

# 第11章 恒定电流

## 习题解答

**习题 11.8:** 如图，电缆的芯线是半径  $r_1 = 0.5 \text{ cm}$  的铜线，在铜线的外面包一层同轴的绝缘层，绝缘层外半径为  $r_2 = 2 \text{ cm}$ ，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，沿径向方向的漏电阻。

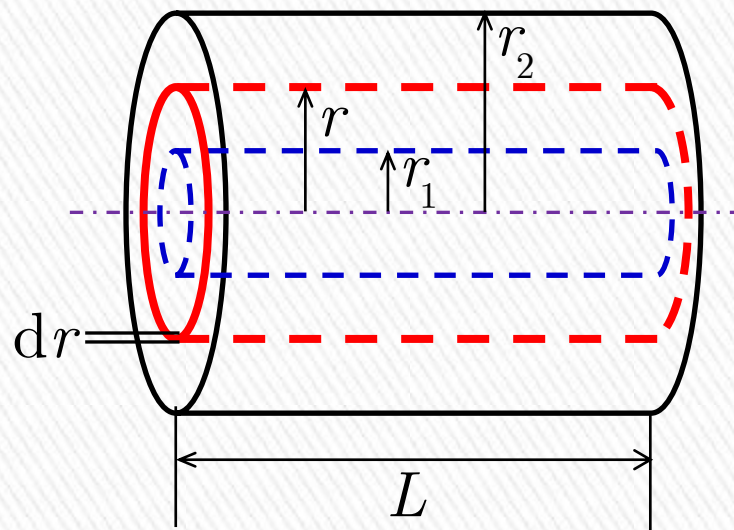
**(1)解:** 在绝缘层内，取半径为  $r$ 、厚度为  $dr$  的圆筒状绝缘层，该层的电阻为：

$$dR = \rho \frac{dr}{S}, \text{ 其中 } S = 2\pi rL,$$

$$\text{则 } dR = \rho \frac{dr}{2\pi rL}$$

则整个绝缘层沿纵向的电阻为：

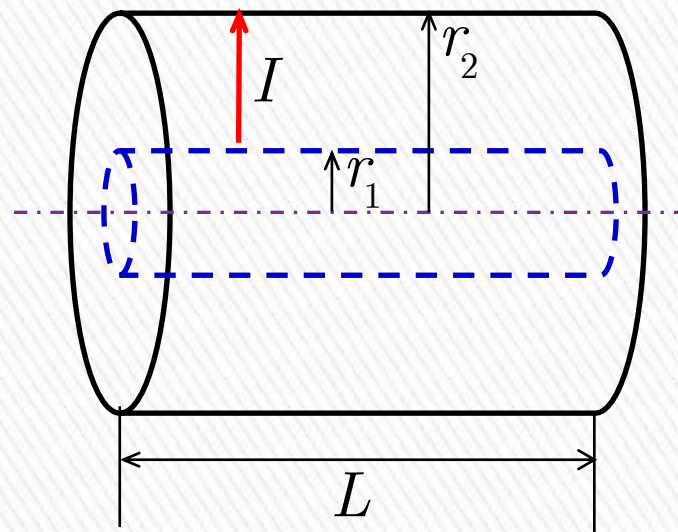
$$R = \int_{r_1}^{r_2} \rho \frac{dr}{2\pi rL} = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{r_2}{r_1} \stackrel{\text{代入数据}}{=} 2.206 \times 10^8 \Omega$$



**习题 11.8:** 如图，电缆的芯线是半径  $r_1 = 0.5 \text{ cm}$  的铜线，在铜线的外面包一层同轴的绝缘层，绝缘层外半径为  $r_2 = 2 \text{ cm}$ ，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。(2) 当芯线与铅层的电势差为  $100 \text{ V}$  时，该电缆中绝缘层的径向电流为多大？

**(2)解:** 径向电流为：

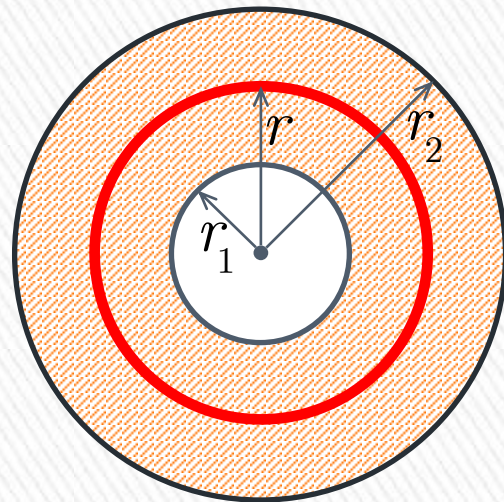
$$I = \frac{U}{R} = 4.532 \times 10^{-7} \text{ A}$$



**习题 11.9：**球形电容器的内外球壳半径分别为  $r_1$  和  $r_2$ ，中间充满电阻率为  $\rho$  的电介质。证明它的漏电阻为

$$R = \frac{\rho}{4\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

**证明：**如图为该电容器的横截面，在电介质中取半径为  $r$ 、厚度为  $dr$  的球壳状微元，则该微元的电阻为



$$dR = \rho \frac{dr}{S}, \text{ 其中 } S = 4\pi r^2$$

$$\text{则 } dR = \rho \frac{dr}{4\pi r^2}$$

则整个电介质层的漏电阻为

$$R = \int_{r_1}^{r_2} \rho \frac{dr}{4\pi r^2} = \frac{\rho}{4\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

**习题 11.12:** 如图所示，其中  $\mathcal{E}_1 = 3.0 \text{ V}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 1.0 \text{ V}$ ,  $r_1 = 0.5 \Omega$ ,  $r_2 = 1.0 \Omega$ ,  $R_1 = 4.5 \Omega$ ,  $R_2 = 19.0 \Omega$ ,  $R_3 = 10.0 \Omega$ ,  $R_4 = 5.0 \Omega$ 。求电路中的电流分布。

**解:** 对节点  $b$  作 KCL 方程得:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

对回路 1 作 KVL 方程得:

$$-\mathcal{E}_1 + I_1 r_1 + I_1 R_1 + I_1 R_4 + I_3 R_3 = 0 \quad (2)$$

对回路 2 作 KVL 方程得:

$$-\mathcal{E}_2 + I_2 r_2 + I_2 R_2 + I_3 R_3 = 0 \quad (3)$$

联立以上方程，求解线性方程组，即可解得  $I_1, I_2, I_3$ 。

