时，粒子的运动可视为两个分运动的合成：在垂直磁场的平面内做匀速圆周运动，圆周运动的半径由垂直磁场的分速度决定；在平行磁场的方向做匀速直线运动，运动速度为平行磁场的分速度。



螺旋运动半径

$$R = \frac{mv_\perp}{Bq}$$

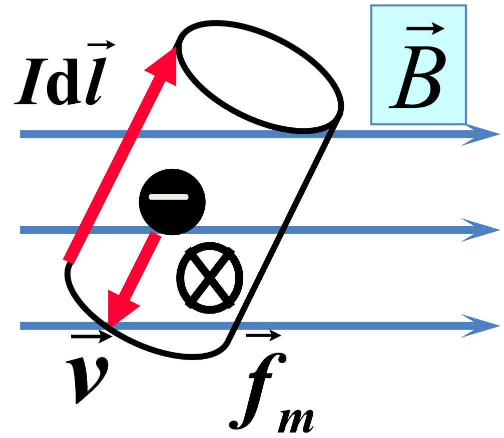
螺距

$$h = v_{//}T = \frac{2\pi m v_{//}}{Bq}$$

二 载流导线在磁场中的受力

1、安培力公式 $\vec{F}=\int_{(l)} I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$

设导线截面积S，电流I，载流子浓度n，带电量q，漂移速率v



$$\mathrm{d}\vec{F}=nS\mathrm{d}l\vec{f}_m=nS\mathrm{d}l(-q)\vec{v}\times\vec{B}$$

$$=nqvS\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}=I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$$

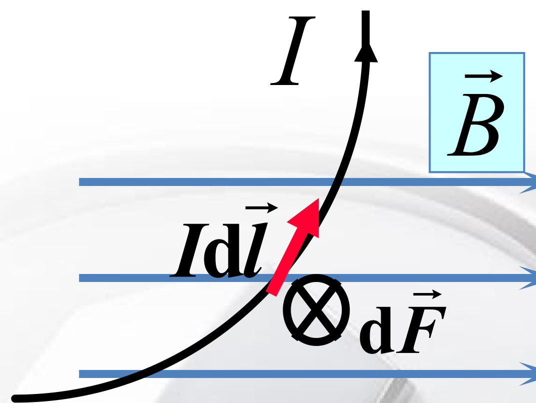
1）求电流元受力 $\mathrm{d}\vec{F}=I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$

2）看 $\mathrm{d}\vec{F}$ 的方向，

同方向叠加，则 $F=\int_{(l)}\mathrm{d}F$

否则，$F_i=\int_{(l)}\mathrm{d}F_i$

$i=x,y,z$



例1 在均匀磁场中放置一半径为R的半圆形导线，电流强度为I，导线两端连线与磁感强度方向夹角α=30°，求此段圆弧电流受的磁力。

解：在电流上任取电流元 $I\mathrm{d}\vec{l}$

$$\vec{F}=\int_{(a)}^{(b)} I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$$

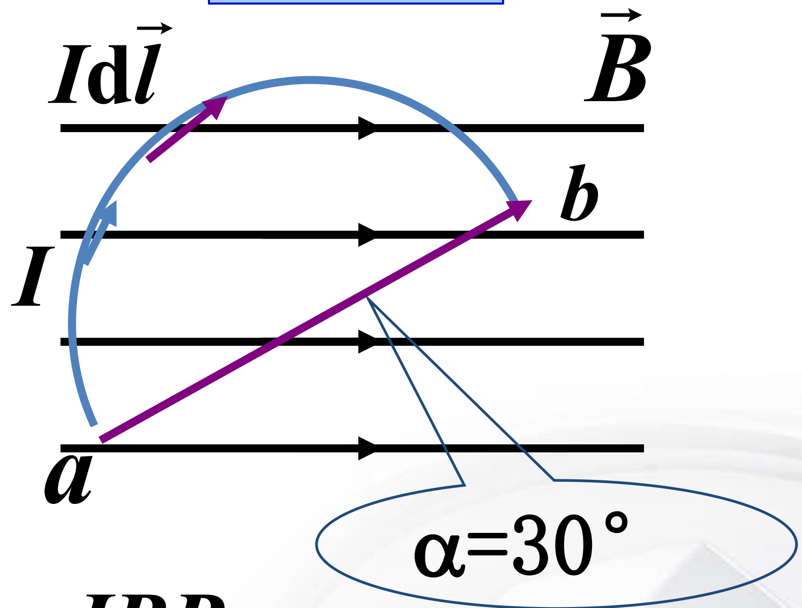
$\overline{ab}=2R$

均匀场

$$=I\left[\int_{(a)}^{(b)}\mathrm{d}\vec{l}\right]\times\vec{B}$$

记住该结果：

$$=I\,\overrightarrow{ab}\times\vec{B}$$



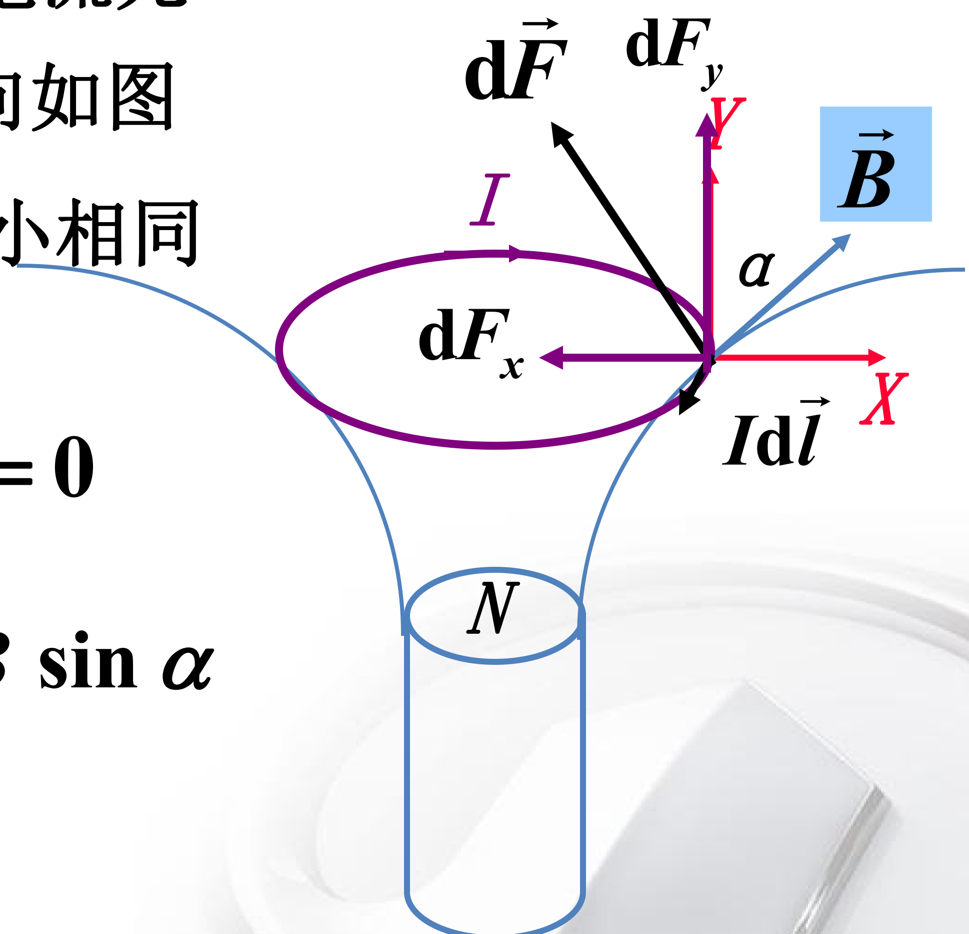
$$\left|\vec{F}\right|=I\left|\overrightarrow{ab}\right|B\sin\alpha=IBR$$

方向⊗

例2 如图　一圆柱形磁铁N极上方水平放置一半径为R的圆电流I，圆电流所在处磁场的方向均与竖直方向成α角，求圆电流所受磁力（非均匀场磁力的计算）

解：在圆电流上任取电流元

$$\mathrm{d}\vec{F} = I\mathrm{d}\vec{l} \times \vec{B}$$ 方向如图



圆电流所在处磁场的大小相同

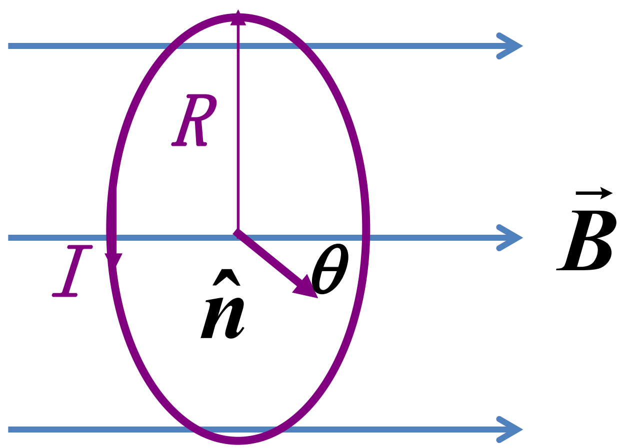
$$\mathrm{d}F = I\mathrm{d}lB$$

对称性分析得 $\oint_{2\pi R} \mathrm{d}F_x = 0$

$$F = \oint_{2\pi R} \mathrm{d}F_y = 2\pi RIB\sin\alpha$$

三、均匀磁场中的载流线圈

电流I的闭合载流线圈



在均匀磁场中所受磁场力=0，

线圈的磁矩 $\vec{m} = IS\hat{n}$

圆形载流线圈 $S = \pi R^2$

矩形载流线圈 $S = ab$

磁矩的方向：电流右手螺旋

磁力矩 $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$

磁力矩的方向的判断

在磁力矩作用下，线圈转向与磁场方向正平行