

静電場

クーロン力を近接作用で理解

- 電場＝空間の電氣的な歪
 - 電荷が周囲の空間に電場をつくる
 - ある点の電場を別の電荷が感じる
- 電場の定義
 - $$\frac{\text{クーロン力}}{\text{力を感じる電荷}}$$
 - ベクトル量： 正電荷から出ていく向
 - 単位： $\text{N/C} = \text{V/m}$

電場の性質

- 点電荷による電場
 - 向き: 正電荷から出ていく向き
 - 大きさ: 逆2乗則
- 重ね合わせの原理

電気力線

- 正電荷から出て負電荷に入る
 - 電荷と本数が比例する
 - 電荷以外の場所で不生不滅
- 電気力線は反発する
 - 同種電荷の間の反発力
 - 逆2乗則
- 電気力線は縮もうとする
 - 異種電荷の間の引力
- 電場
 - 向き: 電気力線の接線方向
 - 大きさ: 電気力線の密度

ガウスの法則

- 閉曲面を貫く力線の総本数 \propto 内部の電荷
 - 貫いて「出る +」, 「入る -」
- 本数 = 密度 \times 面積 \Rightarrow 電場 \times 面積

$$\iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint_V \rho dV$$

ガウスの法則の微分による表示

微小な閉曲面: $dV = dx dy dz$ の表面

$$\frac{\partial E_x}{\partial x} dV = \underbrace{\left(\frac{\partial E_x}{\partial x} dx \right)}_{\substack{dE_x = E_x(x+dx, y, z) \\ - E_x(x, y, z)}} \underbrace{dydz}_{dS_x} = \begin{array}{l} \text{x軸に垂直な2面} \\ \text{から流入出する} \\ \text{力線の本数} \end{array}$$

$$\underbrace{\left(\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} \right)}_{\nabla \cdot \vec{E}} dV = \frac{1}{\epsilon_0} \rho dV$$

ガウスの法則の起源

- 電荷以外の場所で電気力線は不生不滅
 - 逆2乗則
 - **クーロンの法則**
- 重ね合わせの原理を保証
 - $$\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$$

電場（空間の電氣的性質）

- 具体的な電場の形が異なっても
 - 電荷がないところ: $\nabla \cdot \vec{E} = 0$
 - 電荷があるところ: $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$