

電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

第5回 電磁気学 演習

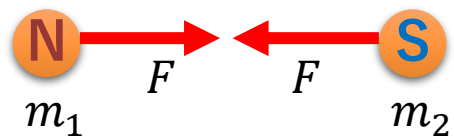
~磁気力と磁界~

2023.6.3 Sat

磁気力とクーロン力

磁荷間で働く力 $F = \frac{m_1 m_2}{4\pi\mu r^2}$

引力



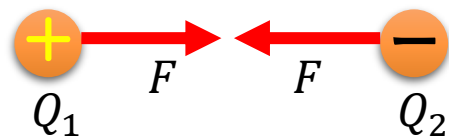
斥力



磁荷 m_1, m_2 [Wb] (ウェーバー)

電荷間で働く力 $F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon r^2}$

引力

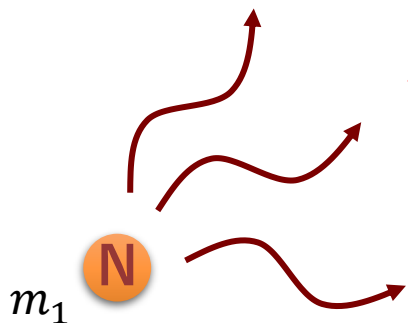


斥力



電荷 Q_1, Q_2 [C] (クーロン)

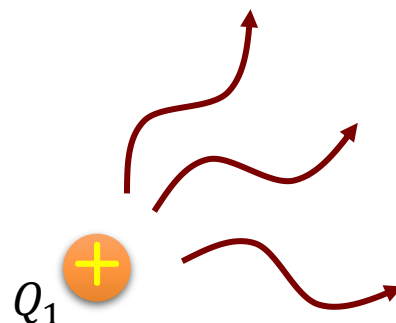
相互作用：磁気力
雰囲気：磁界、磁束



磁界 $H = \frac{m_1}{4\pi\mu r^2}$ [A/m]

磁束密度 $B = \mu H$ [Wb/m²]

相互作用：クーロン力
雰囲気：電界、電束

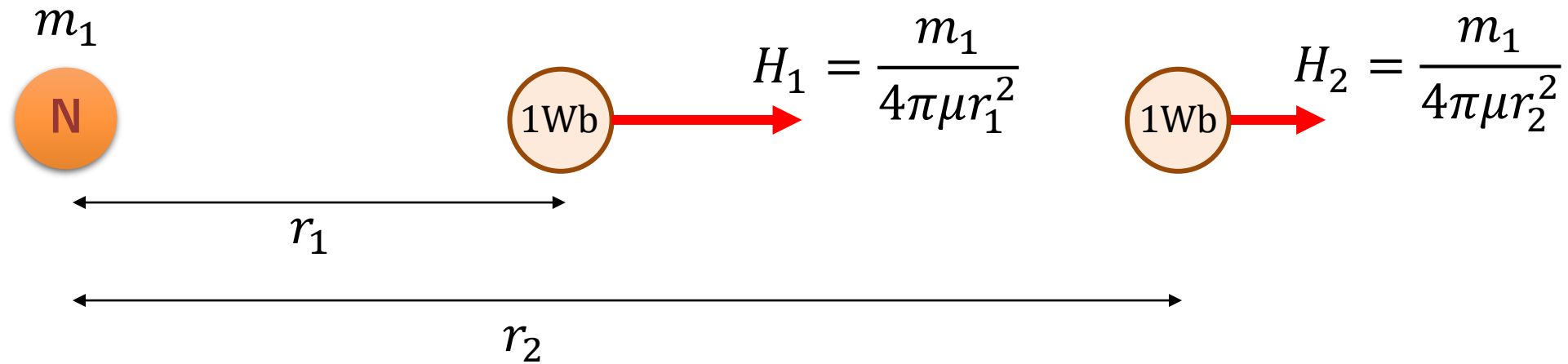


電界 $E = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon r^2}$ [V/m]

電束密度 $D = \epsilon E$ [C/m²]

磁荷と磁界

磁界とは磁荷 m_1 が1Wbの磁荷に与える力 $F = \frac{m_1 \times 1}{4\pi\mu r^2} \rightarrow H = \frac{m_1}{4\pi\mu r^2}$

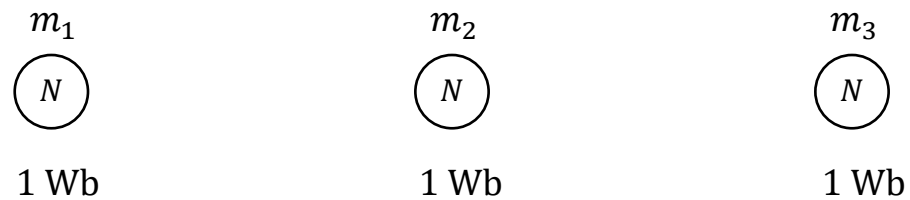


磁荷によって生じる磁界は、
電荷によって生じる電界と同じように考えてよい。

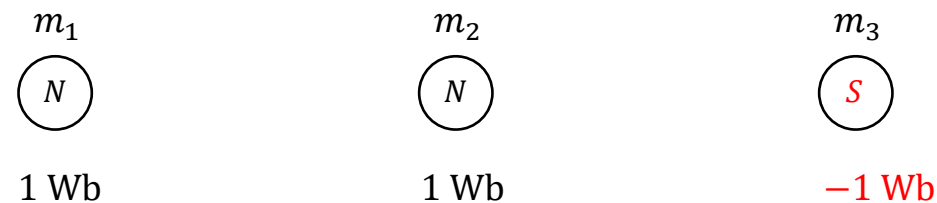
演習問題 1

3つの磁荷間で発生する磁気力（クーロン力）を表すベクトルを描け。

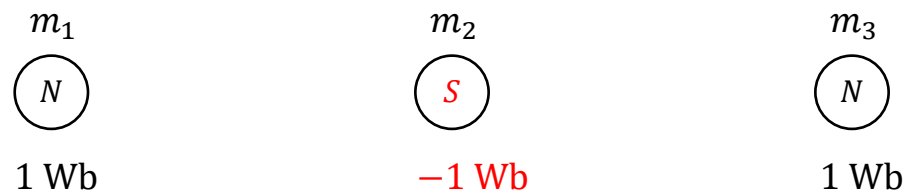
(1)



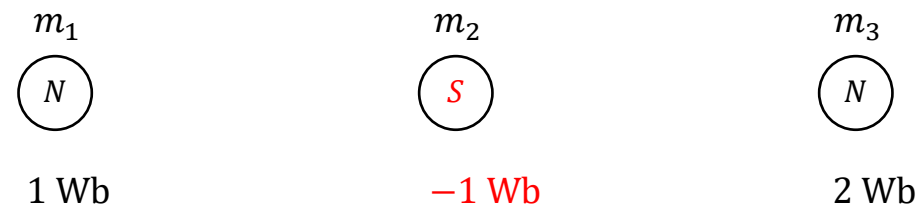
(3)



(2)



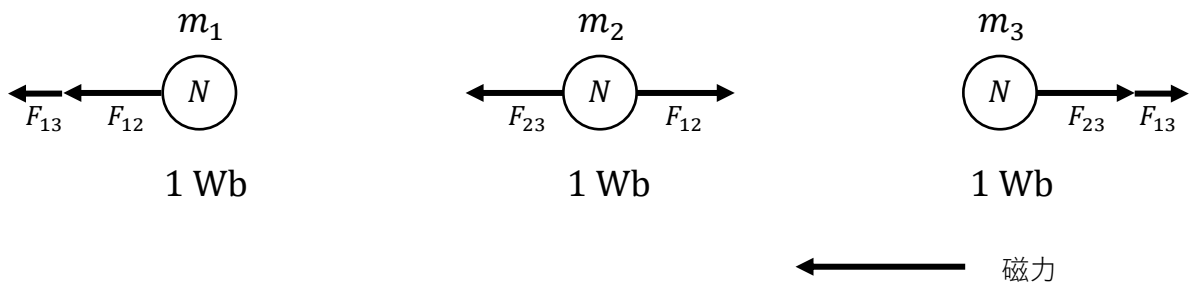
(4)



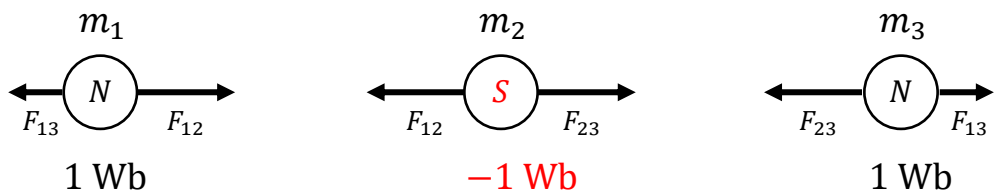
演習問題 I (解答)

3つの磁荷間で発生する磁気力（クーロン力）を表すベクトルを描け。

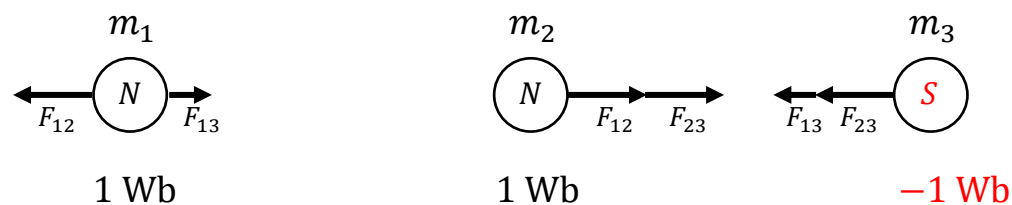
(1)



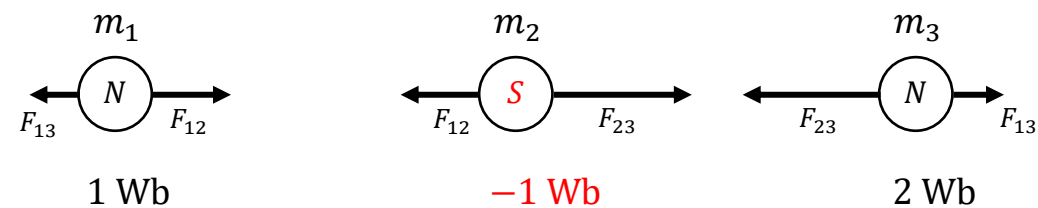
(2)



(3)

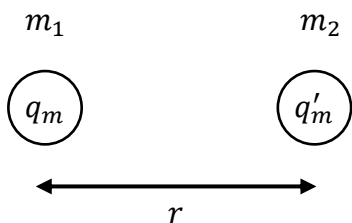


(4)



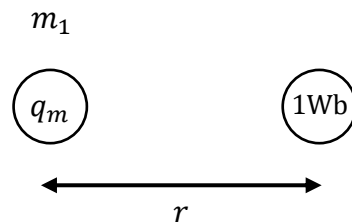
演習問題2

(1) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の位置に磁荷 m_2 を配置したとき、磁荷 m_2 ($m_2 = q_m > 0 \text{ Wb}$)に生じる磁力の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



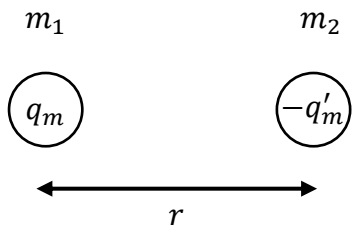
Ans. $F =$ _____

(3) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の位置に1 Wbの磁荷を配置したとき、1 Wbの磁荷に生じる磁力の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



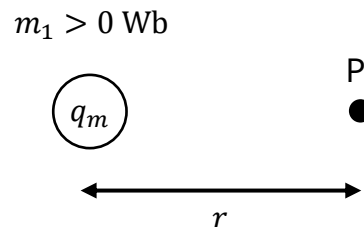
Ans. $F =$ _____

(2) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の位置に磁荷 m_2 を配置したとき、磁荷 m_2 ($-q'_m < 0 \text{ Wb}$)に生じる磁力の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



Ans. $F =$ _____

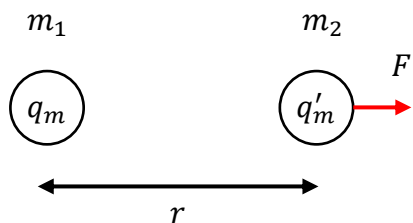
(4) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



Ans. $H =$ _____

演習問題2 (解答)

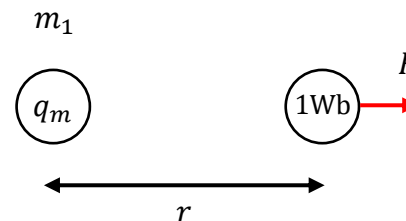
(1) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の位置に磁荷 m_2 を配置したとき、磁荷 m_2 ($m_2 = q'_m > 0 \text{ Wb}$)に生じる磁力の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



$$F = \frac{q_m q'_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

Ans. $F = \frac{q_m q'_m}{4\pi\mu_0 r^2}$

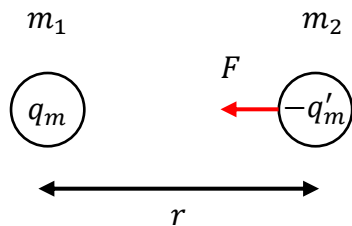
(3) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の位置に1 Wbの磁荷を配置したとき、1 Wbの磁荷に生じる磁力の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



$$F = \frac{q_m \times 1}{4\pi\mu_0 r^2} = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

Ans. $F = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$

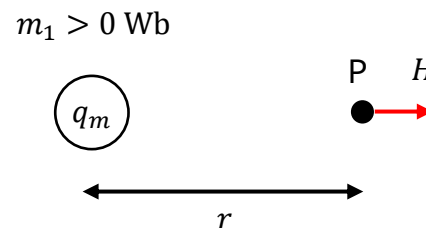
(2) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の位置に磁荷 m_2 を配置したとき、磁荷 m_2 ($-q'_m < 0 \text{ Wb}$)に生じる磁力の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



$$F = \frac{q_m q'_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

Ans. $F = \frac{q_m q'_m}{4\pi\mu_0 r^2}$

(4) 磁荷 m_1 ($m_1 = q_m > 0 \text{ Wb}$)から距離 r の点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。

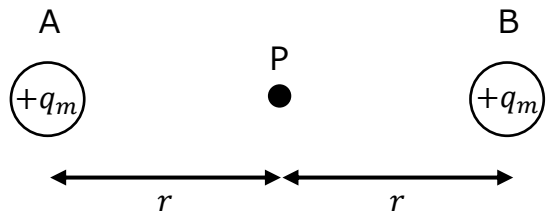


$$H = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

Ans. $H = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$

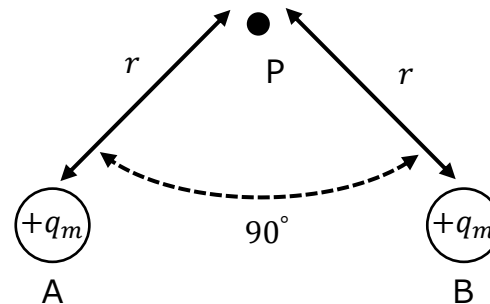
演習問題3

(1) 2つの磁荷 $+q_m$ の間の点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



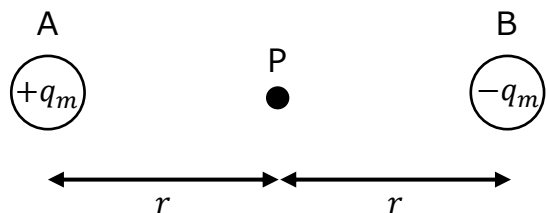
Ans. $H =$ _____

(3) 点AとBに配置した2つの磁荷による点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



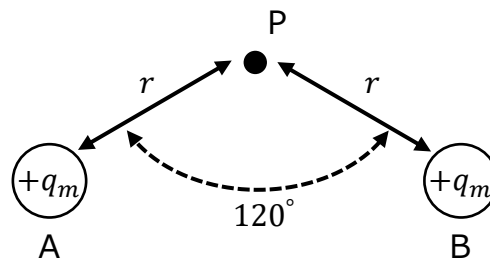
Ans. $H =$ _____

(2) 2つの電荷の間の点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



Ans. $H =$ _____

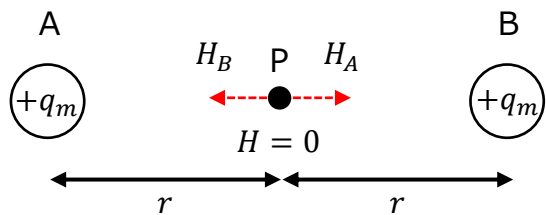
(4) 点AとBに配置した2つの磁荷による点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



Ans. $H =$ _____

演習問題3 (解答)

(1) 2つの磁荷 $+q_m$ の間の点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



$$H_A = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

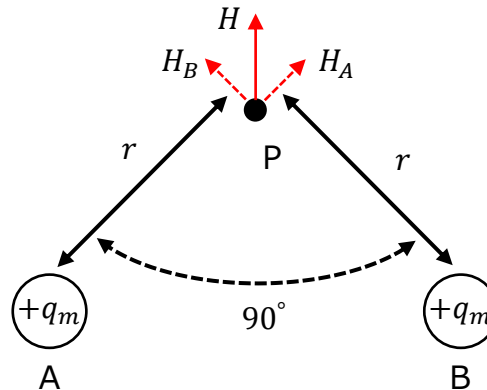
$$H_B = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

$$H = H_A + H_B = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} - \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} = 0$$

磁界の向きが
反対なので引算

Ans. $H = 0$

(3) 点AとBに配置した2つの磁荷による点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



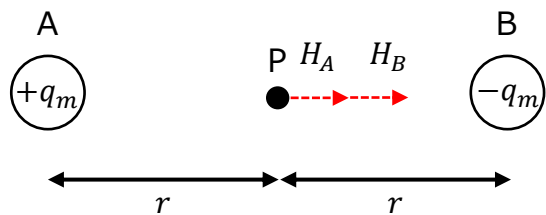
$$H_A = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} \quad H_B = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

$$H = H_A \cos 45^\circ + H_B \cos 45^\circ$$

$$= \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

Ans. $H = \frac{\sqrt{2}q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$

(2) 2つの電荷の間の点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



$$H_A = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

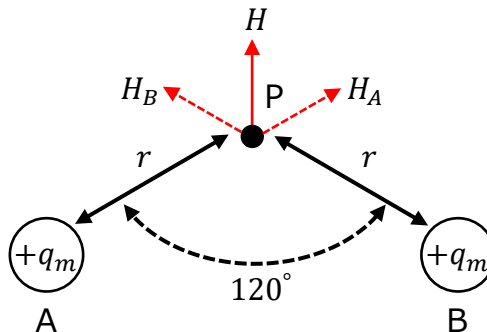
$$H_B = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

$$H = H_A + H_B = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} + \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} = \frac{q_m}{2\pi\mu_0 r^2}$$

磁界の向きが
同じなので足算

Ans. $H = \frac{q_m}{2\pi\mu_0 r^2}$

(4) 点AとBに配置した2つの磁荷による点Pの磁界の向きを図で示し、大きさを式で示せ。



$$H_A = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} \quad H_B = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

$$H = H_A \cos 60^\circ + H_B \cos 60^\circ$$

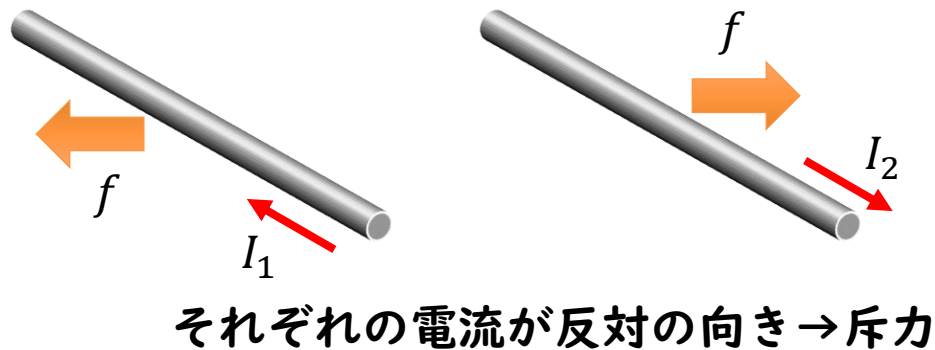
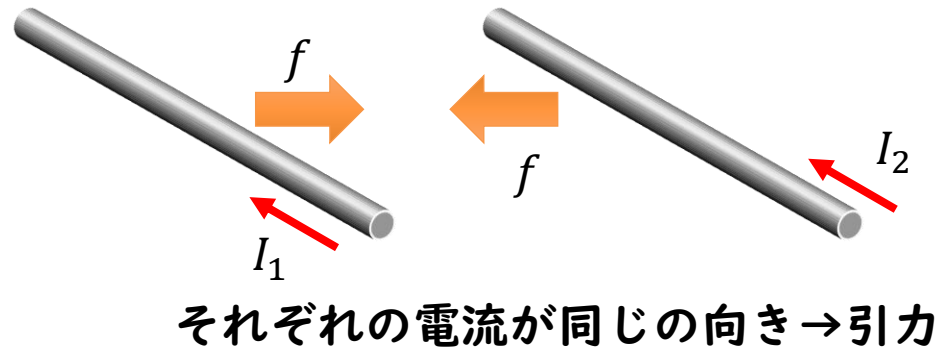
$$= \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} \frac{1}{2} + \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2} \frac{1}{2} = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$$

Ans. $H = \frac{q_m}{4\pi\mu_0 r^2}$

電流と磁界

磁気力：磁荷間で働く力 $F = \frac{m_1 m_2}{4\pi\mu r^2}$ 磁界 $H = \frac{m_1}{4\pi\mu r^2}$ [A/m]

→ 磁気力と磁界を電流をもとに再構築する



電流間に働く力（アンペール力）
2つの導線を平行に並べたとき、
1メートルあたりに発生する力 f は

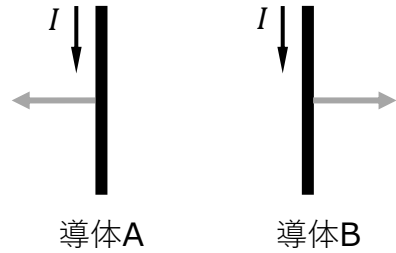
$$f = \frac{\mu_0}{2\pi r} I_1 I_2 \text{ [N/m]}$$

と表せる。

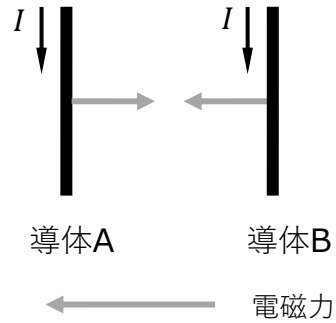
演習問題4

(1) 導体間で発生する電磁力として正しいものを (a) または (b) より選べ。

(a)

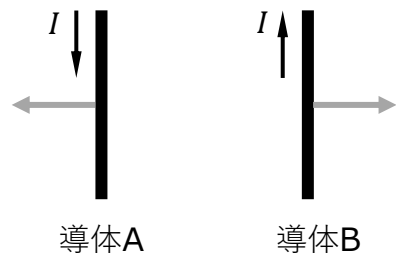


(b)

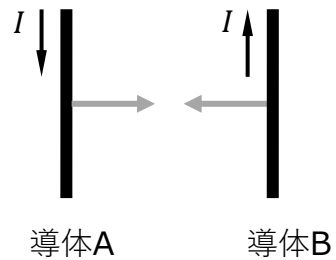


(2) 導体間で発生する電磁力として正しいものを (a) または (b) より選べ。

(a)

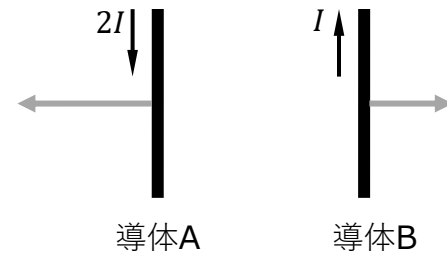


(b)

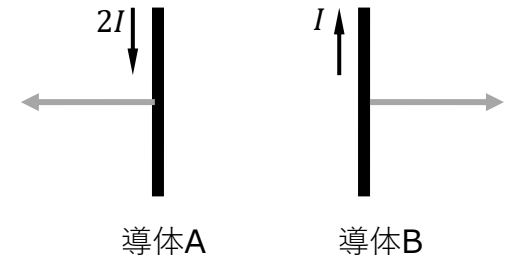


(3) 導体間で発生する電磁力として正しいものを (a) から (d) より選べ。

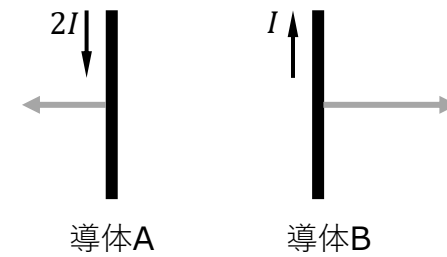
(a)



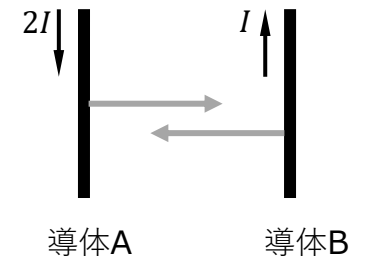
(b)



(c)

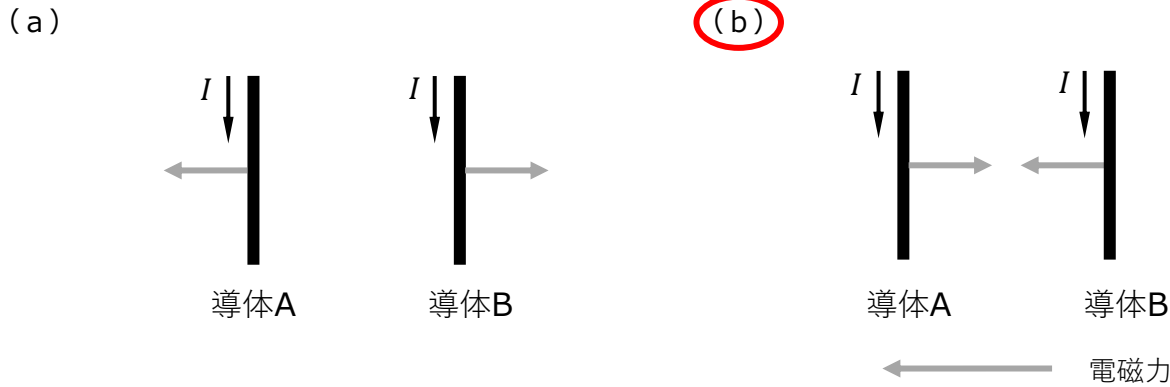


(d)

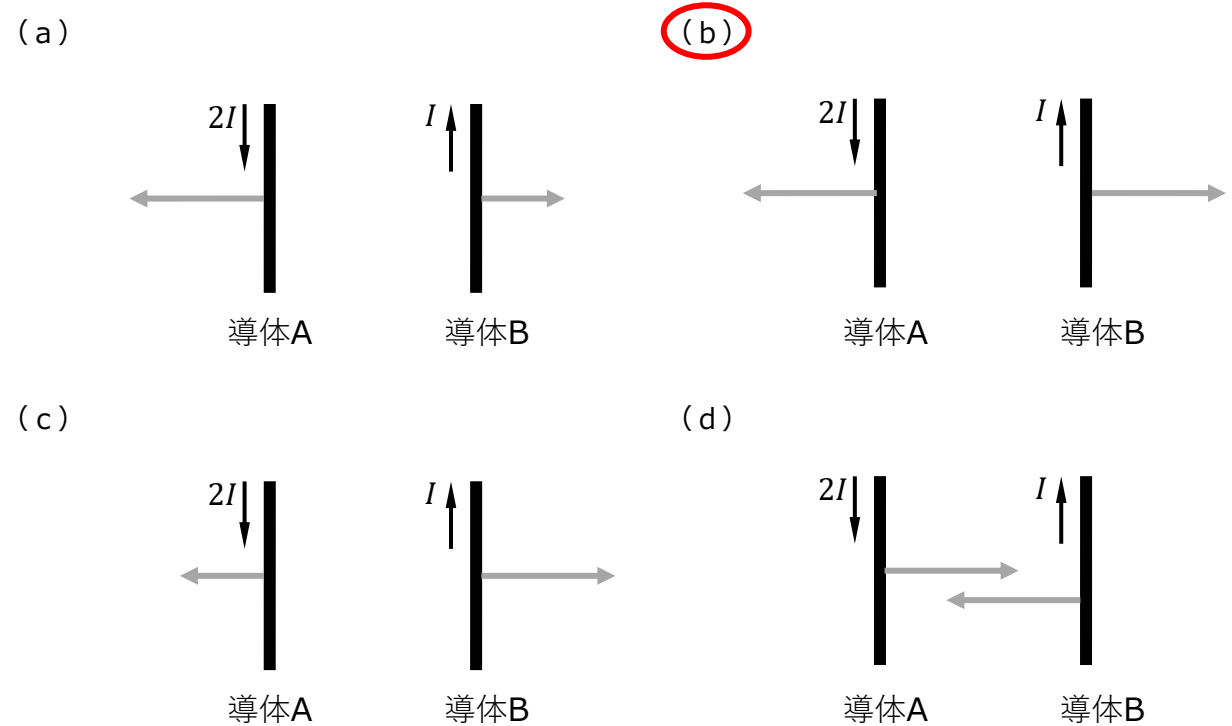


演習問題4 (解答)

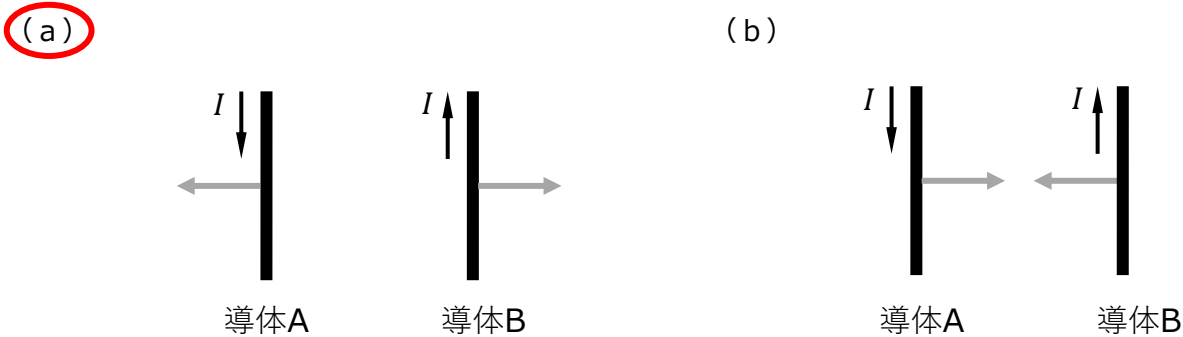
(1) 導体間で発生する電磁力として正しいものを (a) または (b) より選べ。



(3) 導体間で発生する電磁力として正しいものを (a) から (d) より選べ。



(2) 導体間で発生する電磁力として正しいものを (a) または (b) より選べ。



演習問題5

(1) 電流が流れる3つの導体の間で発生する電磁力を表すベクトルを描け。

導体A



I

導体B



I

導体C



I

(3) 3つの磁荷間で発生する磁力を表すベクトルを描け。

導体A



I

導体B



I

導体C



I

(2) 3つの磁荷間で発生する磁力を表すベクトルを描け。

導体A



I

導体B



I

導体C



I

(4) 3つの磁荷間で発生する磁力を表すベクトルを描け。

導体A



I

導体B



I

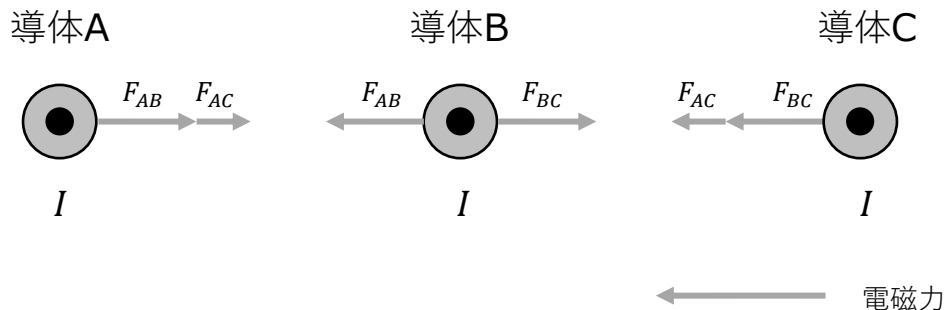
導体C



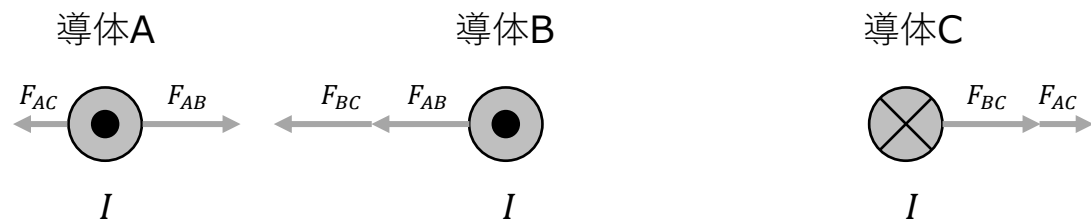
$2I$

演習問題5 (解答)

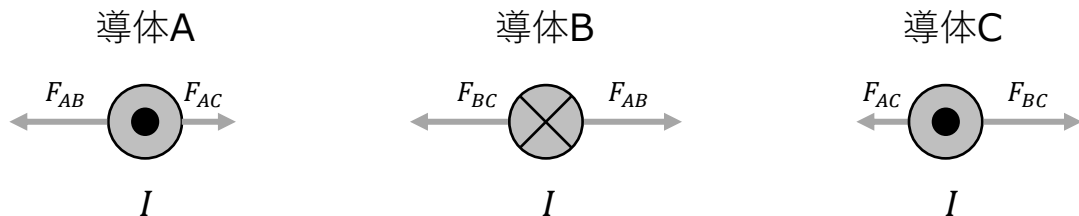
(1) 電流が流れる3つの導体の間で発生する電磁力を表すベクトルを描け。



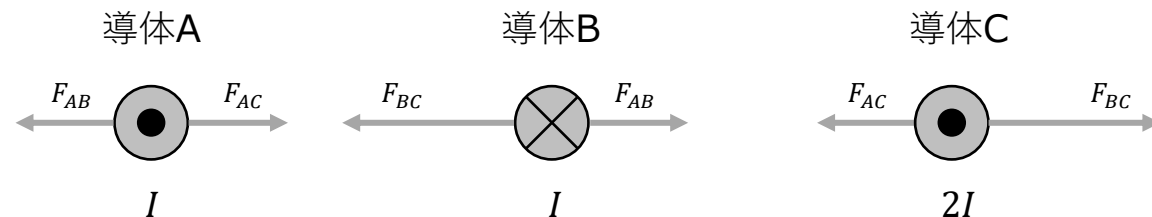
(3) 3つの磁荷間で発生する磁力を表すベクトルを描け。



(2) 3つの磁荷間で発生する磁力を表すベクトルを描け。



(4) 3つの磁荷間で発生する磁力を表すベクトルを描け。



ご聴講ありがとうございました
ございました!!