

授業予定(変更されたシラバス ver.2)

- | | |
|---------------|---------------|
| ①原子の構造と電気力 | ⑨電流が作る磁場1 (小) |
| ②クーロンの法則 | ⑩電流が作る磁場2 |
| ③電場1 (小) | ⑪ローレンツ力1 (小) |
| ④電場2 (小) | ⑫ローレンツ力2 (小) |
| ⑤電位1 (小) | ⑬電磁誘導 (小) |
| ⑥電位2 | ⑭発展 (＋確認試験2) |
| ⑦電流1 (小) | ⑮まとめ |
| ⑧電流2 (＋確認試験1) | ⑯期末試験 |

基礎物理A《学習到達目標》

- 1) 電気力と電場の関係を説明できる。
- 2) 電位と静電エネルギーを説明できる。
- 3) ミクロな視点で電流を説明できる。
- 4) ローレンツ力と磁場(磁束密度)の関係を説明できる。
- 5) 直線電流がつくる磁束密度を図を使って説明できる。

第11回目 ローレンツ力1

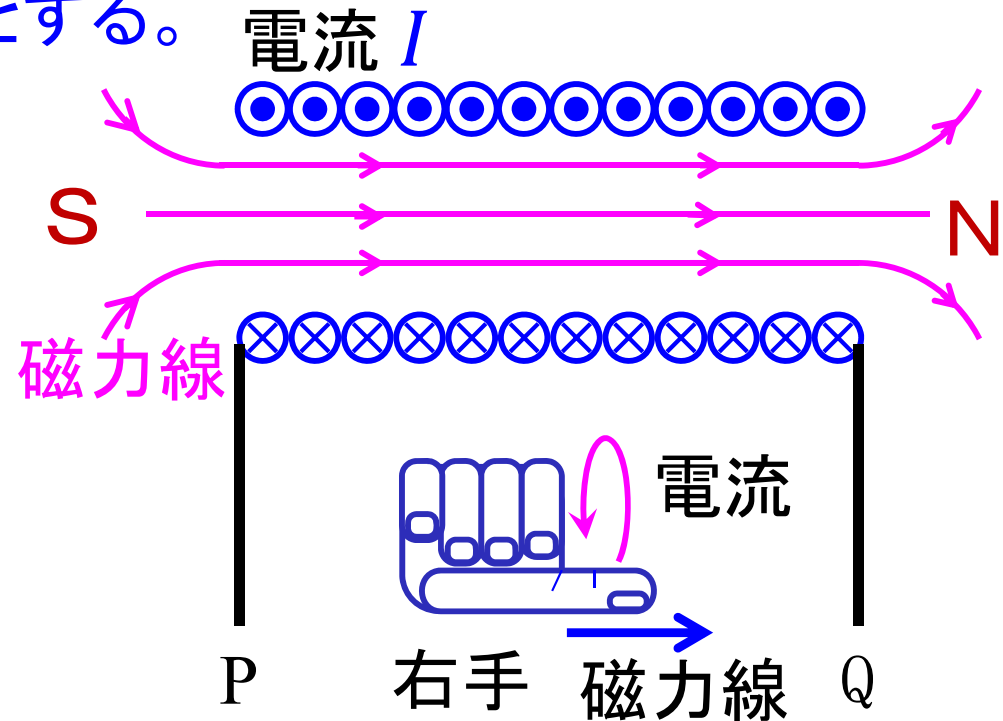
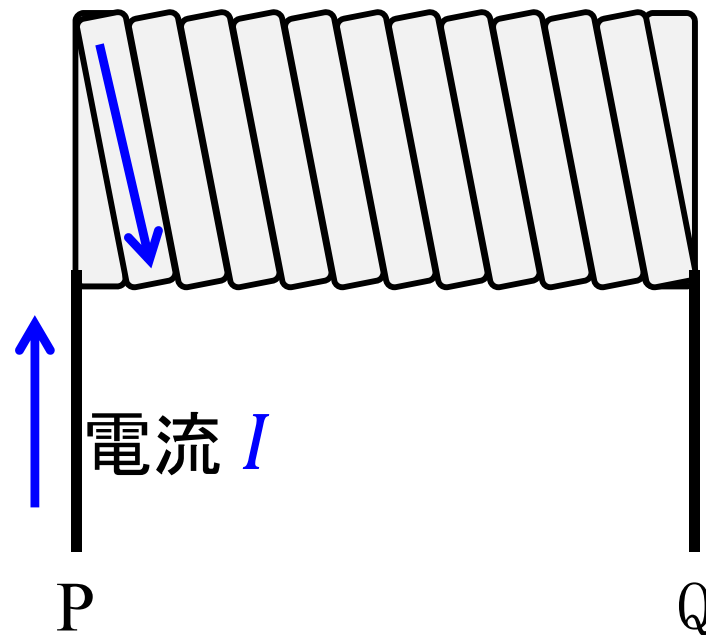
今日の授業の目的

- 磁場について、磁束密度と透磁率を導入する.
- 電流が磁場から受ける力を求める.
- 運動している荷電粒子が磁場から受けるローレンツ力を求める.

◇ソレノイドが作る磁場

(テキスト p89)

導線をらせん状に巻いた細長い円筒形のコイル。
十分に長いが有限の長さとする。 電流 I



これを棒磁石に見立てたとき, どちらの端がN? S?

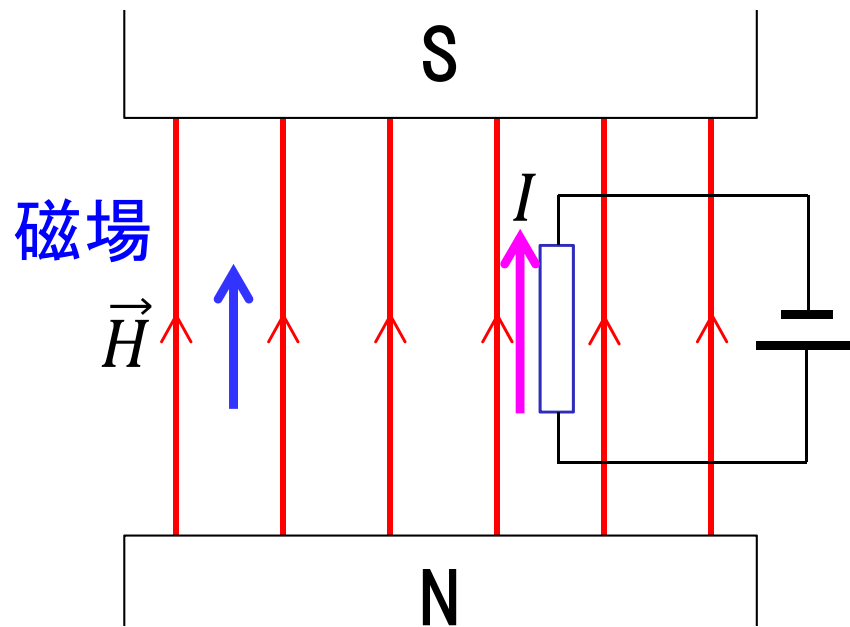
これを永久棒磁石と等価と見なすためには, 何を確認する必要がある? $\Rightarrow$ 磁場から力を受けること

§ 8 ローレンツカ

◇磁束密度と透磁率

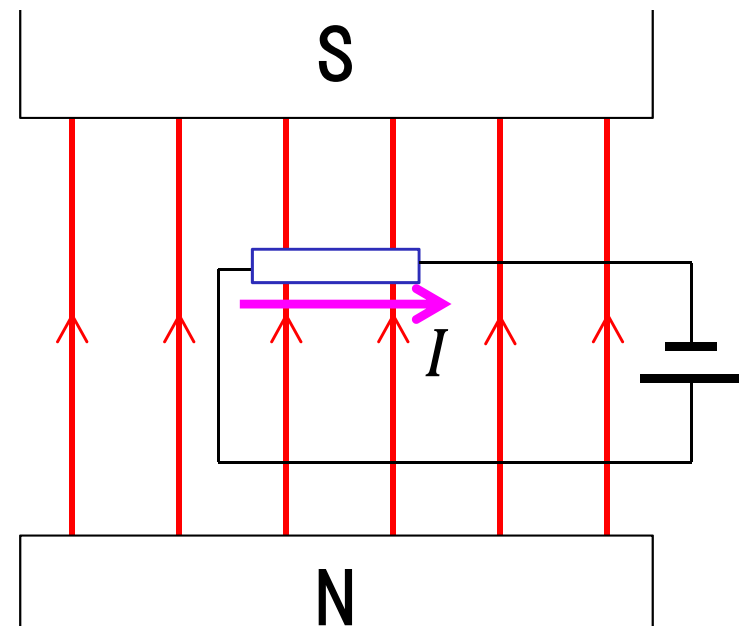
(テキスト p.92～93)

(1)



磁力線に沿って
電流 I が流れている。
⇒電流 I は力を受けない。

(2)



磁力線と垂直に
電流 I が流れている。
⇒電流 I は力を受ける。

◇磁束密度と透磁率

(テキスト p.92～93)

(2) の場合

力の向き:

電流と磁場の両方に垂直で、
⊙ の向きである。

力の大きさ F :

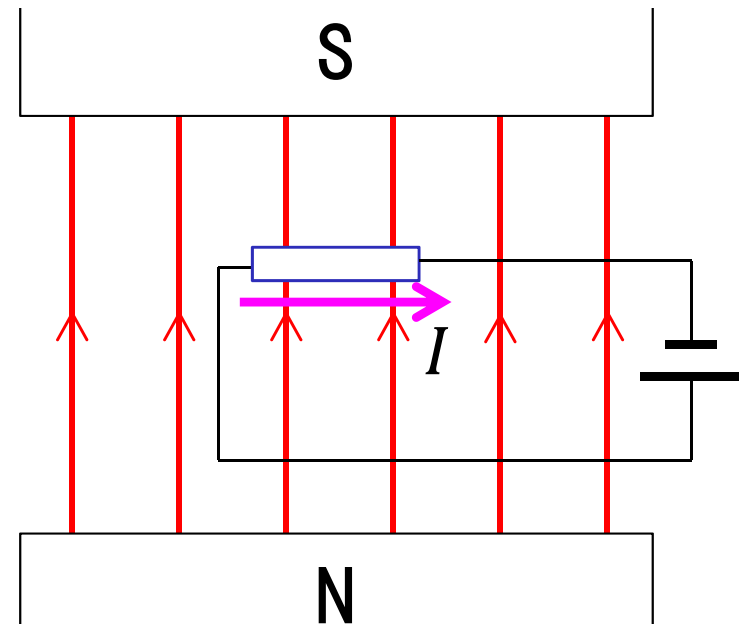
電流の強さ I ,

導線の長さ ℓ ,

磁場の強さ H

のいずれにも比例する。

$$F = \mu I \ell H$$



磁力線と垂直に
電流 I が流れている。
⇒ 電流 I は力を受ける。

◇磁束密度と透磁率

(テキスト p.92～93)

(2)の場合

力の大きさ F :

$$F = \mu I \ell H$$

比例係数 μ

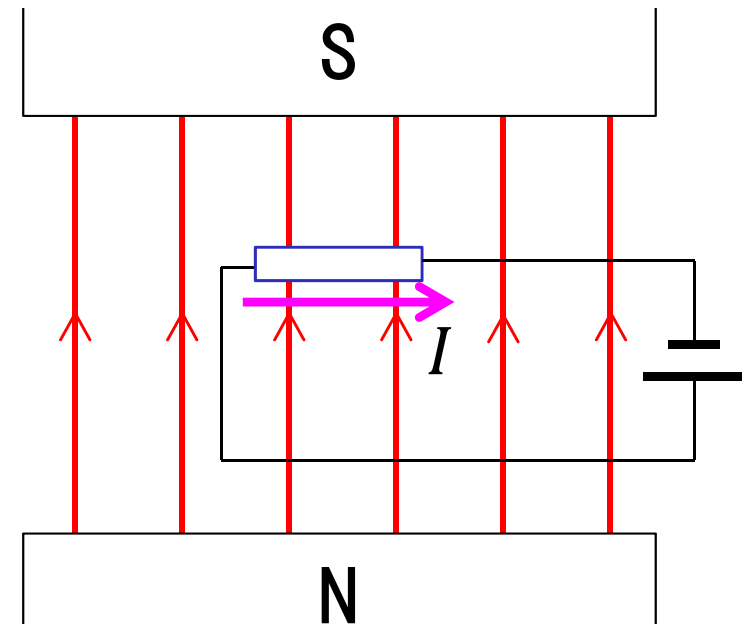
$$B = \mu H$$

と置く。

$$F = I \ell B$$

B : 磁束密度

μ : 透磁率



磁力線と垂直に
電流 I が流れている。
⇒電流 I は力を受ける。

◇磁束密度と透磁率

(テキスト p.92～93)

透磁率と磁束密度

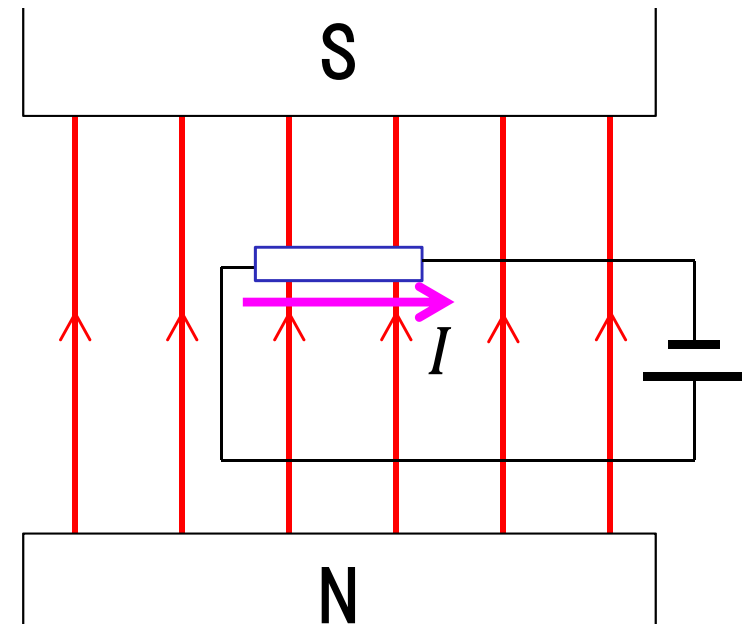
μ : 透磁率

まわりが真空か, どんな物質で埋め尽くされているかで決まる。

真空の透磁率

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$$

鉄など磁性体(磁石になる物質)を除き, $\mu \doteq \mu_0$



磁力線と垂直に
電流 I が流れている。
⇒電流 I は力を受ける。

◇磁束密度と透磁率

(テキスト p.92～93)

透磁率と磁束密度

磁場 $\vec{H}$ に対して

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

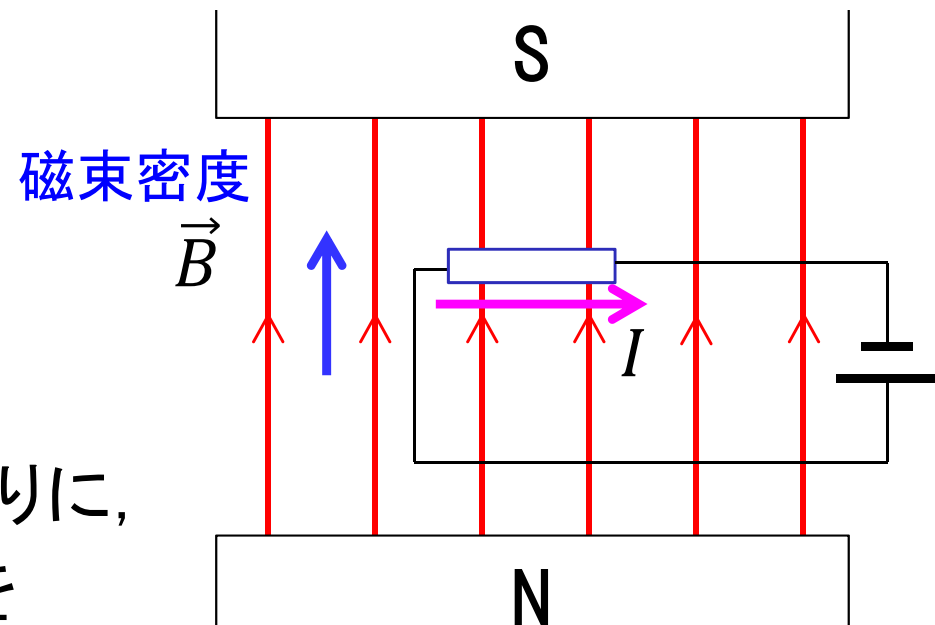
$\vec{B}$: 磁束密度 (ベクトル)

- ・ $\vec{B}$ は磁力線に接する。
- ・磁場ベクトル $\vec{H}$ の代わりに,
 $\vec{B}$ によって磁場の様子を
表すことができる。

磁束密度の単位 ($F = I\ell B$ から)

T (テスラ)

$$= \text{N}/(\text{A} \cdot \text{m})$$



磁力線と垂直に
電流 I が流れている。
⇒ 電流 I は力を受ける。

◇磁束密度と透磁率

(テキスト p.92～93)

透磁率と磁束密度

磁場 $\vec{H}$ に対して

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

$\vec{B}$: 磁束密度(ベクトル)

磁束密度の単位

T(テスラ)



1 ビップエレキバン史上最大磁力

※家庭用永久磁石磁気治療器として認められている最大値です。

MAX 200 mT

ガンコなコリに効く!

2 磁石の大きさにも注目!

130 mT

200 mT

直径 約1.5倍!

大型円盤磁石

直径 5.2mm

直径 8mm

◇直線電流が作る磁場

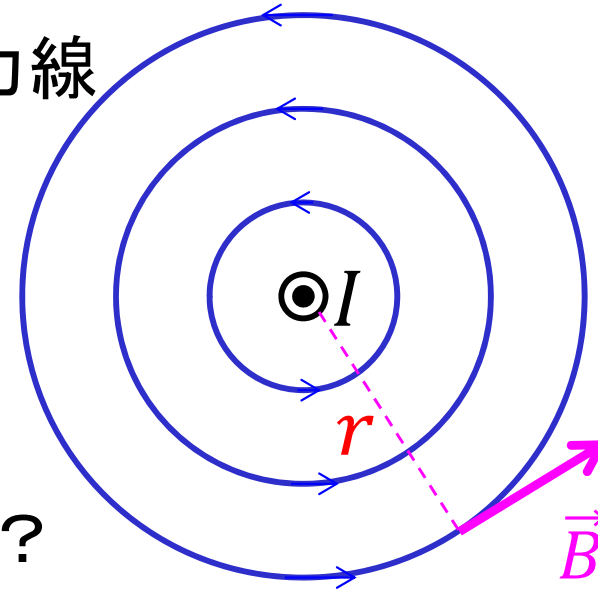
(テキスト p85～86)

直線電流のまわりには
磁場の強さ

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

15Aの直線電流が1.0cm離れた
場所に作る磁束密度の大きさ B は？

磁力線



$$H = \frac{I}{2\pi r} = \frac{15 \text{ A}}{2\pi \times 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}} = 2.38 \times 10^2 \text{ A/m}$$

$$\begin{aligned} B &= \mu_0 H = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2 \times 2.38 \times 10^2 \text{ A/m} \\ &= 3.0 \times 10^{-4} \text{ T} = 0.30 \text{ mT} \end{aligned}$$

◇ソレノイドが作る磁場

(テキスト p87)

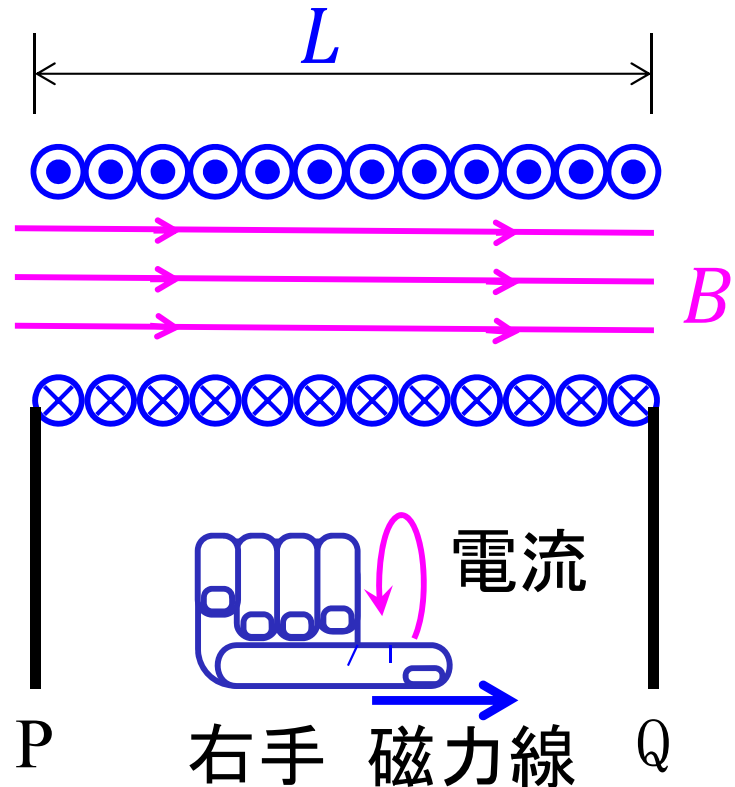
単位長さ(1m)あたりの巻き数 n

内部にできる磁場強さ

$$H = n I \quad [\text{A/m}]$$

電流 I

磁力線



問 長さ40cm, 全巻き数5000回の
ソレノイドに2.0Aの電流を流す。
内部に生じた磁束密度の大きさ
 B を求めよ。

$$n = N/L = 1.25 \times 10^4 \text{ 1/m}$$

$$H = n I = 1.25 \times 10^4 \text{ 1/m} \times 2.0\text{A} = 2.5 \times 10^4 \text{ A/m}$$

$$\begin{aligned} B &= \mu_0 H = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2 \times 2.5 \times 10^4 \text{ A/m} \\ &= 3.1 \times 10^{-2} \text{ T} = 31 \text{ mT} \end{aligned}$$

◇電流が磁場から受ける力

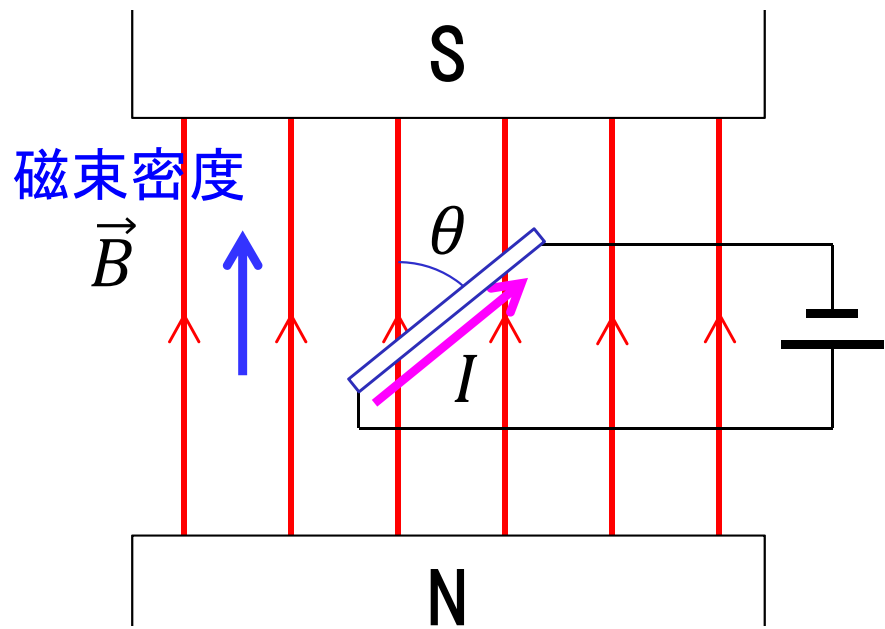
(テキスト p.93～94)

力の大きさ F ：

$$F = I\ell B \sin \theta$$

☆力の方向：電流の向きと
磁場の向きの両方に垂直。

☆力の向き：
フレミングの左手の法則



磁場と角 θ をなす方向に
電流 I が流れている。

◇電流が磁場から受ける力

(テキスト p.93～94)

☆力の向き:

フレミングの左手の法則

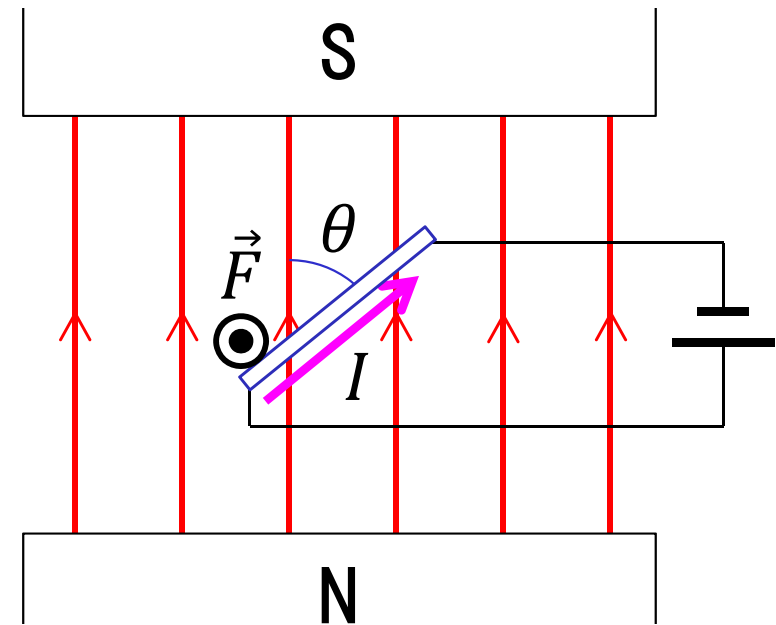
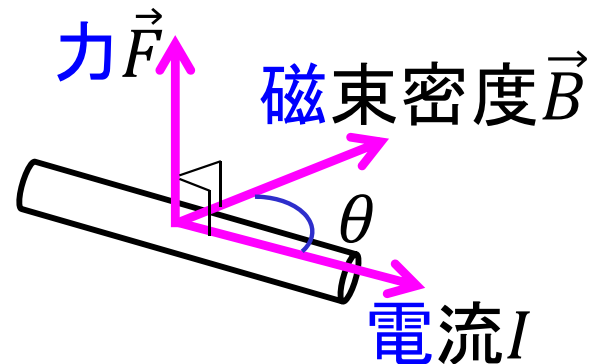
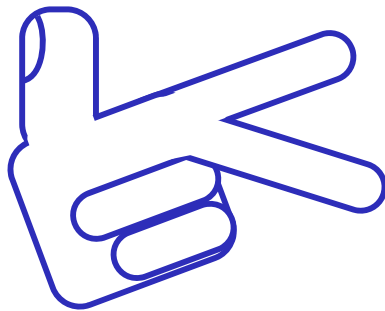
左手の

中指を電流 I

人差し指を磁束密度 $\vec{B}$

親指の向きが力 $\vec{F}$ の向き

(親指は中指と人差し指の
両方に垂直)

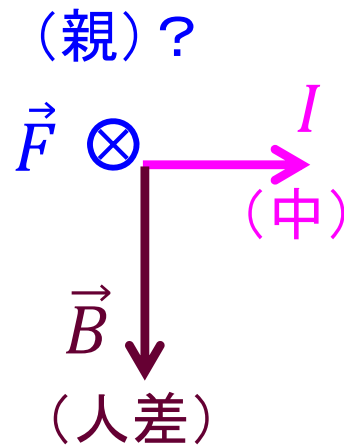


◇電流が磁場から受ける力

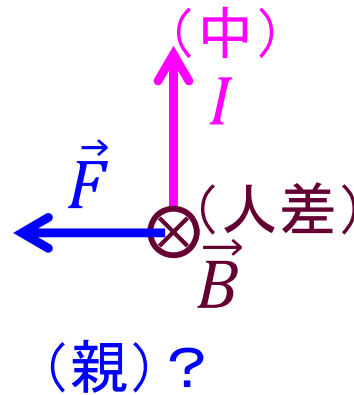
(テキスト p.93～94)

フレミングの左手の法則を用いて、次の各状況で電流が磁場から受ける力の向きを求めよ。

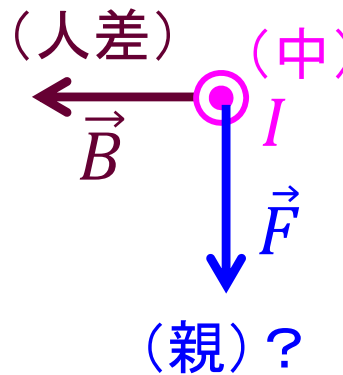
(a)



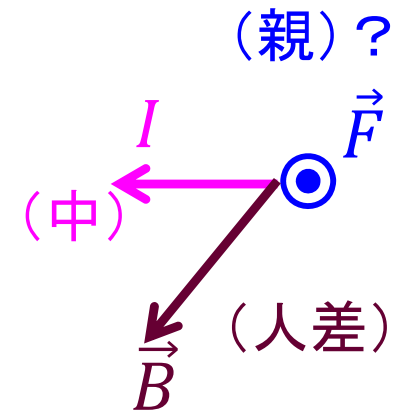
(b)



(c)



(d)



- ・レポート問題（解答用紙付き）
を必ず持って帰ること