

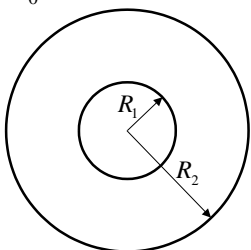
## 恒定电场作业

1. (1分) 在导电媒质中, 电荷的体密度为  $\rho = \nabla \left( \frac{\varepsilon}{\lambda} \right) \cdot \vec{J}$ 。当导电媒

质为均匀媒质时,  $\varepsilon$  和  $\gamma$  都不随空间位置变化, 因此电荷密度为零。

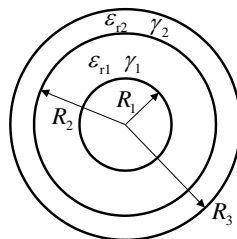
另一方面, 由定义可知, 体电流密度为电荷体密度乘以电荷的运动速度。试解释均匀导电媒质中体电流密度不为零而体电荷密度为零这一“矛盾”。

2. (4分) 球形电容器内半径  $R_1 = 5\text{cm}$ , 外半径  $R_2 = 10\text{cm}$ , 内外导体间的非理性电介质的电导率  $\gamma = 10^{-9}\text{S/m}$ , 若内外导体间电压  $U_0 = 1000\text{V}$ , 求内外导体间的  $\varphi$ 、 $\vec{E}$ 、 $\vec{J}$  和绝缘电阻  $R$ 。



3. (5分) 同轴电缆内导体半径为  $R_1$ , 外导体半径为  $R_3$ , 内外导体之间有两层媒质。内层从  $R_1$  到  $R_2$ , 媒质的参数为  $\varepsilon_{r1}$  和  $\gamma_1$ ; 外层从  $R_2$  到  $R_3$ , 媒质的参数为  $\varepsilon_{r2}$  和  $\gamma_2$ , 如图所示。求

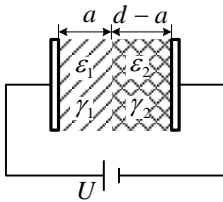
- (1) 每层单位长度的电容;
- (2) 每层单位长度的电导;
- (3) 单位长度的总电容;
- (4) 单位长度的总电导;



(5) 当同轴电缆长度为  $L$ , 内外导体之间的电压为  $U$ , 忽略边缘效应, 利用边界上的衔接条件分别求界面  $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_3$  上的电荷面密度。

4. (1分) 假设大地为均匀导电媒质, 浅埋于地下的不规则形状接地体电流流入大地。在远离接地体的大地内, 电流如何分布?

5. (3 分) 图示平行平板电容器，两极板间距为  $d$ ，极板之间有两种电介质，第一种电介质厚度为  $a$ ，介电常数为  $\varepsilon_1$ ，电导率为  $\gamma_1$ ；第二种电介质厚度为  $d-a$ ，介电常数为  $\varepsilon_2$ ，电导率为  $\gamma_2$ 。若两极板间加电压  $U$ ，求电介质中的电场强度、漏电流密度和电介质分界面上的自由电荷面密度。



6. (2 分) 在恒定电场的电源中，总的电场强度闭合线积分为零吗？局外电场强度的闭合线积分为零吗？库仑电场强度的闭合线积分为零吗？在电源之外，上述 3 个闭合线积分是否为零？

7. (2 分) 请依据电流密度矢量  $\mathbf{J}$  的定义及电流连续性定理，分别给出电路理论中焦耳定律（微分形式）与基尔霍夫电流定律的推导过程。