電磁気 I の重要事項

クーロンの法則

$\mathbf{r}_2$にある点電荷q_2が、$\mathbf{r}_1$にある点電荷q_1におよぼすクーロン力$\mathbf{F}_{21}$は　$\mathbf{F}_{21} = \dfrac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|^3} = q_1\mathbf{E}(\mathbf{r}_1)$

スカラー積（内積）とベクトル積（外積）

・スカラー積（内積）

$$\boldsymbol{A}\cdot\boldsymbol{B} = |\boldsymbol{A}||\boldsymbol{B}|\cos\theta = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

・ベクトル積（外積）

$$\boldsymbol{A}\times\boldsymbol{B} = (A_y B_z - A_z B_y)\boldsymbol{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\boldsymbol{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\boldsymbol{k} = (A_y B_z - A_z B_y, A_z B_x - A_x B_z, A_x B_y - A_y B_x)$$

大きさは$|\boldsymbol{A}\times\boldsymbol{B}| = |\boldsymbol{A}||\boldsymbol{B}|\sin\theta$ 、向きは$\boldsymbol{A},\boldsymbol{B}$に垂直で$\boldsymbol{A}$から$\boldsymbol{B}$に回転する右ネジの進行方向

電場

$\mathbf{r}_1$にある点電荷q_1による$\mathbf{r}$での電場$\mathbf{E}(\mathbf{r})$は、$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\mathbf{r}-\mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}_1|^3}$

ガウスの法則

右辺：ε_0×閉曲面 S を貫く電気力線の数、左辺：閉曲面 S 内にある総電荷

$$\int_S E_n dS = \frac{1}{\varepsilon_0}(\text{閉曲面Sの中にある総電荷})$$

電位（＝静電ポテンシャル）

点 S を基準としたときの点 A(位置ベクトル $\boldsymbol{r}$)での電位

$$\phi(r) = -\int_S^A E\cdot d\mathbf{s}$$

基準点を無限遠にした時の位置 $\boldsymbol{r}_1$ の点電荷 q_1 による $\boldsymbol{r}$ での電位は　$\varphi(\mathbf{r}) = \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0|\mathbf{r}-\mathbf{r}_1|}$

電場 $\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r})$ と電位 $\phi(\boldsymbol{r})$ の関係：$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}) = -\mathrm{grad}\,\phi(\boldsymbol{r}) = \nabla\phi(\boldsymbol{r})$

静電エネルギー

電荷 q_1, q_2 がそれぞれ $\boldsymbol{r}_1$、$\boldsymbol{r}_2$ にあるときの位置エネルギー（静電エネルギー）は

$$U = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0|\boldsymbol{r}_1 - \boldsymbol{r}_2|}$$

導体：導体内部に電場、電荷は無い。

キャパシター(コンデンサー)

$$Q = CV$$

$$U = \frac{1}{2}QV$$

電場のエネルギー(単位体積あたりの静電エネルギー)

$$u_e = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$