

2024 年 5 月 16 日（周四）19:00-21:20

# 2024 春电磁学(H)期中考试试卷

注意事项：

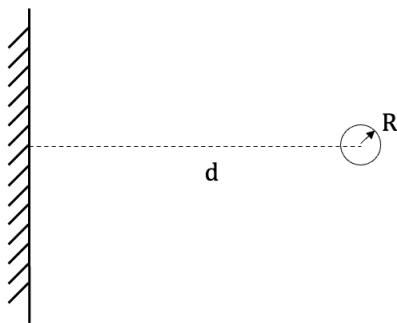
1. 本试卷为回忆版，题目表述与原卷严重不符，仅保证了物理图像与所给条件与试卷一致；
2. 本试卷仅为协助 24 级以后的严济慈物理科技英才班同学进行考前复习而整理，可搭配整理者另一文件（课件出现过的“球”类问题汇总）食用；
3. 课程授课教师与原卷命题教师为叶邦角老师，若有侵权，请联系 [yuhongfei@mail.ustc.edu.cn](mailto:yuhongfei@mail.ustc.edu.cn)。

一、在真空中有一相对介电常数为  $\epsilon_r$  的导体球，球半径为  $R$ ，使其均匀带电  $Q$ 。求：

1. 球内部的极化电荷和球表面的极化电荷；
2. 球内部的静电能、球外部的静电能和总静电能；
3. 系统的宏观静电能和极化静电能；
4. 若球的电导率为  $\sigma$ ，求任意时间  $t$ 、距离球心  $r$  的球内部的电场强度和电流密度；
5. 到达平衡态时产生的焦耳热。

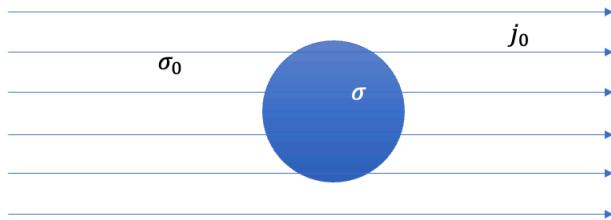
二、有一样品（尺度为 mm），可看作无限大接地平面，距离平面  $d$  处有一探头（尺度为 nm），探头可近似看作一半径为  $R$  的导体球， $d$  为球心到平板的距离。求：

1. 在零阶近似下，二者之间的电容；
2. 在一阶近似下（点电荷模型），二者之间的电容；并求探头受到的作用力；
3. 在二阶近似下（电偶极子模型），二者之间的电容（已知导体球在匀强电场中的感应电偶极子为  $p_0 = 4\pi\epsilon_0 a^3 E_0$ ）；
4. 在二阶近似下，探头受到的作用力（用梯度力公式  $\mathbf{F} = (\mathbf{p} \cdot \nabla) \mathbf{E}$  计算）；
5. 在二阶近似下，将探头移到无穷远处所需要的功。



三、在无限大电导率为  $\sigma_0$  的空间内，有均匀电流场  $j_0$ ，场中有一电导率为  $\sigma$  的导体球，已知导体球内部由球表面所带电荷产生的电场为均匀电场，球外部由球产生的电场可看作电偶极子产生的电场。求：

1. 球内和球外的电势分布；
2. 球内和球外的电场分布；
3. 感应电偶极子的大小和球表面的电荷分布；
4. 球电导率  $\sigma$  为多少时有最大焦耳功率？并求出这个最大功率。



四、无限大平面被一条水平直线分为两部分，有一半径为  $R$ 、密度为  $\rho$  的导体球，球心过水平直线。在球外部，水平直线下侧充满密度为  $\rho_1$ 、相对介电常数为  $\epsilon_1$  的液体；上侧充满密度为  $\rho_2$ 、相对介电常数为  $\epsilon_2$  的液体。其中  $\rho_1 > 2\rho$ ,  $\rho_2 \ll \rho$ 。求：

1. 当球所带电荷量  $Q$  为多少时球可以在该位置保持平衡；
2. 上半球和下半球所带的自由电荷、极化电荷和总电荷；
3. 系统的电容；
4. 若下半介质和上半介质电导率分别为  $\sigma_{\text{导}1}$ 、 $\sigma_{\text{导}2}$ ，求达到平衡时产生的焦耳热；
5. 介质的总电阻和耗散时间常数  $\tau$ 。

