

文章编号:1005-4642(2020)09-0055-03



基础教育

电感和电容对交变电流影响实验的改进

卢亚军, 曾庆河, 张轶炳

(宁夏大学物理与电子电气工程学院, 宁夏银川 750021)

摘要:自制演示实验板,将电感实验和电容实验器件制作在同一电路板上,通过切换开关做不同类型的实验.增加对照灯,利用智能手机记录光照度,对比实验灯所在支路接入电感或电容时实验灯和对照灯的亮度,学生可以直接观察电路中电流的变化.

关键词:电感;电容;交变电流;智能手机

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2020.09.011

“电感和电容对交变电流的影响”是人教版物理选修3-2第5章第3节的内容^[1],教材的电感实验,若带铁芯的线圈感抗较小,灯泡的亮度差别不大,学生难以对比,且先后2次操作实验,学生只能凭印象对比,效果不够理想.同时传统实验无法演示出自感系数不同的电感线圈对交变电流的影响情况.教材的电容实验,只能演示出电容器“隔直流,通交流”的作用,无法演示电容大小不同的电容器对交变电流的影响规律.文献[2-3]对实验改进,改进后虽然能看出灯泡亮度的变化,但实验前后灯泡的亮度用眼睛观察,且没有专门的演示实验板,教师需多次连接电路.针对以上情况,本文设计了改进实验并自制演示实验板^[4],既能弥补演示实验现象不明显的缺陷,又能提高课堂效率.

1 实验改进思路

将电感实验和电容实验电路制作在同一实验板上,通过切换开关做不同类型的实验,改进实验原理如图1所示.同时在实验板上增加了对照灯,即直接并联到电源上的灯泡.对比实验灯所在支路接入电感或电容时实验灯的亮度和对照灯的亮度,这样可以将教材实验中灯泡前后对照转换为2盏灯的实时对照,由此让学生直接观察接

入电容或电感对电路中电流的影响.在电路设计中2只电容大小不同的电容器,既能说明电容对交变电流的影响,也可以对比电容大小不同的电容器对交变电流的影响.同样设置2个电感线圈,既可以说明电感对电流的影响,又能说明自感系数不同的电感线圈对交变电流的影响.在进行实验时,利用光照度传感器或智能手机记录灯泡的光照度,能够更加直观地展示小灯泡亮度的变化.

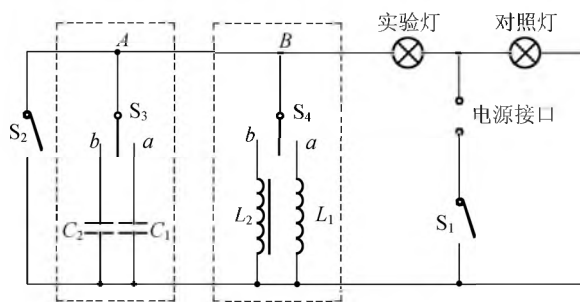


图1 改进实验原理图

实验设计说明:在进行电容实验时,两电容器的电容值分别为 $C_1=1\ 000\ \mu\text{F}$, $C_2=3\ 300\ \mu\text{F}$,可对比电容大小不同的电容器对交流电的影响.在进行电感实验时,两自制电感线圈 L_1 和 L_2 均为100匝,但 L_2 带有铁芯,可对比自感系数不同的电感对直流电、交流电的影响.保证两线圈的匝

收稿日期:2019-12-14;修改日期:2020-07-20

基金项目:宁夏教育厅教育教学改革项目(No. NXJG2017018)

作者简介:卢亚军(1994—),男,甘肃定西人,宁夏大学物理与电子电气工程学院2019级硕士研究生,研究方向为物理教育.

通讯作者:张轶炳(1964—),女,宁夏银川人,宁夏大学物理与电子电气工程学院教授,硕士,主要研究方向为物理教育. E-mail:793667402@qq.com



数相等可以消除线圈的匝数及自身的电阻对实验的影响。

采用智能手机辅助完成数据采集。在智能手机上安装 Phyphox 应用软件,打开应用后选择光传感器,将有 2 种数据显示方式:一种是图表,可以记录一段时间光传感器测得的光照度随时间的变化;另一种是简明值,可以实时显示光传感器所测得的光照度数值。在本实验中选择了简明值显示方式。

2 实验方法

实验过程中每种情况下测 3 组光照度,用 3 次测量值的平均值代替小灯泡在不同情况下的光照度。

2.1 电容对直流电、交流电的影响实验

在自制演示实验板的电源接口处分别用学生电源接 4 V 直流电和交流电,通过开关控制实验灯不串联任何元件(闭合 S_2)、分别与 C_1 和 C_2 串联(单刀双掷开关 S_3 闭合至 a 或 b 端),观察实验现象并且用手机记录实验灯和对照灯在不同条件下的光照度。

接 4 V 直流电,实验灯不串联元件,两灯亮度基本一致;当实验灯与 C_1 或 C_2 串联时,实验灯均不发光,对照灯亮度无变化。

接 4 V 交流电,实验灯不串联元件,两灯亮度基本一致;当实验灯与 C_1 串联时,实验灯亮度降低;当实验灯与 C_2 串联时,实验灯亮度有所增加,但依然比对照灯暗。

“电容对直流电、交流电的影响”实验测量结果如表 1 所示。

表 1 “电容对直流电、交流电的影响”实验数据

电源	串联元件	E/lx	
		实验灯	对照灯
DC 4 V	无	537.0	555.5
	C_1	0	553.9
	C_2	0	553.3
AC 4 V	无	432.0	423.8
	C_1	405.4	519.3
	C_2	423.0	525.9

接直流电,实验灯与电容 C_1 或 C_2 串联,均不发光,说明直流电不能通过电容器,即电容器具有“隔直流”的作用。

接交流电,实验灯与电容 C_1 或 C_2 串联均发光,但亮度都低于对照灯,说明电容器对交流电具有阻碍作用;与 C_2 串联时实验灯更亮,说明电容器的电容越大,对交流电的阻碍越小。

实验结论:直流电不能通过电容器,电容器对交流电具有阻碍作用,且电容越大,对交流电的阻碍越小。

2.2 电感对直流电、交流电的影响实验

在自制演示实验板电源接口处分别用学生电源接 4 V 直流电和交流电,通过开关控制实验灯不串联任何元件(闭合 S_2)、分别与电感线圈 L_1 和 L_2 串联(单刀双掷开关 S_1 闭合至 a 或 b 端),观察实验现象并记录实验灯和对照灯在不同条件下的光照度。

接 4 V 直流电,实验灯不串联任何元件时,两灯亮度基本相同;实验灯与电感 L_1 串联时,实验灯较暗;实验灯与电感 L_2 串联时,两灯亮度基本无变化。

接 4 V 交流电,实验灯不串联任何元件时,两灯亮度相同;实验灯与电感 L_1 串联时,实验灯亮度降低;实验灯与电感 L_2 串联,实验灯亮度更低。

“电感对直流电、交流电的影响”实验测量结果如表 2 所示。

表 2 “电感对直流电、交流电的影响”实验数据

电源	串联元件	E/lx	
		实验灯	对照灯
DC 4 V	无	469.0	470.4
	L_1	343.1	446.3
	L_2	355.1	443.8
AC 4 V	无	669.3	682.0
	L_1	325.2	642.2
	L_2	167.3	638.2

接直流电,实验灯与电感线圈 L_1 串联时,实验灯亮度较低,理论上电感线圈对直流电无影响,因此可以猜想该情况是由线圈的电阻所引起;当实验灯与电感线圈 L_2 串联时,实验灯依然暗于对照灯,且通过对比 2 次实验灯的发光情况可知,实验灯与 L_1 或 L_2 串联后亮度降低程度相同,因此通过实验灯与 L_2 串联可以证明实验灯光度的变化由电感线圈的电阻引起,所以电感对直流电无影响。

接交流电,实验灯与 L_1 或 L_2 串联时亮度均低于对照灯,且串联线圈 L_1 时实验灯与对照灯的亮度相差 317.0 lx,大于接直流电时两灯亮度相差 103.2 lx,说明除电阻外电感对交流电也具有阻碍作用. 实验灯与有铁芯的 L_2 串联时,所测得实验灯的光照度更低,说明线圈的自感系数越大,对交流电的阻碍越大.

实验结论:电感对直流电没有影响;电感对交流电具有阻碍作用,且线圈的自感系数越大,对交流电的阻碍作用越大.

3 结束语

通过对教材实验的改进,自制演示实验板可清晰地演示“电感和电容对交变电流的影响”实验,且自制演示实验板操作方便,提高课堂的实验效率,同时由手机测光照度,学生能更加直观地看出灯泡亮度的变化. 利用改进实验教学,在课堂演示中不仅能够培养学生的观察能力,而且能够培养学的逻辑思维能力,如在分析电感对直流电的影响时,通过前后 2 次对比学生能够分析出实

验灯亮度变化是由线圈的电阻引起的. 有条件的学校可直接在该演示实验板电源接口处利用变频电源或低频信号发生器^[5]提供高频交流电,向学生演示电感和电容对不同频率交变电流的影响情况,以弥补本文中没有进行高频交变电流实验的不足.

参考文献:

- [1] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 普通高中课程标准实验教科书·物理(选修 3-2)[M]. 北京:人民教育出版社,2010:37-40.
- [2] 王少东. “电感和电容对交变电流的影响”演示实验的创新[J]. 实验教学与仪器,2016,33(3):13-14.
- [3] 张铁林. “电感和电容对交变电流的影响”实验的改进[J]. 实验教学与仪器,2019,36(S1):44-46.
- [4] 潘永祥. 演示电感和电容对交变电流影响的装置[J]. 物理实验,2016,36(1):40-42.
- [5] 冀林,周颖洁. 巧设实验,提升思维,促进运用——浅析“电感和电容对交变电流的影响”实验设计[J]. 物理教师,2014,35(8):50-52.

Improvements on the experiment of the effect of inductance and capacitance on alternating current

LU Ya-jun, ZENG Qing-he, ZHANG Yi-bing

(School of Physics and Electrical Information, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: An experimental demonstration board was made with the inductance and capacitance placed on the same circuit board. Different types of experiments were carried out. Reference lamp was introduced into the demonstration board, and the illuminance of lamps was test by smart phone. By comparing the illuminance of the reference lamp and the experiment lamp when inductance or capacitance was introduced, students could directly observe the change of alternating current.

Key words: inductance; capacitance; alternating current; smart phone

[责任编辑:任德香]