

2.1 電場 その2

電場と物質の相互作用について学ぼう。電場ができている領域に導体をいれるとどうなるか。また絶縁体をいれるとどうなるかについて学ぶ。

電場とガウスの法則その2

(a) 正電荷が一様に球状に分布し、その周囲に正電荷と同量の負電荷が一様に球状に分布するときの電位はどのようなになるかを述べよ。

電束密度

電束密度 $\mathbf{D}$ は絶縁体 (別名誘電体) があるときの電場の様子を説明する目的で導入される。誘電体があると分極電荷 $\rho_p(\mathbf{r})$ が誘電体の縁に発生するので、ガウスの法則は次のようになる。

$$\int_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \int_V \frac{\rho + \rho_p}{\epsilon_0} dv$$

ここで式を次のように変形しておく。

$$\int_S \epsilon_0 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} - \int_V \rho_p dv = \int_V \rho dv$$

ここで次の式を満たす誘電分極が誘電体の存在するところに発生する。

$$\int_V \rho_p dv = - \int_S \mathbf{P} \cdot d\mathbf{S}$$

ここで $\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P} = \epsilon \mathbf{E}$ となる電束密度 $\mathbf{D}$ を導入すると

$$\int_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \int_S \epsilon \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \int_V \rho dv$$

となる。意味するところは、物質があるともとの電荷の周りに分極電荷ができて電場の強さが弱くなるということである。