

'02 慶応義塾大学

解説

- (ア) 静電誘導 (イ) 等電位 (ウ) 電場 (エ) アルミホイル
 (オ) 電池 (カ) 逆の (キ) 等方的 (ク) 物質 (ケ) 減少
 (コ) 温度

(カ)の☒ 電子は負電荷だから電場と逆向きの力を受ける。

$$(1) E = \frac{V}{L} \text{ より } V = LE$$

式①より $E = \frac{J}{\sigma} = \frac{1}{\sigma} \frac{I}{S}$ を, $V = LE$ に代入して

$$V = L \cdot \frac{I}{\sigma S} = \frac{L}{\sigma S} I$$

$$(2) V = RI \text{ と比較して, } R = \frac{L}{\sigma S}$$

(3) $J = -nev_D$ で $-$ は向きを示している。すなわち電子の速度 v_D と逆向きである。

$$v_D = -\frac{J}{ne} \text{ において}$$

$$J = \frac{I}{S} = \frac{1(\text{A})}{1.0 \times 10^{-6}(\text{m}^2)} = 1.0 \times 10^6 (\text{A/m}^2)$$

また, 銅 1 cm^3 当たり 9.0 g だから $\frac{9}{63} \text{ mol}$ である。 $1 \text{ m}^3 = 1 \times (10^2)^3 [\text{cm}^3]$ より

1 m^3 当たり $\frac{9}{63} \times 10^6 (\text{mol})$ の銅原子があり, 1 個の銅原子が 1 個の自由電子を供出

するから,

$$n = \frac{9}{63} \times 10^6 \times 6.0 \times 10^{23} = \frac{6}{7} \times 10^{29} (\text{個/m}^3)$$

よって

$$\begin{aligned} v_D &= -\frac{J}{ne} = -\frac{1.0 \times 10^6}{\frac{6}{7} \times 10^{29} \times 1.6 \times 10^{-19}} \\ &= -\frac{7}{6 \times 1.6} \times 10^{-4} \\ &= -7.3 \times 10^{-5} (\text{m/s}) \end{aligned}$$

'02 慶応義塾大学

(4) 電子の加速度を a とすると

$$ma = -eE$$

ゆえに $a = -\frac{eE}{m}$

電子の τ 後の速度は $a\tau = -\frac{eE\tau}{m}$

よって、平均速度は $\frac{0+a\tau}{2} = -\frac{eE\tau}{2m}$

(5) (3) の $v_D = -\frac{J}{ne} = -\frac{\sigma E}{ne}$ と、 $v_D = -\frac{eE\tau}{2m}$ より

$$\frac{\sigma E}{ne} = \frac{eE\tau}{2m}$$

よって $\sigma = \frac{ne^2\tau}{2m}$

講評

電流の定義に関する問題。難易度的には標準的だが、電流密度・導電率・ドリフト速度などあまり聞きなれない用語が出てくる。問題文をしっかりと読めば理解できる問題であるから、きちんとできるように、本番に向けての練習として仕上げておきたい。数値計算では単位の換算に注意したい。