

淮南师范学院实验报告

学院：电子工程学院 专业：物理学 班级:24 物理 1 班

学号:2414050120 姓名 缪雨轩 日期：2025. 9. 24

一、用稳恒电场模拟静电场

二、实验目的：

- 1.理解静电场的性质以及电位、等位线与电场线的关系；
- 2.掌握用**稳恒电流场**模拟静电场的条件与方法；
- 3.在同轴圆柱电极模型下，绘制等位线与电场线，并通过**线性化**验证理论。

三、实验原理：

1. 直接测电场带来的问题

- (1)静电场中没有电流，电磁式电表不会偏转
- (2)若探针伸入静电场，探针会产生感应电荷，使原电场产生显著畸变

2. 用稳恒电流场模拟静电场

- (1)稳恒电流场与静电场是两种不同性质的场，但是它们两者在一定条件下具有相似的空间分布，即两种场遵循规律在形式上相似
- (2)模拟法本质上是用一种易于实现，便于测量的物理状态或过程模拟不易实现、不便于测量的物理状态或过程，它要求这两种状态或过程有一对应的两组物理量，而且这些物理量在两种状态过程中满足数字形式基本相同的方程及边界条件

3. 用稳恒电流场模拟静电场

这两种场都可以都可以用两组对应的物理量来描述!并且这两组物理量在一定条件下遵循着数学形式相同的物理规律。对应静电场，电场强度 E:对应稳恒电流场，电流密度矢量 J。

	无源场		保守场
静电场 $\vec{E}$	$\vec{E} = -\nabla\varphi$	$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0$	$\oint_l \vec{E} d\vec{l} = 0$
稳恒电流场 $\vec{J}$	$\vec{J} = \sigma \vec{E}$	$\oint \vec{J} \cdot d\vec{S} = 0$	$\oint \vec{J} \cdot d\vec{l} = 0$

4. 用稳恒电流场模拟静电场的条件：

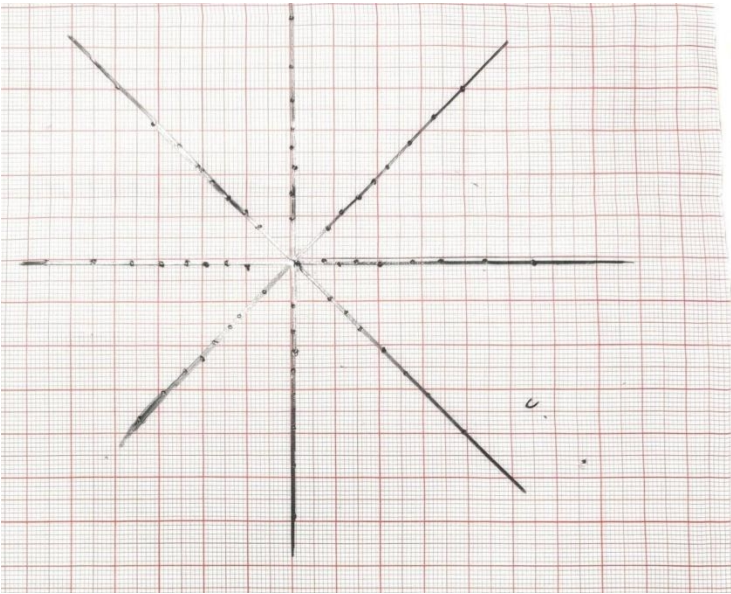
- (1)介质分布:稳恒电流场中的导电质分布必须相应于静电场中的介质分布，具体地说，如果被模拟的是真空或空气中的静电场，则要求电流场中的导电质应是均匀分布的，即导电质中各处的电阻率必须相等。
 - (2)表面等电位:如果产生静电场的带电体表面是等位面。则产生电流场的电极表面也应是等位面。
5. 同轴圆柱体电极间的电场分布. 本实验采用同心圆电极产生的稳恒电流场模拟同轴圆柱面带电体形状的带电体产生的静电场

四、主要仪器设备: 导线若干，静电场描绘仪，同步探针，游标卡尺，坐标纸

五、实验步骤：

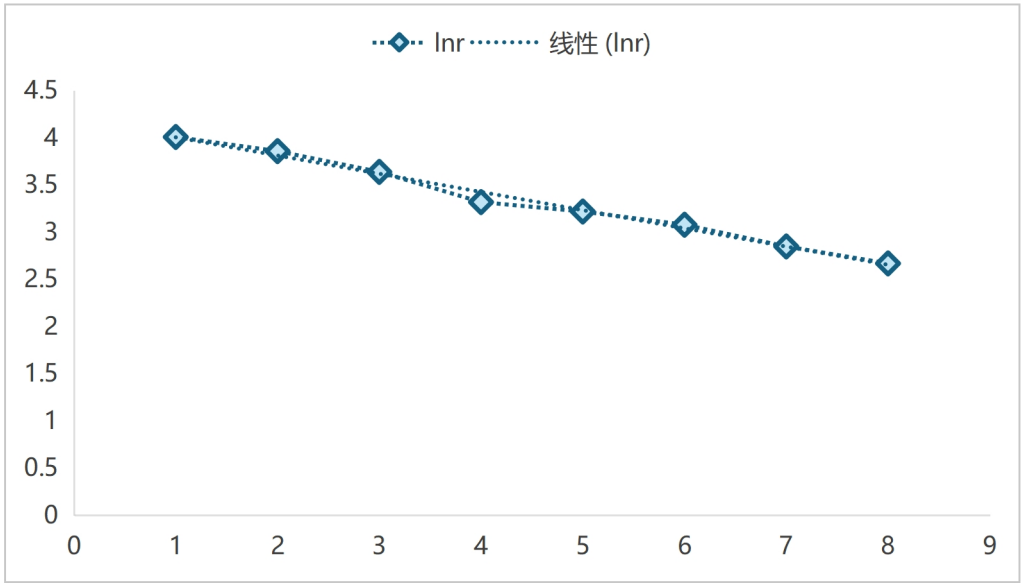
- 1) 按要求连接好电路，检查无误后接通电源
- 2) 使用游标卡尺测量内电极直径，在不同位置测量，并记录好数据.重复六次实验
- 3) 使用游标卡尺测量外电极半径，在不同位置测量，并记录好数据.重复六次实验
- 4) 将坐标纸固定在静电场描绘仪上层载板并用磁条压好探针的下针放入电极内，上针放在坐标纸上准备打孔。
- 5) 将探针的下针对准内电极中心，将电源输出电压调整为 10V.
- 6) 以探针下针对准内电极的中心，在坐标纸上打孔，以该点为中心等角度做八条辐射线，用探针沿着八条辐射线从里向外移动找到电势分别为 8V，7V，60，5v，4v.3V,2V.1U 的点并打孔。
- 7) 取下坐标纸，在坐标纸上画等位面(圆)，用游标卡尺(或直尺)测出 r 的值并记录。
- 8) 描绘同轴圆柱面的等势线和电场线，绘出等位面半径的对数 $\ln r$ 和 $\frac{U}{U_0}$ 的曲线。

六 . 原始数据记录：



七、数据处理：

U/V	u=U/10	(r)	(r)(cm)	(D=2r)(mm)
1	0.10	1.748	5.74	114.9
2	0.20	1.560	4.75	95.1
3	0.30	1.371	3.94	78.8
4	0.40	1.182	3.27	65.4
5	0.50	0.993	2.70	54.0
6	0.60	0.804	2.23	44.6
7	0.70	0.615	1.85	37.0
8	0.80	0.427	1.54	30.8
10(内极)	1.00	0.049	1.05(=a)	21.0
0(外环)	0.00	1.937	6.94(=b)	138.8



八、实验结果与讨论:

- (1) 测量过程中要保持两电极间的电压不变；
- (2) 实验时上下探针应保持在同一铅垂线上，否则会使图形失真；
- (3) 记录纸应保持平整，测量时不能移动；
- (4) 由曲线可知，随着 U_r 的增大， $\ln r$ 逐渐减小；
- (5) 由以上相对误差可知，实值 U 与理论 U 值相比较小，且误差较小。