

電磁気学 I 演習 第 1 4 回 解答

56. 直径 d , 長さ l の導電率 σ の導線の抵抗を求めよ。具体的な値として、直径 0.5[mm], 長さ 10[m] の銅線の抵抗を求めよ。ただし、銅の導電率は 5.8×10^7 [S/m] とする。

【解答】

両端の電圧: $V = El$

電流: $I = \sigma ES$ (ただし、 S は抵抗体の断面積)

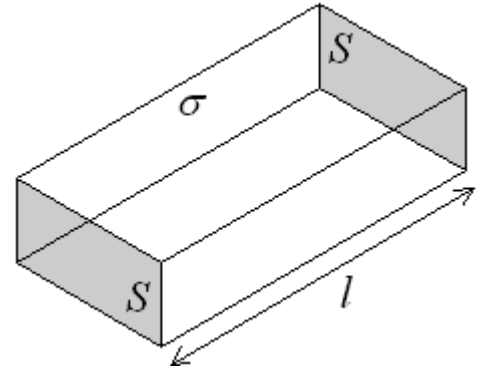
$$R = \frac{V}{I} = \frac{El}{\sigma ES} = \frac{l}{\sigma S}$$

ここで、 $S = \pi(d/2)^2$ より、

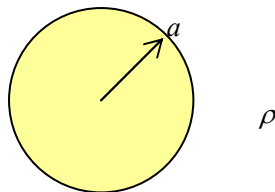
$$R = \frac{l}{\sigma \pi (d/2)^2} = \frac{4l}{\pi \sigma d^2}$$

$d = 0.0005$ [m], $l = 10$ [m], $\sigma = 5.8 \times 10^7$ [S/m] を代入すると、

$$R \cong 0.878 \text{ } [\Omega]$$



58' 抵抗率 ρ の無限に広い媒質中に半径 a の導体球がある。導体球と無限遠の間の抵抗を求めよ。導体球の抵抗率は 0 とする。(静電容量とコンダクタンスの類似性より、まず容量を求め、その後 $C \rightarrow G$, $\varepsilon \rightarrow \sigma = 1/\rho$ と置き換える。)



【解答】

誘電率 ε の無限に広い媒質中におかれた半径 a の導体球の静電容量は、

$$C = 4\pi\varepsilon a$$

となる。したがって、静電容量とコンダクタンスの類似性より、 $C \rightarrow G$, $\varepsilon \rightarrow \sigma = 1/\rho$ と置き換えればよいので、

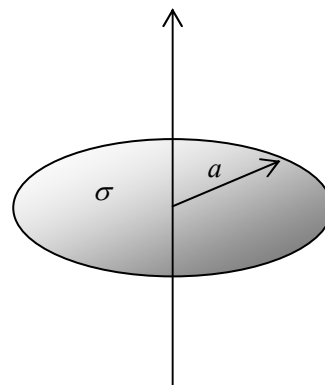
$$G = 4\pi\sigma a = \frac{4\pi a}{\rho}$$

$$R = \frac{1}{G} = \frac{\rho}{4\pi a} \quad \blacksquare$$

58''' . 図のような半径 a の薄い円板を面電荷密度 σ [C/m^2] で一様に帯電させるとき、

円板の軸上の点の電位は $\phi = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{z^2 + a^2} - |z|)$ で与えられる。このとき、円板導体の

(無限遠に対する) 静電容量を求めよ。また、同じ円板導体を抵抗率 ρ の媒質中に埋め込んだ場合、円板導体と無限遠の間の抵抗を求めよ。円板導体の抵抗率は 0 とする。



【解答】

静電容量は

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\pi a^2 \sigma}{\frac{\sigma a}{2\epsilon_0}} = 2\pi\epsilon_0 a$$

よって、静電容量とコンダクタンスの類似性より、コンダクタンスは $C \rightarrow G$, $\epsilon \rightarrow \sigma = 1/\rho$ と置き換えればよいので、

$$G = \frac{2\pi a}{\rho}$$

抵抗は、

$$R = \frac{\rho}{2\pi a}$$

■