



電磁気学 I,II の復習

記憶するのではなく、理解するように！！

- ・ クーロンの法則： $\mathbf{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{21}^2} \frac{\mathbf{r}_{21}}{r_{21}} = q_1 \mathbf{E}_{21}$
- ・ ガウスの法則： $\epsilon_0 \int_S \mathbf{E}_n \cdot d\mathbf{S} = \epsilon_0 \int_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} dS = (S\text{内部の総電荷}) = \int_V \rho dV$
- ・ 静電ポテンシャル(電位)： $\phi_A = -\int_{S \rightarrow A} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} \leftrightarrow \mathbf{E} = -\text{grad}\phi = -\nabla\phi$
- ・ 渦無しの法則： $\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = 0$
- ・ コンデンサー： $Q = CV$
- ・ 電場のエネルギー： $U_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$
- ・ オームの法則： $\mathbf{i} = \sigma \mathbf{E} \leftrightarrow \mathbf{E} = \rho \mathbf{i}$
- ・ 磁場(磁束密度)のガウスの法則： $\int_S B_n dS = \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$
- ・ ローレンツ力： $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$
- ・ ビオ・サバールの法則： $\Delta \mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \mathbf{s} \times \mathbf{r}}{r^3}$
- ・ アンペールの法則： $\int_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 \times (C\text{を縁とする面を貫く電流}) = \mu_0 \int_S i_n dS = \mu_0 \int_S \mathbf{i} \cdot d\mathbf{S}$



小テストと解答例

無限に長い直線状の電線があるとき、以下の問に答えよ。

- 1) ガウスの法則を書け。

$$\epsilon_0 \int_S \mathbf{E}_n \cdot d\mathbf{S} = (S\text{内部の総電荷})$$

- 2) 電線上に電荷が線電荷密度 λ であるとき、電線から距離 r 離れた位置の電場の大きさ $E(r)$ を求めよ。
閉曲面 S として、電線を中心とする半径 r 、高さ h の円柱の表面を考えると、電場は円柱の側面上で一定の大きさで垂直。

$$\text{ガウスの法則の左辺は、} \epsilon_0 \int_S \mathbf{E}_n \cdot d\mathbf{S} = \epsilon_0 \times (\text{円柱の側面積}) \times E(r) = \epsilon_0 2\pi r h E(r)$$

$$\text{右辺は、} (S\text{内の総電荷}) = (\text{円柱 } t \text{ の高さ}) \times (\text{線電荷密度}) = h\lambda$$

$$\text{したがって、} E(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

次に電線に電流が流れているときを考える。

- 3) アンペールの法則をかけ。

$$\int_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 \times (C\text{を縁とする面を貫く電流})$$

- 4) 定常電流がこの電線を強さ I で流れているとき、電線から距離 r だけ離れた位置の磁束密度の大きさ $B(r)$ を求めよ。

閉曲線 C として電線を中心とする半径 r の円を考えると、磁束密度の大きさは円上で一定で、向きは円の接線方向。

$$\text{アンペールの法則の左辺は、} \int_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = (\text{円周}) \times B(r) = 2\pi r B(r)$$

$$\text{右辺は、} \mu_0 \times (\text{円の内部を貫く電流}) = \mu_0 I$$

$$\text{したがって、} B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

- 5) 2) と 4) の場合の電場と磁場の様子を図に描け。
(略)



宿題 各自、電磁気学 I, II の復習をすること。提出の必要なし。