

第十六章

16.4 一铜棒的横截面积为 $20 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$, 长为 2 m , 两端的电势差为 50 mV 。已知铜的电阻率为 $\rho = 1.75 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, 铜内自由电子的数密度为 $8.5 \times 10^{28} / \text{m}^3$ 。求: (1) 棒的电阻; (2) 通过棒的电流; (3) 棒内的电流密度; (4) 棒内的电场强度; (5) 棒所消耗的功率; (6) 棒内电子的漂移速度。

解: (1) $R = \rho \frac{L}{S} = 1.75 \times 10^{-8} \times \frac{2}{1.6 \times 10^{-3}} = 2.19 \times 10^{-5} \Omega$

(2) $I = \frac{U}{R} = \frac{5 \times 10^{-2}}{2.19 \times 10^{-5}} = 2.29 \times 10^3 \text{ A}$

(3) $J = \frac{I}{S} = \frac{2.29 \times 10^3}{1.6 \times 10^{-3}} = 1.43 \times 10^6 \text{ A/m}^2$

(4) $E = \rho J = 1.75 \times 10^{-8} \times 1.43 \times 10^6 = 2.5 \times 10^{-2} \text{ V/m}$

(5) $P = UI = 5 \times 10^{-2} \times 2.29 \times 10^3 = 115 \text{ W}$

(6) $v = \frac{J}{ne} = \frac{1.43 \times 10^6}{8.5 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.05 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

16.8 如图 16.20 所示, 电缆的芯线是半径为 $r_1 = 0.5 \text{ cm}$ 的铜线, 在铜线外面包一层同轴的绝缘层, 绝缘层的外半径为 $r_2 = 2 \text{ cm}$, 电阻率 $\rho = 1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{m}$ 。在绝缘层外面又用铅层保护起来。

(1) 求长 $L = 1000 \text{ m}$ 的这种电缆沿径向的电阻;

(2) 当芯线与铅层的电势差为 100 V 时, 在这电缆中沿径向的电流多大?

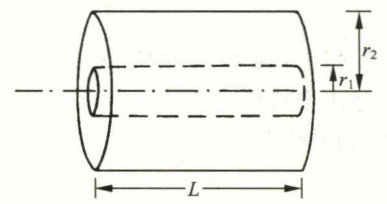


图 16.20 习题 16.8 用图

解: (1) $R = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot \ln \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{1 \times 10^{12}}{2\pi \times 1000} \ln \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{(5 \times 10^{-3})^2} = 2.2 \times 10^8 \Omega$

(2) $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{2.2 \times 10^8} = 4.54 \times 10^{-7} \text{ A}$

* 16.18 试根据式(16.15)和高斯定律证明: 在恒定电流的电路中, 均匀导体(即各处电阻率相同)内不可能有净电荷存在。因此, 净电荷只可能存在于导体表面或不同导体的界面处。

证: 导体内取高斯面, 有 $q_{in} = \epsilon_0 \oint E ds = \epsilon_0 \oint \rho J ds$

由于导体均匀, 电阻率处处相等 故 $q_{in} = \epsilon_0 \rho \oint J ds$

由恒定电流 $\oint J ds = 0$, 故 $q_{in} = 0$, 导体内不存在净电荷