

电磁学A第九次作业

2022年4月28日

Question 1

【例】 已知铜的电阻率为 $\rho = 1.68 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ，试估算特征时间和平均自由程的量级。

【解】

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{ne^2\tau}{m_e}$$

$$\longrightarrow \tau = \frac{m_e}{\rho ne^2} \sim \frac{10^{-30}}{10^{-8} \times 10^{29} \times (10^{-19})^2} \longrightarrow \tau \sim 10^{-13} \text{ s}$$

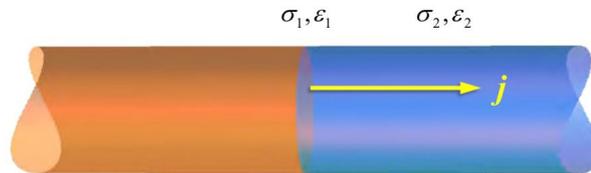
$$\longrightarrow \lambda = u\tau \sim 10^5 \times 10^{-13} \longrightarrow \lambda \sim 10^{-8} \text{ m}$$

【注】 代入具体数值，得到的结果为 $\lambda \approx 30$ 埃。

66

Question 2

【例】 稳恒电流 I 均匀地流经横截面积均为 S 的两种导电介质圆柱，已知两种导电介质的电导率分别为 σ_1 和 σ_2 ，介电常数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 。试确定介质界面上的自由电荷及总电荷分布。



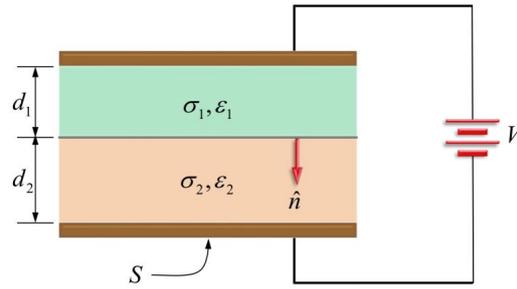
【解】 设 \hat{n} 是由介质1指向介质2的法向单位矢量。由稳恒电流满足的边值关系有

$$\vec{j}_1 = \vec{j}_2 = \frac{I}{S} \hat{n} \triangleq \vec{j}$$

76

Question 3

【例】 平行板电容器极板间填充两层导电介质，电容器两极板间电压为 V ，图中所标参数皆为已知。求电流密度、电场强度的分布以及自由电荷和总电荷分布（忽略边缘效应）。

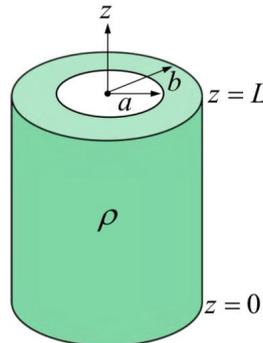


78

Question 4

【例】 长为 L 、内外半径分别为 a 和 b 、电阻率为 ρ 的导体柱壳，试分别在以下两种情形下计算电阻：

- (1) 维持上、下底面分别为等势面；
- (2) 维持内、外侧面分别为等势面。



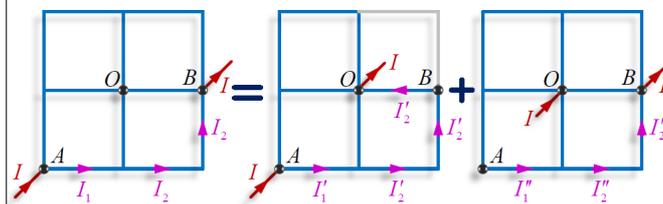
87

Question 5

求等效电阻（图中每段的电阻均为 r ）。

(1)

【例】 如图所示的电阻网络，每段的电阻均为 r 。试求 A 、 B 之间的等效电阻。



(2)

【例】 一立方体，每边的电阻都为 r ，求对角线之间的电阻。

【解】 假设电流 I 由 A 点流入， B 点流出。

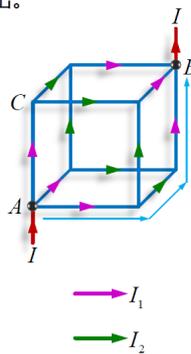
$$\begin{cases} \text{对 } A \text{ 点: } I = 3I_1 \\ \text{对 } C \text{ 点: } I_1 = 2I_2 \end{cases}$$

A 点与 B 点的电势差为:

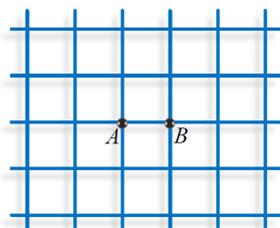
$$V_{AB} = I_1 r + I_2 r + I_1 r = IR_{AB}$$

$$\Rightarrow IR_{AB} = \frac{1}{3}Ir + \frac{1}{6}Ir + \frac{1}{3}Ir = \frac{5}{6}Ir$$

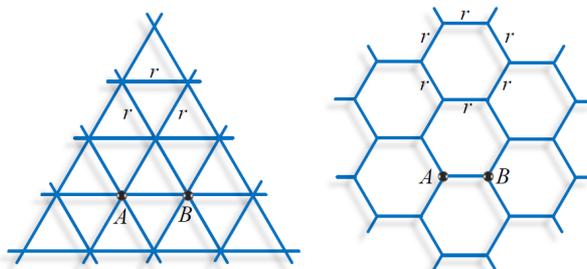
$$\Rightarrow R_{AB} = \frac{V_{AB}}{I} = \frac{5}{6}r$$



(3)

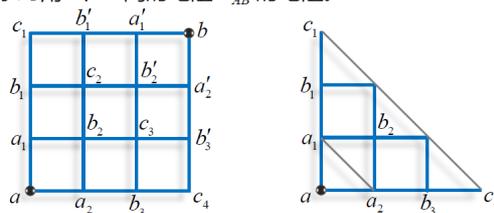


(4)



(5)

【例】 24个相同的电阻 r ，联结成每边三个电阻的正方格子，试求对角 A 、 B 间的电阻 R_{AB} 的电阻。

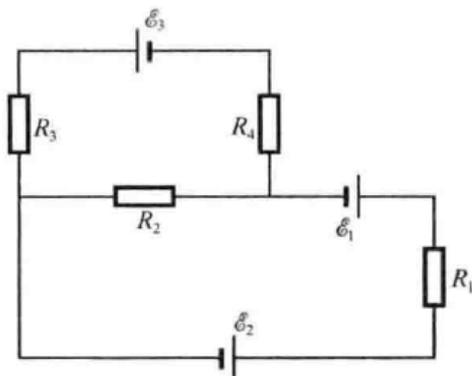


Question 6

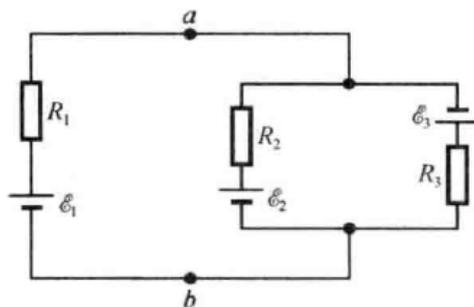
课后习题 4.9-4.15

4.9 如习题 4.9 图所示, 3 个电源的电动势分别为 $\mathcal{E}_1 = 12.0\text{V}$, $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 = 6.0\text{V}$, 电阻 $R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 6\Omega$, 求 R_4 上的电压和通过 R_2 的电流.

4.10 一直流电路如习题 4.10 图所示, 其中, $\mathcal{E}_1 = 3\text{V}$, $\mathcal{E}_2 = 1.5\text{V}$, $\mathcal{E}_3 = 2.2\text{V}$; $R_1 = 1.5\Omega$, $R_2 = 2.0\Omega$, $R_3 = 1.4\Omega$; 电源的内阻不计, 试求 a, b 两点之间的电势差.



习题 4.9 图



习题 4.10 图

4.11 一电路如习题 4.11 图所示. 已知 $\mathcal{E}_1 = 12\text{V}$, $\mathcal{E}_2 = 10\text{V}$, $\mathcal{E}_3 = 8\text{V}$, $r_1 = r_2 = r_3 = 1\Omega$, $R_1 = R_3 = R_4 = R_5 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, 求

(1) 图(a)中 a, b 两点间电压;

(2) 图(b)中通过 R_1 的电流.

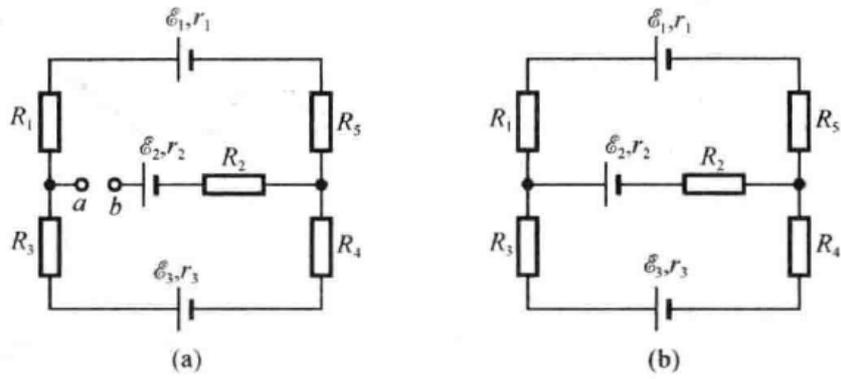
4.12 在习题 4.12 图所示电路中, 已知: $\mathcal{E}_1 = 6\text{V}$, $\mathcal{E}_2 = 4.5\text{V}$, $\mathcal{E}_3 = 2.5\text{V}$, $R_1 = R_2 = 0.5\Omega$, $R_3 = 2.5\Omega$, 忽略电源内阻, 求通过电阻 R_1, R_2 和 R_3 的电流.

* 4.13 两同心导体球壳半径 $a < b$, 球壳间充满电导率为 σ 、介电常量为 ϵ 的均匀介质. 设 $t=0$ 时刻内球壳带电 q , 试计算

(1) 介质中的传导电流强度;

(2) 传导电流总共产生多少焦耳热.

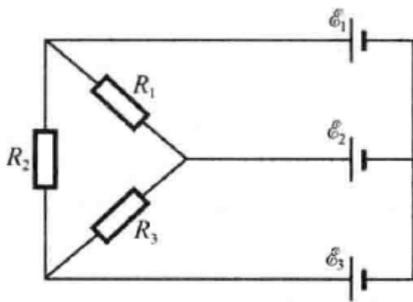
* 4.14 如习题 4.14 图所示, 有半径分别为 R_1 和 R_2 的同轴导体圆筒, 长为 $L (L \gg R_1, R_2)$. 设



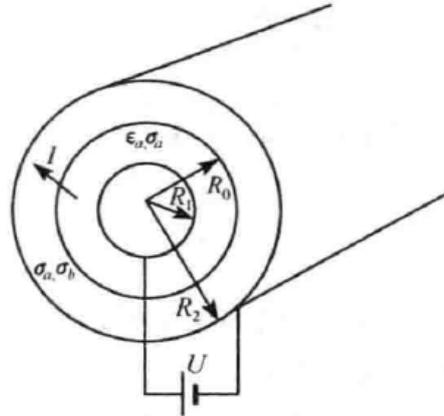
习题 4.11 图

两筒间充满两层均匀介质,其分界面是与导体圆筒同轴的圆柱面,半径为 R_0 , 介质 a, b 的介电常量分别为 ϵ_a 和 ϵ_b , 电导率分别为 σ_a 和 σ_b . 在两筒间加上恒定电压 U , 求

- (1) 两导体圆筒间的电阻和电流;
- (2) 各界面的自由电荷分布.



习题 4.12 图



习题 4.14 图

4.15 将两个导体嵌入到电导率为 $10^{-4} \text{ S} \cdot \text{ m}^{-1}$ 、介电常量为 $\epsilon = 80\epsilon_0$ 的介质中, 测得这两个导体之间的电阻为 $10^5 \Omega$, 计算这两个导体之间的电容.