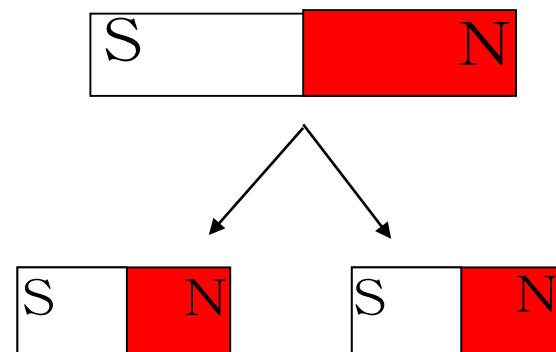
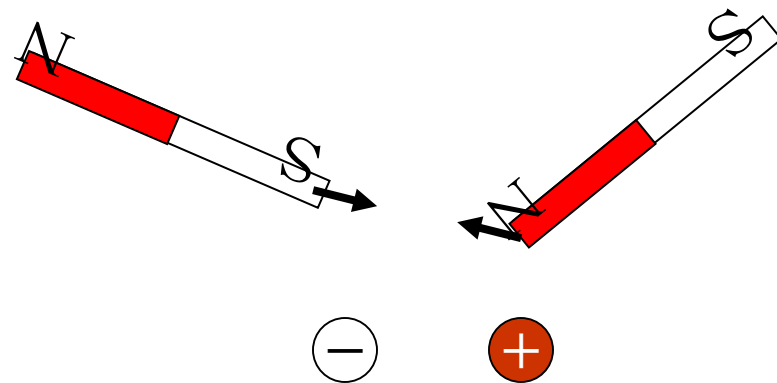
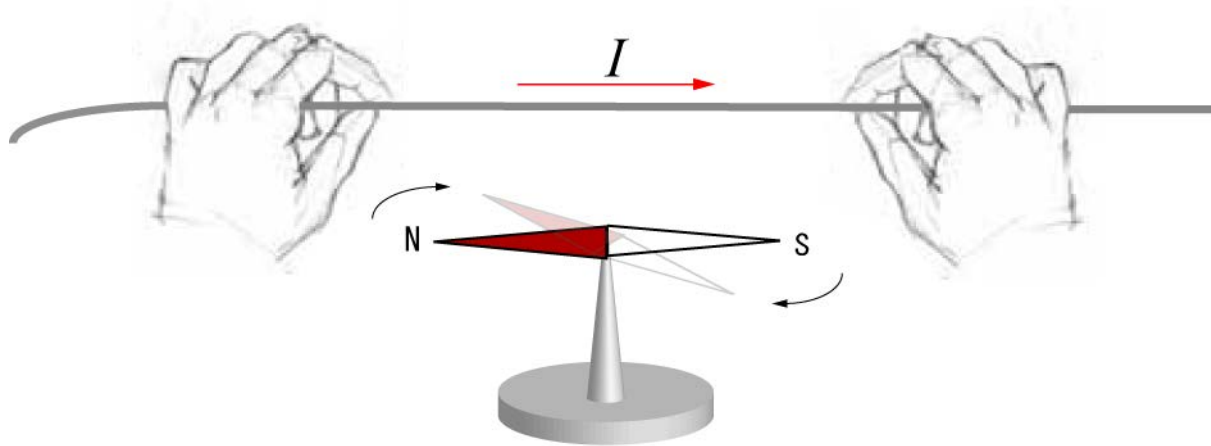


磁石の特徴

- 磁極に働く力はクーロン力に類似
 - 逆2乗法則
 - 引力と反発力: 2種類の磁極
- N極だけ、S極だけを取り出せない
 - 磁気双極子が基本単位



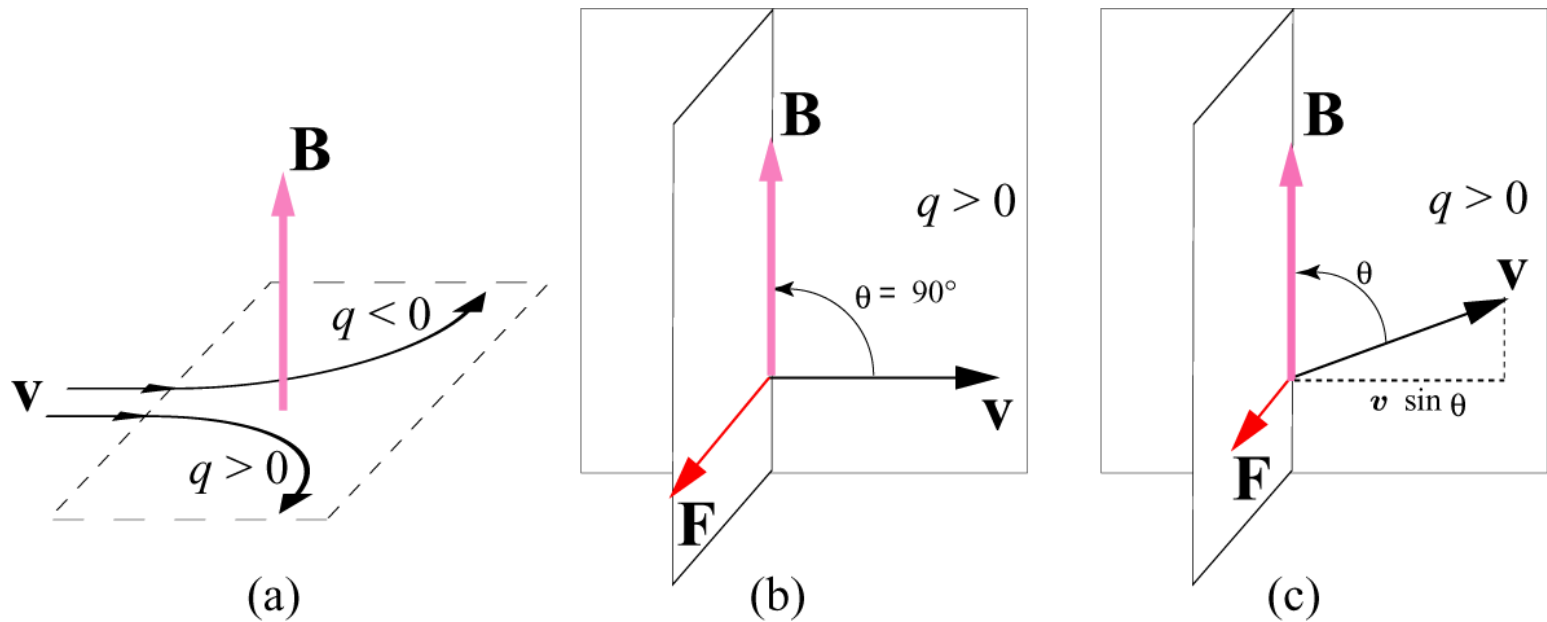
磁気と電気が関係している！



磁場

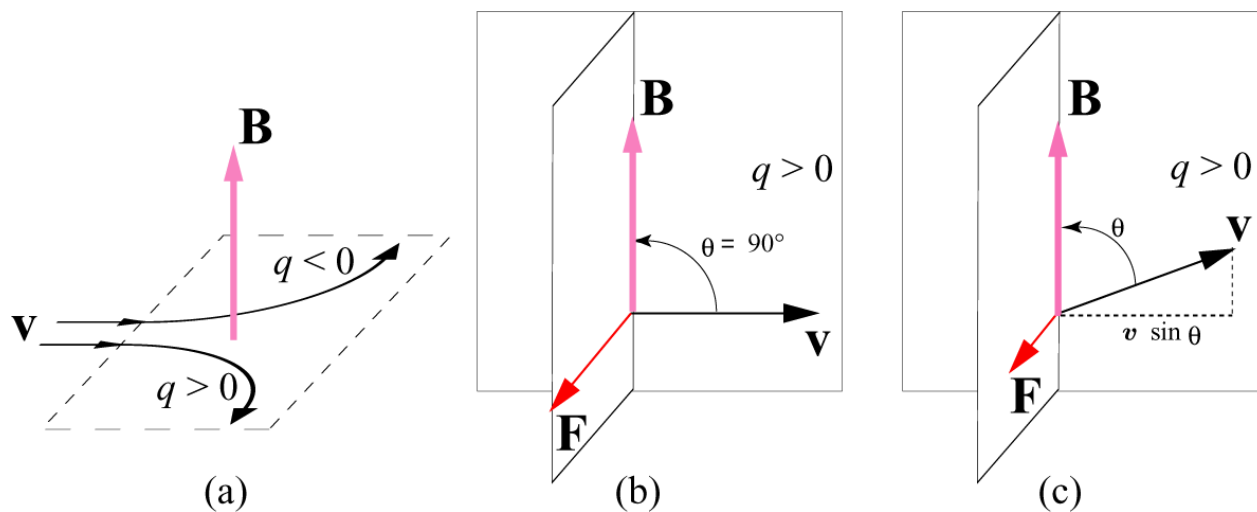
- 磁石が周囲に作り出す空間の性質
 - 電流も磁場を作り出す
- 磁石は磁場から力を受ける
 - 電流も磁場から力を受ける
- 電流が受ける力＝運動する荷電粒子が受ける力
 - 磁場の定義に利用
 - 速度と直交する力
 - 電荷の符号により力の向きが反転
 - 速度の大きさに比例、電荷の大きさに比例
 - ベクトルの外積を用いて定義

磁場中の荷電粒子の運動



$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (\text{外積, ベクトル積})$$

磁場の定義



磁場に垂直に運動する荷電粒子が受ける力 F 、電荷 q 、速度 v

$$B = \frac{F}{qv}$$

単位：T(テスラ)

1Cの電荷が1m/sで進むとき
1Nの力を与える磁場が1T

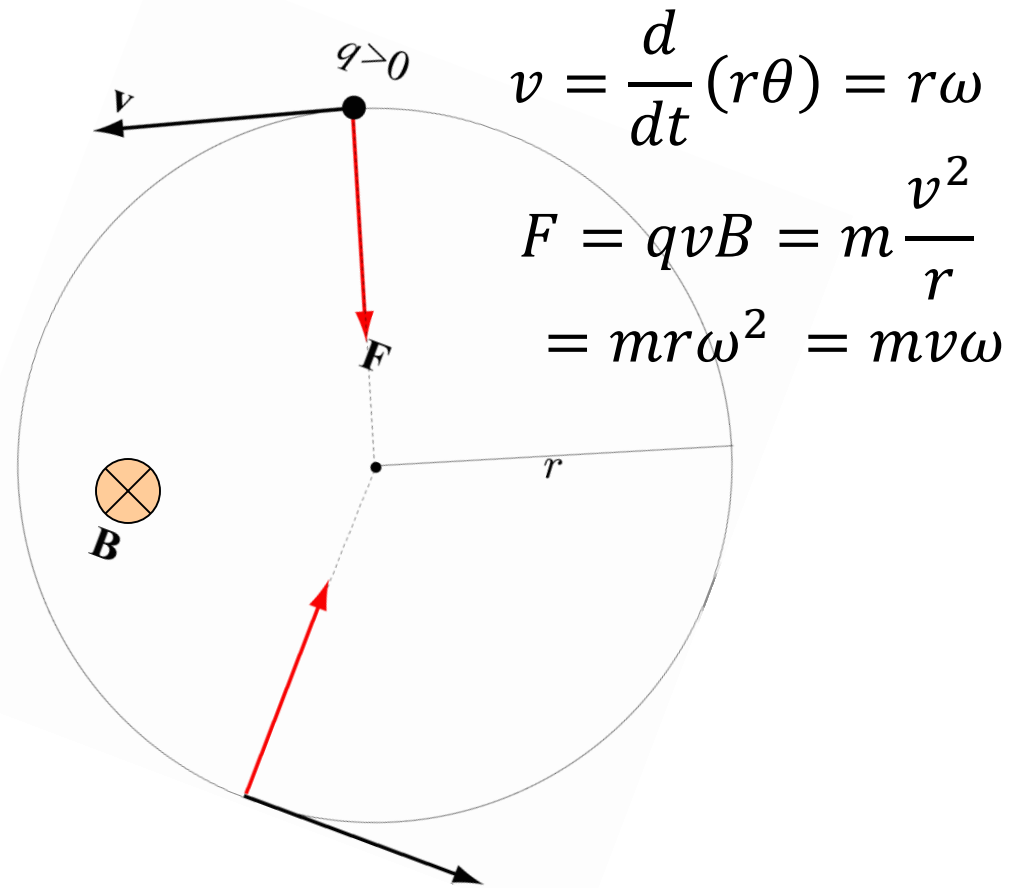
一様な磁場中の荷電粒子の運動

等角速度円運動

未知の荷電粒子の電荷と質量の比 q/m が分かる

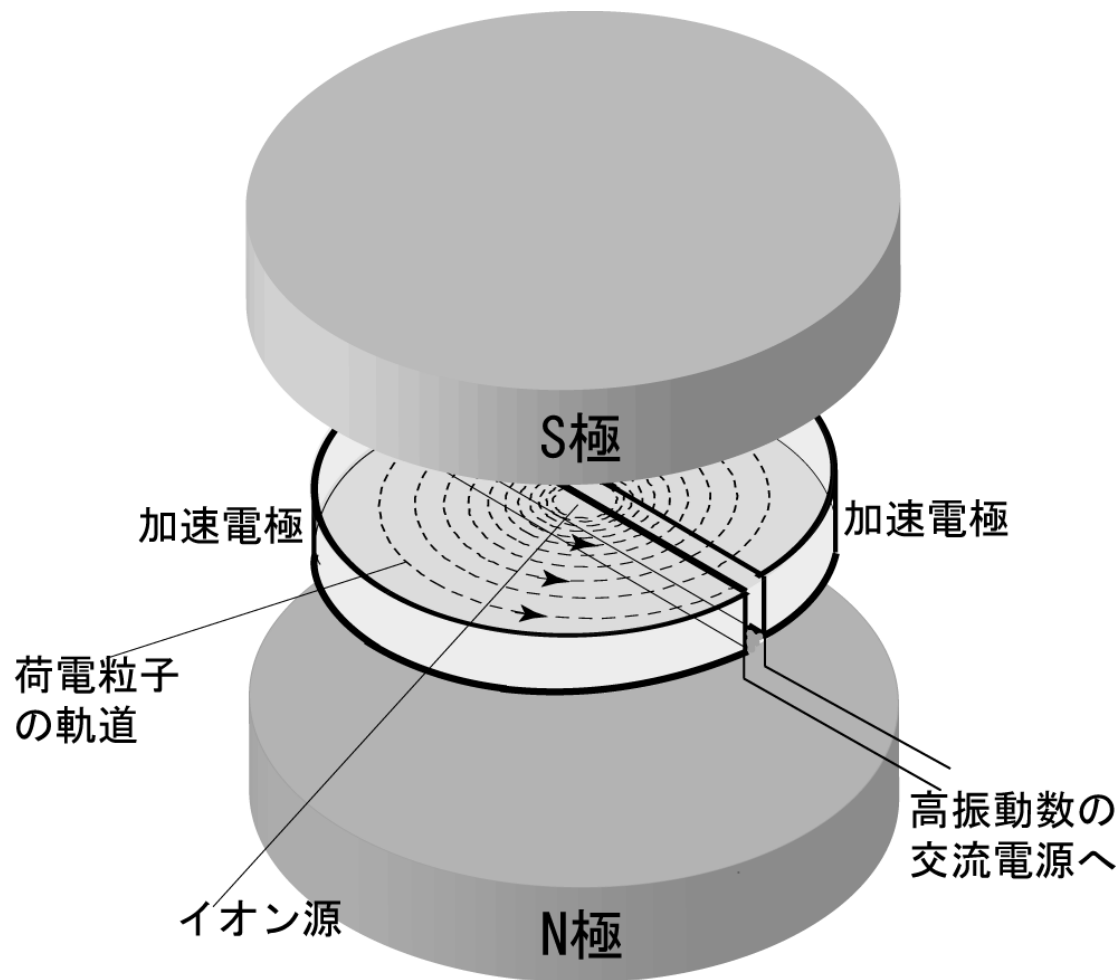
$$r = \frac{v}{\omega} = \frac{mv}{qB}$$

$$\omega = \frac{qB}{m}$$



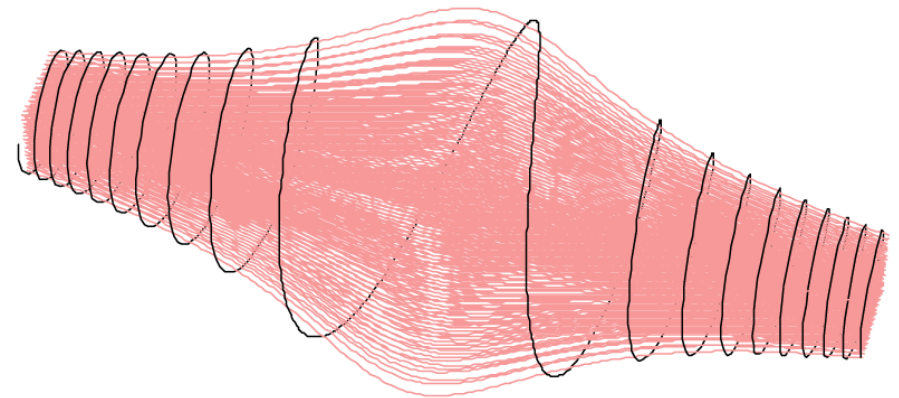
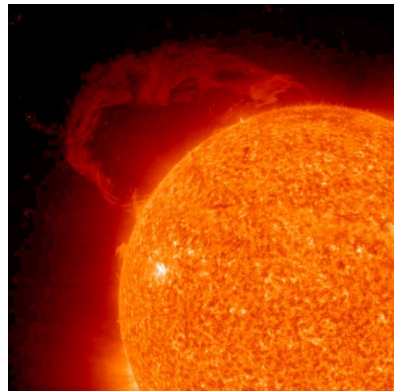
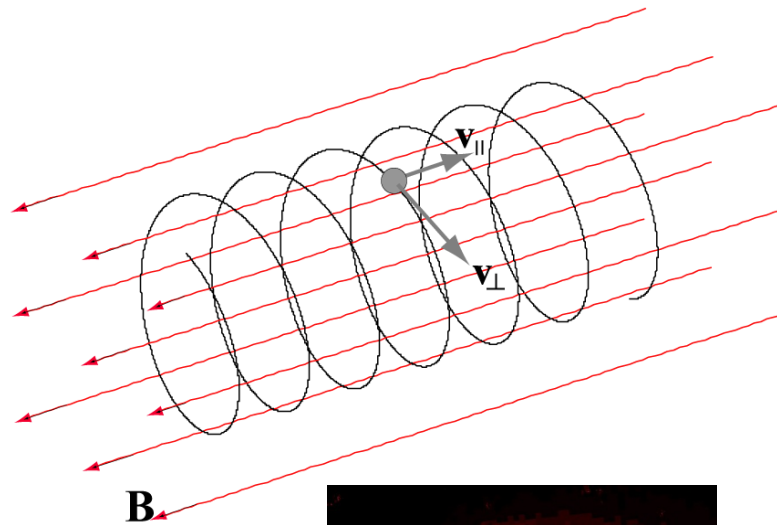
サイクロトロン

加速器



参考資料 URL

磁力線に巻きつくように運動



ローレンツ力

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

F [N],

q [C],

E [V/m],

v [m/s],

B [T]

磁場と直交する直線電流が受ける力

電流 I をになう荷電粒子

速度 v

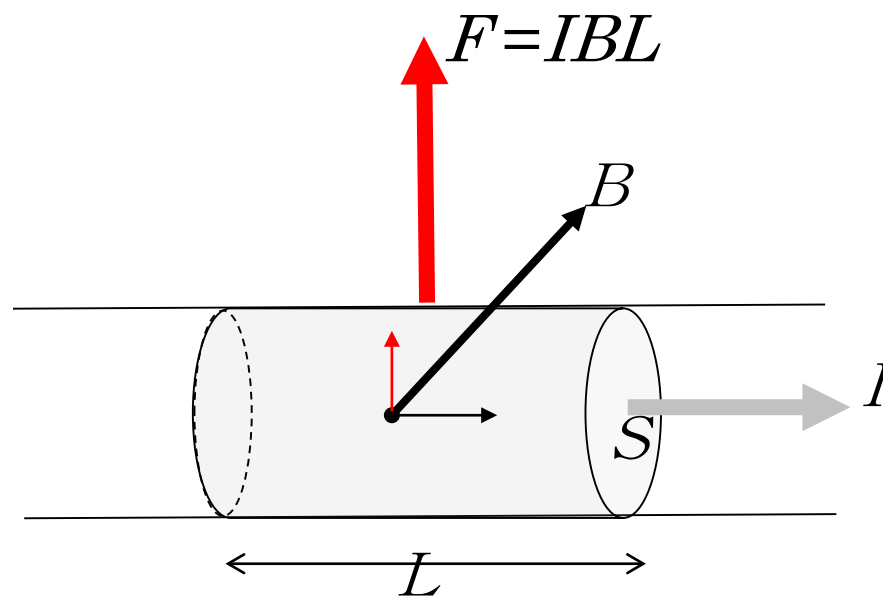
単位体積中に n 個

1個の電荷 q

電流の断面積 S

長さ L の部分が受ける力 F

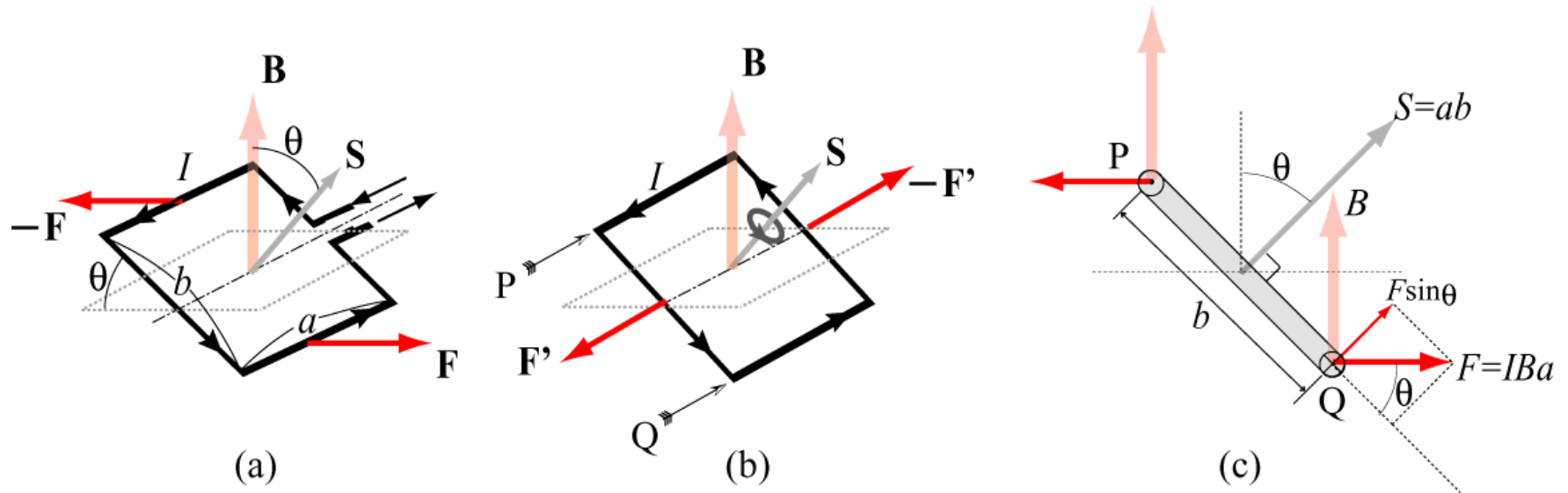
電流密度 $j = qnv = I/S$



$$F = qvB \cdot nLS = qnv \cdot S \cdot BL = jS \cdot BL = IBL$$

$$B=1\text{T}, L=1\text{m}, I=1\text{A} \rightarrow F=1\text{N}$$

ループ電流が受ける力



ループを回転させる力と ループを広げる力

$F = IBa$ によるトルクは $\vec{N} = I\vec{S} \times \vec{B}$

$N = bF \sin \theta = b(IBa) \sin \theta = IB S \sin \theta$

ループ電流 = 磁気双極子 = 棒磁石

電流 I が流れるループの面積を S
このループの磁気モーメントの大きさを

$$m = I S$$

とし、向きを

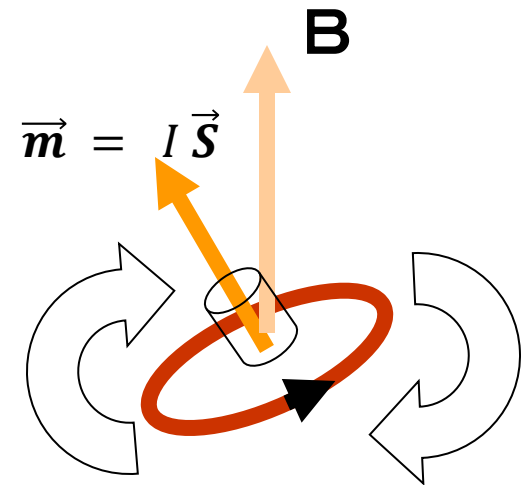
面の法線方向

電流による右ねじ

とする

電場が電気双極子モーメントに及ぼす
トルクと同じ

磁気モーメントが作る磁場と
電気双極子が作る電場は同じ形



$$\begin{aligned}\vec{N} &= I \vec{S} \times \vec{B} \\ &= \vec{m} \times \vec{B}\end{aligned}$$

磁気モーメント \vec{m} の単位

$$\vec{m} = I\vec{S} \quad \rightarrow$$

\vec{m} の単位 = A m²

$$\vec{N} = \vec{m} \times \vec{B}$$

\rightarrow \vec{m} の単位 = N m/T = J/T