

电容器充、放电实验元件的选择

Select the Reasonable Element in the Charge Discharge Experiment of Capacitor

韦庚龙

Genglong Wei

广西柳州化工技工学校 中国·广西 柳州 545000

Liuzhou Chemical Mechanic School, Liuzhou, Guangxi, 545000, China

摘要: 选择电容器充放电实验合理的元件,采用不同容量的电容器进行充放电,以9V干电池为电源,12V/0.1A小灯泡为负载,电容器容量在45000~90000 μ F范围内,实验现象明显,该参数可用于电容器充放电实验,使实验现象明显易于观察。

Abstract: Select the reasonable element in the charge discharge experiment of capacitor, the capacitor of different capacity is used for charging and discharge, the voltage is 9V, the light bulb is 12V/0.1A, capacitors are in the range of 45000 ~ 90000 μ F, the experimental phenomenon is obvious, this parameter can be used for capacitor charging and discharge experiments, mke the experiment obvious and easy to observe .

关键词: 电容器; 充放电; 参数

Keywords: capacitor; charging and discharge; parameters

DOI: 10.12346/etr.v3i7.3966

1 引言

电容器是储存电荷的容器,它由两块金属板中间夹一层绝缘材料构成。一般分为固定电容和可变电容;固定电容器按是否有极性分为无极性电容和有极性电容两大类。电容器具有通交流隔直流的特性,直流电流不能通过电容器^[1],是电子工业中的一个重要元件。

在教学中,为了让学生掌握电容器的基本性质,我们通过电容器充、放电实验来加深学生对电容器性质的理解。但由于教材中该实验各元件没有具体的参数,实验中难以观察到明显的实验现象。为了解决这个问题,论文通过试验,采用不同电压及小灯泡、不同容量的电容器进行充、放电实验,记录小灯泡灯亮的时间。结果以9V干电池为电源,12V/0.1A小灯泡为负载,电容器容量在45000~90000 μ F范围内,电容器充电时间25~35s,灯亮时间5.5~11s,电容器放电时间12.5~24s,灯亮时间6~11s。能够观察到明显的现象,该参数可用于电容器充放电实验,使实验现象明显易于观察。

2 仪器与材料

数字万用电表(3个)、干电池(1.5V 4颗、9V 1颗)、发光二极管(2个)、小灯泡(3.8V/0.3A 1只、12V/0.1A 1只)、秒表、电解电容器1000 μ F 4只、3300 μ F 2只、15000 μ F 6只。

3 方法与结果

3.1 测定方法

按照图1电路图连接好电路,通过改变电容器容量的大小,测定电容器充、放电的时间及灯亮时间。

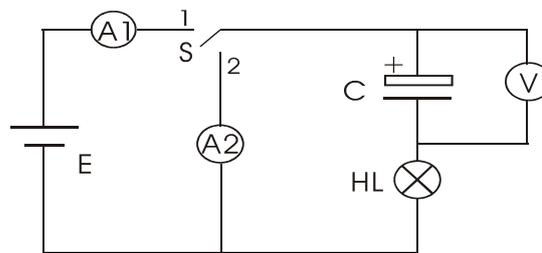


图 1

【作者简介】韦庚龙(1970-),男,壮族,中国广西马山人,本科,中级工程师,从事危险化学品特种作业培训、化学检验及电工电子教学工作等研究。

3.2 电压选择

实验中采用干电池供电,可选择电压有 1.5V、3V、6V、9V,依据电容器充电电量公式 $Q=CU^{[2]}$,在电容器容量一定时,充电电量与充电电压成正比,为了让电容器充放电现象明显,让电容器充电电量足够多,本次实验采用 9V 干电池。

3.3 小灯泡选择

本实验尝试采用发光二极管、3.8V/0.3A、12V/0.1A 小灯泡进行充放电实验,实验中发现,发光二极管充放电时间过长,充电时由于电容器有漏电电流存在,微小的漏电电流使二极管在充电结束时仍发出微弱的光;而放电时由于二极管 PN 结的存在,使得放电不完全,电压表上的电压无法回到零^[3],因此小灯泡不能采用发光二极管。3.8V/0.3A 小灯泡在充电时,由于有电容器存在,即使采用 9V 电压充电,加大电容器的容量,充电电流仍然过小,不足以点亮小灯泡,而放电时由于电容器两端电压为 9V,超出小灯泡的额定电压,放电电流过大易导致小灯泡损坏,因此也不能采用。12V/0.1A 小灯泡在电流为 40mA~100mA 均能观察到明显的灯亮现象,而充、放电最大电流 $I \leq 102 \text{ mA}$,因此本次实验所用灯泡采用 12V/0.1A 小灯泡。

3.4 电容器种类选择

固定电容器按是否有极性分为无极性电容器和有极性电容器两大类;无极性电容器一般容量较小,目前无极性电容生产工艺只能制作小容量电容,而有极性电容器生产工艺能够制作体积小容量大电容,依据电容器充电电量公式 $Q=CU^{[2]}$ 在电容器充电电压一定时,充电电量与电容器容量成正比,为了使电容器充放电现象明显,让电容器充电电量足够多,本次实验采用有极性电容器即铝电解电容器。

3.5 电容器容量选择

按照图 1 电路图连接好电路,电源为 9V 干电池, A1、A2、V1 采用数字万用电表,测流过 A1、A2 的电流时档位调到电流为 200mA 档, V1 调到直流电压为 20V 档。充电时将开关 S 拨到 1 位置,干电池给电容器充电,在开关 S 拨到 1 的同时,按下秒表,记录小灯泡由亮到灭的时间、最大充电电流,此时充电电流不断下降,而电容器两端的电压不断上升。当电容器两端电压不变时表示充电结束,此时电流表 A1 数值为 0,充电结束时按下秒表,记录充电时间。放电时将开关 S 拨到 2 位置,电容器放电,在开关 S 拨到 2 的同时,按下秒表,记录小灯泡由亮到灭的时间、最大放电电流,此时放电电流不断下降,而电容器两端的电压降着下降。当电容器两端电压为 0 表示放电结束,此时电流表 A2 显示数值为 0,放电结束时按下秒表,记录放电时间。通过改变电容器容量的大小,分别测定不同容量的电容器充、放电所需要的时间及持续灯亮时间。测定结果见表 1。

表 1 测定结果

电容容量 (μF)	充电时间 (s)	充电灯亮时间 (s)	充电最大电流 (mA)	放电时间 (s)	放电灯亮时间 (s)	放电最大电流 (mA)
1000	< 1	不亮	65	< 1	不亮	64
3300	2	< 1、闪亮	34	1.5	< 1、闪亮	65
6600	3.5	1	60	2.5	1	70
10600	5.5	1.5	52	3.5	1.5	88
15000	8.5	2	52	5	2.3	92
30000	16.8	3.5	75	8.5	4	95
45000	25	5.5	81	12.5	6	98
60000	28	7.5	84	16	7.5	101
75000	31	9	85	20	9.5	101
90000	35	11	94	24	11	102

4 结果分析

充电结束后,电流表 A1 的电流显示为 0,说明直流电流不能通过电容器,具有“隔直流、通交流”的作用^[3]。而放电时,在没有电源的情况下,将开关 S 拨到 2 时,电路中有电流通过,当放电结束时,电路中的电流为 0,电容器两端电压也降为 0,说明电容器上储存有电荷,电容器具有储存电荷的能力。

实验结果表明,电容容量 45000 μF 时,充电时间为 25s,小灯泡点亮的时间 5.5s,放电时间为 12.5s,灯亮时间为 6s,电容容量 90000 μF 时,充电时间为 35s,小灯泡点亮的时间 11s,放电时间为 24s,灯亮时间为 11s。

5 结论

采用 9V 干电池为电源,负载为 12V/0.1A 小灯泡,电容器容量在 45000~90000 μF 范围内进行充、放电实验,电容器充电时间 25~35s,灯亮时间 5.5~11s,电容器放电时间 12.5~24s,灯亮时间 6~11s,在课堂实验中显示有充足的充放电时间及灯亮时间,实验现象十分明显。因此,在电容器充放电实验教学中,适宜选用的元件为:9V 干电池,12V/0.1A 小灯泡,电容器容量 45000~90000 μF 。当然,容量大于 90000 μF 的电容器也可用于实验,但容量越大,电容器充放电的时间越长,会影响课堂的授课效率。

参考文献

- [1] 覃斌.电工与电子技术基础[M].北京:机械工业出版社,2014.
- [2] 殷瑞祥,罗昭智.电工电子技术基本教程[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [3] 黄宇平,林勇坚.电工基础[M].北京:机械工业出版社,2017.