

用静电计比较导体电容大小实验的分析

赵士鹏^a, 宿丽叔^a, 拾景忠^b

(江苏师范大学 a. 物理与电子工程学院; b. 教师教育学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 在导体带电量 Q_0 相同和对地电势 U_0 相同的条件下, 结合静电计定性比较了 2 个导体的电容大小.

关键词: 导体; 电容; 静电计; 电荷; 电势

中图分类号: O441.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-4642(2014)01-0047-02

1 引言

电容(或称电容量)是表现电容器容纳电荷本领的物理量, 从物理学上讲, 是一种静态电荷存储介质. 孤立导体的电容就是远离其他物体的导体的电容, 一般认为: 孤立导体与无穷远处构成电容, 导体接地等效于接到无穷远处, 并与大地连接成整体^[1]. 对于 2 个孤立导体来说, 可以借助静电计来判断电容的大小.

通过分析静电计的构造, 发现静电计本身就是电容器. 其中金属球、金属杆、指针相当于电容器的一个电极板, 金属外壳相当于另一个电极板, 它们之间是绝缘的. 静电计的电容大小由金属外壳的大小和金属杆及指针的长短、位置所决定. 因为指针的偏转角变化对静电计的电容的影响很小, 故在指针转动过程中可近似认为静电计的电容值不变^[2].

根据 $Q=CU$ 可知, 当静电计电容保持不变时, 静电计两极间的电势差 U 与其带电量 Q 成正比, U 越大, Q 越大, 指针所受电场力越大, 指针张角因此就越大. 由此可见, 指针张角大小能定性地反映静电计两极间的电势差的大小.

2 电容大小的比较

对于孤立导体, 它的电容取决于导体本身的形状、大小等因素, 通过对导体电容和静电计原理的分析, 笔者提出以下 2 种方法来定性判断两导体电容的大小.

2.1 导体带电荷量 Q_0 相同

2.1.1 实验操作

让两导体接触, 通过静电感应的方法, 使两导体分别带上等值异号的电荷, 设电荷量大小为 Q_0 , 导体 1 的电容为 C_1 , 导体 2 的电容为 C_2 , 静电计的电容为 $C_{静}$, 让两导体分别与静电计接触, 根据静电计指针张角的大小, 可以判断两导体对地电势的大小.

2.1.2 原理分析

由于导体与静电计直接相连, 如图 1 所示, 可知导体的电容 C_1 与静电计的电容 $C_{静}$ 是并联的, 根据并联电容的公式, 得到 $C_1 + C_{静} = Q_0/V_1$ (Q_0 也为导体和静电计接触后总的电荷量), 导出

$$C_1 = \frac{Q_0}{V_1} - C_{静}, \quad (1)$$

同理可得

$$C_2 = \frac{Q_0}{V_2} - C_{静}. \quad (2)$$

根据静电计张角的大小可以判断 V_1 和 V_2 的大小, 若 $V_1 > V_2$, 则根据式(1)和(2)可以得出 $C_1 < C_2$.

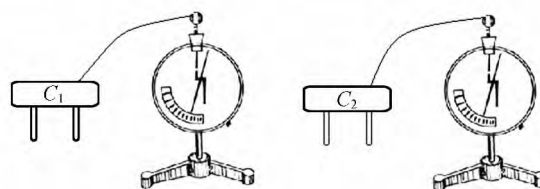


图 1 原理示意图

收稿日期: 2013-08-05; 修改日期: 2013-10-16

作者简介: 赵士鹏(1991-), 男, 安徽六安人, 江苏师范大学物理与电子工程学院 2010 级本科生.

通讯作者: 拾景忠(1959-), 男, 江苏徐州人, 江苏师范大学教师教育学院高级实验师, 学士, 从事物理实验教学和研究工作.

2.1.3 实验结果

实验时选取了 2 个电容器,通过静电感应使 2 个电容带上大小相等的电荷量,与静电计链接,根据指针张角大小来判断电容的大小(每次电容与静电计接触前,应把静电计上多余的电荷中和掉).表 1 是实验时通过感应得到不同电荷量的结果.对于同一次实验,2 个电容的电量大小是相等的,但对于不同次的实验,由于静电感应不同,引起每次的电荷量不相等;表中张角 θ 为指针张开的格数.

表 1 电容带电量相同时实验数据

n	θ/div	
	C_1	C_2
1	4.5	2.3
2	3.3	1.7
3	3.0	1.4
4	3.5	1.8
5	3.7	1.8

2.2 对地电势 U_0 相同

2.2.1 实验操作

让两导体接触,通过接触法给两导体带电,将两导体分开后,两导体对地电势相等,让两导体分别与静电计接触,根据静电计指针张角的大小,可以判断两导体对地电势的大小.

2.2.2 原理分析

设导体对地的电势为 U_0 ,可得 $Q_1 = C_1 U_0$, $Q_2 = C_2 U_0$,根据 $C_1 + C_{\text{静}} = Q_0 / V_1$,可得

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1 + C_{\text{静}}} = \frac{U_0}{1 + C_{\text{静}}/C_1}, \quad (3)$$

同理可得

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2 + C_{\text{静}}} = \frac{U_0}{1 + C_{\text{静}}/C_2}, \quad (4)$$

此时,若 $V_1 < V_2$,则由(3)和(4)可得 $C_1 < C_2$.

2.2.3 实验结果

同样选取上述 2 个电容器,通过接触法使 2 个电容带上相同大小的电势,与静电计链接,根据指针张角大小来判断电容的大小.表 2 是实验时通过接触得到不同电势的结果,用同一电源给 2 个电容带相等的电势.

表 2 电容带电量相同时实验数据

n	θ/div	
	C_1	C_2
1	2.1	3.9
2	2.0	3.9
3	2.1	4.0
4	2.2	3.8
5	2.1	3.9

3 结束语

通过上面的分析论证,可以得到对于孤立导体,借助静电计比较它们电容的大小,这 2 种方法具有原理突出、操作简单、物理意义直观等优点.但静电计作为半定量仪器,有一定的误差,如果 2 个电容大小相差不是很大,实验结果不是很明显.

参考文献:

- [1] 余建刚. 浅谈验电器与静电计的差异[J]. 教学仪器与实验,2006(1):27-28.
- [2] 王广云,冯如鹤. 孤立导体的电容[J]. 技术物理教学,2005(3):24-25.

Comparing capacitance with electrometer

ZHAO Shi-peng^a, SU Li-shu^a, SHI Jing-zhong^b

(a. School of Physics; b. Electronics Engineering, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221166, China)

Abstract: The capacitances of two conductors, with same electric quantity and earth potential, were compared qualitatively with electrometer.

Key words: conductor; capacitance; electrometer; charge; electric potential

[责任编辑:郭 伟]