实验一 多导体系统部分电容的测量

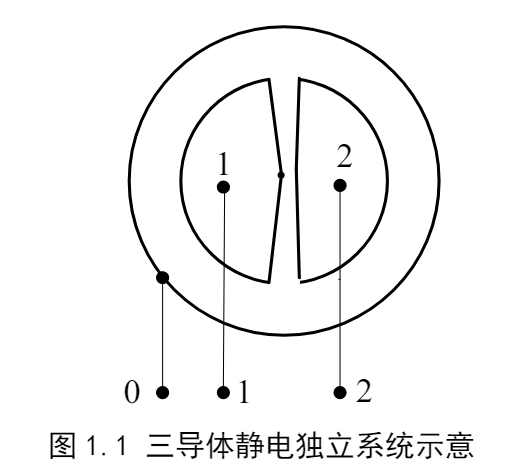
电 25 吴晨聪 2022010311

实验器材：5号电缆 同组成员：张博文

# 实验目的

1. 掌握测定导体系统的电位系数α、静电感应系数β及部分电容C的实验方法；通过实验了解这些系数的物理意义及影响他们的因素；
2. 验证α、β和C诸系数之间的关系；
3. 了解这些系数在实际工程中的应用。

1. **实验原理**



如图所示，在一个由三个导体组成的静电独立系统中，将参考导体编为0号导体，其余两个导体分别编为1号和2号导体，则导体上的电荷与电位关系可用以下方程组表示：

方程组(1)(2)(3)分别是电位系数方程式、感应系数方程式和部分电容方程式，其中是电位系数，它表示导体*k*上总电荷对导体*j*的电位影响；成为静电感应系数，称为部分电容。表示导体*j*的电位，表示导体*j*上的电荷。

电位系数、静电感应系数和部分电容都具有互易特性，即满足：



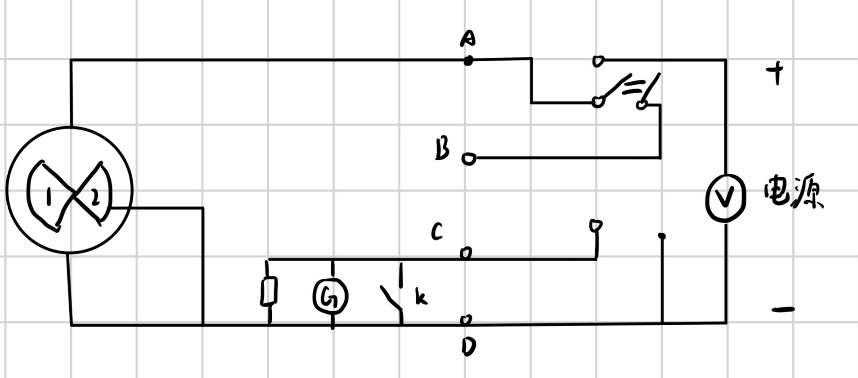
实验时，使用可调直流稳压电源供电，使目标导体充电至电位为，然后再用冲击检流计来测量导体上的电荷。

# 实验任务

* 1. 按照前述的实验原理拟出对于三导体静电独立系统测得的线路图。

测量:

考虑方程组（3）中的第一个式子，只需要令再测量导体1的电位和电量即可，据此可得到电路图:



测量:

考虑方程组（1）中的第一个式子，只需要令再测量导体1的电位和电量即可，导体2电荷量归零的方法--在连接电路前将0，1，2导体短接实现电中和，连电路时导体2悬空，即可据此可得到电路图:

一張含有 圖表, 行, 字型, 數字 的圖片

自動產生的描述

测量:

考虑方程组（1）中的第一个式子，同时测出、、即可结合的值计算出；具体操作为先把开关向上闭合令再将开关向下闭合，测出；接着将1、2导体相关的导线互换通过同样操作测得，即可计算出：

一張含有 圖表, 行, 字型, 數字 的圖片

自動產生的描述

* 1. 写出系数矩阵α、β、C之间的关系式
  2. 将导体1、2短接组成第一组，导体3、4短接组成第二组，这样（1和2）、（3和4）和0号导体组成了三导体静电独立系统。
  3. 测出、、、、、、。每个参数测 3 次，最后计算时取平均值。

1. **实验数据处理**

**5号电缆**

：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷(nC) |
|  | 1 | 30.00 | 24.8 |
| 2 | 30.00 | 24.5 |
| 3 | 30.00 | 24.7 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷(nC) |
|  | 1 | 30.00 | 16.4 |
| 2 | 30.00 | 16.6 |
| 3 | 30.00 | 16.3 |

，

: &

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷(nC) |
|  | 1 | 30.00 | 11.2 |
| 2 | 30.00 | 11.1 |
| 3 | 30.00 | 11.2 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷(nC) |
|  | 1 | 30.00 | 3.0 |
| 2 | 30.00 | 3.0 |
| 3 | 30.00 | 3.1 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷(nC) |
|  | 1 | 30.00 | -13.9 |
| 2 | 30.00 | -13.8 |
| 3 | 30.00 | -13.7 |

: &

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷(nC) |
| α11 | 1 | 30.00 | 14.3 |
| 2 | 30.00 | 14.4 |
| 3 | 30.00 | 14.2 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷(nC) |
| α22 | 1 | 30.00 | 9.4 |
| 2 | 30.00 | 9.6 |
| 3 | 30.00 | 9.7 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 系数 | 次数 | 电压(V) | 电荷1(nC) | 电荷2(nC) |
| α12 | 1 | 30 | 11.6 | 3.6 |
| 2 | 30 | 11.6 | 3.5 |
| 3 | 30 | 11.6 | 3.5 |

根据，计算可得

整理α、β、C矩阵：

根据α与β矩阵的关系，求α矩阵的逆矩阵：

与β矩阵相比存在一定误差；

根据β矩阵与C矩阵的关系，已经有，只需验证

数据在误差范围内，α、β、C矩阵可以相互印证，本次实验测定结果合理。

误差分析：

实验中，电势是从函数发生器中直接读数记录，基本上不会产生误差。测量冲击电荷量时偶尔会出现偏差较大的值，可能是由于开关下拉前充电过程未进行完全。也可能是由于各个导体间由于电场作用的影响，使得测量出来的冲击电荷量并不完全等于导体自身带的电荷量。

1. **思考题**
2. 在设计电路时，电源的负极和电流计的负极必须接在一起吗？为什么？指导书中将电源的负极和电流计的负极接在一起，这样设计有什么好处？

不一定。充放电过程中，由于实验中0，1，2号导体以0号导体为参考零电势点，只需要在充放电时将电源负极与0号导体相连，即连接参考零电势点便可。

指导书中将二者连接在一起是可以在充放电时避免更改电路，操作更加简单并且能够避免不必要的误差。

1. **助教签字**

