［第８回目］アンペールの法則

≪考える内容≫

・ 磁場についての基本法則

≪今日の授業の目標≫

・ 磁場のガウスの法則［ 磁場には湧き出し（真磁荷）がない ］

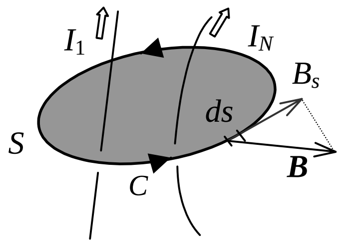
積分形 $\boxed{\Phi_m = \int_S B_n \cdot dS = 0}$ （ある閉曲面 S 上で）

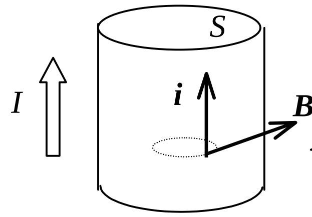
微分形 $\boxed{\mathrm{div}\boldsymbol{B} = 0}$ （ある場所 $\boldsymbol{r}$ で） ※第２の基本法則

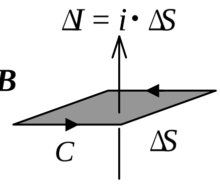
・ アンペールの法則 ［ 磁場は電流によってできる ］

積分形 $\boxed{\oint_C B_s ds = \mu_0 \sum_i I_i = \mu_0 \left(I_1 + I_2 + \cdots + I_N\right)}$ （ある閉曲線 C 上で）

微分形 $\boxed{\mathrm{rot}\boldsymbol{B} = \mu_0 \boldsymbol{i}}$ （ある場所 $\boldsymbol{r}$ で） ※第３の基本法則（未完成）







次回予定［第９回目］電磁誘導の法則（教科書 136 ページまで）

＊＊

レポート問題 第８回目（右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい）

数値で計算する問題は，答えにも必ず単位をつけること！

問１.

① １本の電流 I（下から上に流れている）のまわりに，（下から見て）右まわりの閉曲線 C をとったとき，アンペールの法則を書け。［教科書の式（5.95）］

② （下から見て）右まわりの閉曲線 C の中に，下から上に電流 I_1 と I_2 が，上から下に電流 I_3 が流れている。アンペールの法則を書け。［教科書の式（5.96）］

問２.

① アンペールの法則を使って，強さ I の直線電流のまわりの磁束密度の大きさ B を求めよ。

② 単位長さ（1m）あたりの巻き数 n のソレノイドに，強さ I の電流が流れている。ソレノイドは無限に長いとし，アンペールの法則を使って，ソレノイド内部の磁束密度の大きさ B を求めよ。［問 5.51］

問３． 断面が半径 R の円形の，十分長い直円筒状の導体を，強さ I の定常電流が流れている。導体の中心からの距離を r とする。

① 電流密度 i を求めよ。

② アンペールの法則を使って，導体の外側（$r > R$）の磁束密度の大きさ B を求めよ。

③ アンペールの法則を使って，導体の内側（$r < R$）の磁束密度の大きさ B を求めよ。

④ ②と③の結果から，距離 r によって磁束密度の大きさ B が変化する様子をグラフに表せ。

解答用紙　学籍番号＿＿＿＿＿＿＿＿　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

数値で計算する問題は，答えにも必ず単位をつけること！

問１.

① $\boxed{\qquad\qquad\qquad\qquad}$

② $\boxed{\qquad\qquad\qquad\qquad}$

問２.

①　直線電流を中心に半径 r の右まわりの円周を閉曲線 C にとる。

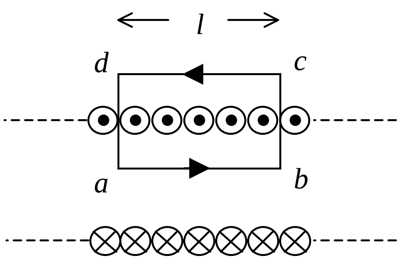
アンペールの法則は，$\oint_C B_s ds = \mu_0 \cdot \boxed{\qquad}$ である。

直線電流のまわりには，円周にそって磁場ができるので，$B_S = B$ である。

$\oint_C ds =$（半径 r の円周の長さ）$= \boxed{\qquad}$ だから

$\oint_C B_s ds = B\oint_C ds = B \cdot \boxed{\qquad} = \mu_0 I$

$\therefore B =$



②　十分長いソレノイドの外部では $\boldsymbol{B} = 0$，線分 bc と da と $\boldsymbol{B}$ が垂直であることを使って，

$\oint_{abcda} B_s ds = \boxed{\qquad} = \mu_0 \cdot \boxed{\qquad}$

$\therefore B =$

問３.

①　$i = \dfrac{I}{(\text{導体の断面積})} =$

②　導体の外部に，直円筒の中心から半径 r（$> R$）の右まわりの円周を閉曲線 C にとる。この場合は，直線電流 I が作る磁場の求め方（問２の①）と同様にして，

$\therefore B(r) =$

③　次に，導体の内部に，直円筒の中心から半径 r（$> R$）の右まわりの円周を閉曲線 C にとる。

閉曲線を縁とする面 $S = \pi r^2$ を貫いて流れる定常電流 I' は，$I' = iS = \boxed{\qquad}$

$\oint_C B_s ds = B\oint_C ds = B \cdot 2\pi r = \mu_0 I' = \boxed{\qquad}$

$\therefore B(r) =$

④　グラフは裏に。r を横軸に目盛り $0, R, 2R, 3R, \cdots$，B を縦軸に目盛り $0, 0.5 \cdot \mu_0 I/2\pi R$，$\mu_0 I/2\pi R$