

☀ 今日的重要事項

- ・電流の電子論(電気伝導のミクロな機構) :

電場による電子の運動と熱振動による電子と原子の「衝突」

→ 電場による力: eE と「摩擦力」: mv/τ のつりあい → 平均速度 v

→ 電流密度 $j = ne^2 \tau E/m$ (n : 電子の密度) → オームの法則 $j = \sigma E$

→ $\sigma = ne^2 \tau/m$, $\rho = m/(ne^2 \tau)$

- ・電流の熱作用 :

オームの法則が成り立つ

→ 電場による仕事が電子と原子の「衝突」により消費

→ ジュール熱の発生

単位体積あたりの仕事率(ジュール熱)

$$w = \sigma E^2 = Ej = \rho j^2$$

断面積 S 、長さ L の導体全体からの発熱量 P は、 $V=LE$, $I=jS$ より

$$P = wSL = EjSL = VI = RI^2 \quad \text{単位: W(ワット)=J/s}$$

☀ 宿題・小テストの解答

半径 A と半径 $B(A < B)$ で、長さ L の円筒電極の間を比抵抗 ρ の電解液で満たしたものの抵抗を求める。

1) 右図

2) 円筒 ($A < r < B$) の側面上での電流密度 $j(r)$ を、円筒の側面を貫く電流 I を用いて表せ。

(答) $I = \text{面積} \times \text{電流密度} = 2\pi rL \cdot j(r)$ より、 $j(r) = I / (2\pi rL)$

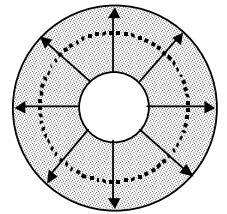
3) 中心からの距離 r における電場の強さ $E(r)$ を I 、 r 、 L 、 ρ の関数として表せ。

$$\text{(答)} \quad E(r) = \rho j(r) = \frac{\rho I}{2\pi rL}$$

4) $r=A$ 、 B の電極間の電位差を求めよ。但し、 $1/r$ の不定積分は $\log r$ である。

$$\text{(答)} \quad V = -\int_B^A E(r) dr = -\frac{\rho I}{2\pi L} \int_B^A \frac{1}{r} dr = -\frac{\rho I}{2\pi L} [\log r]_B^A = \frac{\rho I}{2\pi L} (\log B - \log A) = \frac{\rho I}{2\pi L} \log\left(\frac{B}{A}\right)$$

5) 電気抵抗 R を求めよ。 (答) $R = \frac{V}{I} = \frac{\rho I}{2\pi L} \log\left(\frac{B}{A}\right) \times \frac{1}{I} = \frac{\rho}{2\pi L} \log\left(\frac{B}{A}\right)$



☀ 宿題

入試問題を解いてみましょう