27장 전류와저항 연습문제

2. 단면적이 $4.00\times10^{-6}\,\mathrm{m}^2$인 알루미늄 도선에 5.00 A의 전류가 흐르고 있다. 알루미늄의 밀도는 $2.70\,\mathrm{g/cm}^3$이다. 만약 알루미늄 원자 한 개당 전류에 기여하는 전자가 한개라고 가정한다면, 도선 내 전자의 유동 속력은 얼마인가?

sol) <예제 27.1 구리 도선 내의 유동 속력> 문제 참고

$I=nqv_dA$ (n= 단위 부피당 전하운반자 = 단위 부피당 원자수)

알루미늄의 몰질량 26.98 g/mol (대체로 27.0 g/mol)

$$m=\frac{27.9\ \mathrm{g}}{N_A}=\frac{27.9\ \mathrm{g}}{6.02\times10^{23}}=4.49\times10^{-23}\,\mathrm{g/atom}$$

$$n=\frac{\rho}{m}=\frac{\text{알루미늄의 밀도}}{\text{원자 1개당 질량}}=\frac{27.9\ \mathrm{g/cm}^3}{4.49\times10^{-23}\,\mathrm{g/atom}}=6.02\times10^{22}\,\mathrm{atom/cm}^3=6.02\times10^{28}\,\mathrm{atom/m}^3$$

$$\therefore v_d=\frac{I}{nqA}=\frac{5.00\ \mathrm{A}}{(6.02\times10^{28}m^{-3})(1.60\times10^{-19}\mathrm{C})(4.00\times10^{-6}\,\mathrm{m}^2)}=1.30\times10^{-4}\ \mathrm{m/s}$$

6. 반지름이 2.50 mm인 니크롬 선의 일부가 열선을 감는 데 사용된다. 만약 열선의 양단에 120 V의 전위차가 유지될 때 9.25 A의 전류가 흘러야 한다면,
(a) 열선의 저항과 (b) 열선을 감는 데 필요한 선의 길이를 구하라.

sol) 식(27.10)

(a) $R=\dfrac{\Delta V}{I}=\dfrac{12.0\ \mathrm{V}}{9.25\ \mathrm{A}}=13.0\ \Omega$

(b) $R=\rho\dfrac{l}{A}=\dfrac{\rho l}{\pi r^2}$ 에서 $l=\dfrac{R\pi r^2}{\rho}=\dfrac{(13.0\ \Omega)\pi\,(2.50\times10^{-3}\,\mathrm{m})^2}{(1.00\times10^{-6}\ \Omega\cdot\mathrm{m})}=255\ \mathrm{m}$

10. 만약 20.0 ℃에서 은 도선의 저항이 6.00 Ω이라면, 34.0 ℃에서 저항은 얼마인가?

sol) 식(27.19)

$R=R_o[1+\alpha(T-T_o)]$

$=6.00\ \Omega[1+(3.80\times10^{-3}(\text{℃})^{-1})(34.0\text{℃}-20.0\text{℃})=6.32\ \ \Omega$

14. 가정용 콘센트의 배선은 대개 12게이지(지름 0.205 cm) 구리 전선을 사용한다. 이런 회로에서는 최고 20.0 A의 전류가 흐르기도 한다. 보다 가는 전선 (게이지 수가 큰 전선)을 사용하면 이 큰 전류에서는 온도가 많이 올라 화재 위험이 있다. 길이 1.00 m인 12게이지 전선에 20.0 A의 전류가 흐르면 전기 에너지가 내부 에너지로 변환되는 일률(전력)은 얼마인가?

sol) 구리 비저항 $\rho = 1.70 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \mathrm{m}$

$$R = \rho\frac{l}{A} = \rho\frac{l}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{4\rho l}{\pi d^2} = \frac{4(1.70\times10^{-8}\ \Omega\cdot\mathrm{m})(1.0\ \mathrm{m})}{\pi(0.205\times10^{-2}\ \mathrm{m})^2} = 5.2\times10^{-3}\ \Omega$$

$$P = I\triangle V = I^2R = (20.0\ \mathrm{A})^2(5.2\times10^{-3}\ \Omega) = 2.1\ \mathrm{W}$$

15. 110 V전원에서 작동하는 500 W용 열선을 지름이 0.500 mm인 니크롬 선으로 만든다. (a) 20.0℃에서 니크롬 선의 비저항값이 일정하게 유지 된다고 가정하고 사용된 니크롬 선의 길이를 구하라. (b) 만일 비저항이 온도에 따라 변한다고하면, 열선이 1200℃가 될 때 소비되는 전력을 구하라.

sol) $P = \dfrac{(\triangle V)^2}{R} \rightarrow R = \dfrac{(\triangle V)^2}{P} = \dfrac{(110\ \mathrm{V})^2}{500\ \mathrm{W}} = 24.2\ \Omega$

(a) $R = \rho\dfrac{l}{A} \rightarrow l = \dfrac{RA}{\rho} = \dfrac{(24.2\ \Omega)\pi(2.50\times10^{-4}\ \mathrm{m})^2}{(1.50\times10^{-6}\ \Omega\cdot\mathrm{m})} = 3.17\ \mathrm{m}$

(b) $R = R_o[1+\alpha\triangle T]$, $\alpha = 0.400\times10^{-3}$

$= 24.2\ \Omega[1+(0.400\times10^{-3})(1200-20)℃] = 35.6\ \Omega$

$P = \dfrac{(\triangle V)^2}{R} = \dfrac{(110\ \mathrm{V})^2}{35.6\ \Omega} = 340\ \mathrm{W}$