

## 物理实验



## 巧用自制演示实验 促进学生深度学习

——谈自制教具在电容、电感教学中的应用

祁红菊

(江苏省奔牛高级中学 江苏 常州 213131)

(收稿日期:2017-08-24)

**摘要:**物理学是一门实验科学,实验的重要性不言而喻.电感和电容对交变电流的作用一直是教学的难点,为了将抽象的问题直观化,笔者精选器材,自制教具,在课堂的引入、难点的突破等方面精心设计演示实验,教学效果良好.

**关键词:**自制教具 演示实验 感抗 容抗

人教版《物理·选修3-2》第五章第3节“电感和电容对交变电流的影响”中,电感和电容对交变电流的阻碍作用非常抽象,学生普遍反映难以理解.笔者搜集、购买多种型号的实验器材,自制教具,多次调整,并在课堂教学中加以应用.发现不仅可以有效地突破重难点,使学生更易理解物理概念和规律,还可以很好地激发学生学习的兴趣,启迪思维,增强学生的探究欲望,教学效果非常好.

## 1 实验设计

## 实验一:有趣的滤波实验

**器材:**笔记本电脑一台,“公对公”音频线 3.5 mm 一根,教师用小蜜蜂扩音器一只.

**制作:**将音频线最外层的塑料皮切开,露出红、绿、黑 3 根线,将其中的一根红线剪断,剥离导线末端的护层,露出金属铜线,如图 1 所示.



图1 制作导线

演示:

步骤一,用音频线将笔记本电脑与扩音器连接起来;

步骤二,笔记本播放事先挑选的杂音很多的音乐,将红色导线接通,此时扩音器中播放出的音乐杂音很重,歌词模糊不清;

步骤三,在断开的金属铜线间连一  $0.003\ 9\ \mu\text{F}$  的电容器,此时扩音器中播放的音乐已基本没有杂音,歌词清晰可辨.

说明:此实验用于新课引入,学生兴趣盎然.

## 实验二:电感对交变电流的阻碍作用

**器材:**木工板一块,小灯泡(3.8 V,0.3 A)一只,直径为 0.2 mm 的漆包线若干,直径为 16 mm,长为 80 mm 的 PVC 塑料管两只,电磁感应演示实验的原线圈(24009)的铁芯两个,J2462-1 信号发生器(图 2)一只,学生电源一只,单刀单掷开关和单刀双掷开关各一只,红、黑接线柱各一个,导线若干.



图2 J2462-1 型信号发生器

**制作:**木工板加工成  $30\ \text{cm} \times 40\ \text{cm}$ ,将漆包线绕在 PVC 管上,制成匝数分别为 1 050 匝的电感  $L_1$  和 1 350 匝的电感  $L_2$ (图 3),铁芯插入管中,上述元件按如图 4 所示安装.

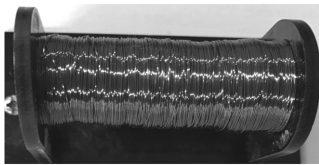


图3 电感

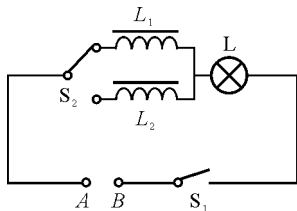


图4 安装电路图1

演示:

### (1) 电感对交变电流的阻碍作用

步骤一, AB间接学生电源直流挡, 电压为6 V, 电感接 $L_1$ , 闭合开关后, 灯泡亮;

步骤二, AB间接学生电源交流挡, 电压为6 V, 电感仍然接 $L_1$ , 闭合开关后, 灯泡亮度明显减弱.

结论: 电感通直流阻交流.

### (2) 感抗与自感系数的关系

步骤一, AB间接学生电源交流挡, 电压为6 V, 电感接 $L_1$ , 闭合开关后, 灯泡较亮; 换电感 $L_2$ , 闭合开关后, 灯泡变暗.

步骤二, AB间仍接上述电源, 电感接 $L_1$ , 闭合开关后, 灯泡亮. 将 $L_1$ 管中铁芯拔除, 灯泡明显变亮.

结论: 自感系数越大, 感抗越大.

### (3) 感抗与交变电流频率的关系

AB间接低频信号发生器的正弦波功率输出, 倍率 $\times 1$ , 以提供频率变化的交变电流, 电路中选用 $L_1$ , 将频率调到最低, 调节信号发生器的幅度, 使灯较亮. 慢慢转动低频信号发生器的频率旋钮, 使频率增大, 可以看到灯泡亮度明显减弱.

结论: 交变电流的频率越高, 感抗越大.

### 实验三: 电容对交变电流的阻碍作用

器材: 木工板一块, 小灯泡(3.8 V, 0.3 A)一只, 电容 $C_1$ (25 V, 220  $\mu\text{F}$ ), 电容 $C_2$ (25 V, 3 300  $\mu\text{F}$ ), J2462-1信号发生器一只, 学生电源一只, 单刀单掷开关和单刀双掷开关各一只, 红、黑接线柱各一只, 导线若干.

制作: 木工板加工成30 cm $\times$ 40 cm, 将上述元件按图5所示安装.

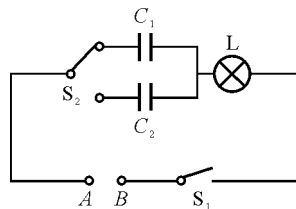


图5 安装电路图2

演示:

### (1) 电容器隔直流

AB间接学生电源直流挡, 电容接 $C_1$ , 闭合开关后, 灯泡不亮.

结论: 稳恒直流电不能够通过电容器.

### (2) 电容器通交流并对交流有阻碍作用

AB间接学生电源交流挡, 电压为4 V, 电容接 $C_1$ , 闭合开关后, 灯泡亮. 用导线将电容器短路, 灯泡变得更亮.

结论: 交变电流能够通过电容器, 电容器对交变电流有阻碍作用.

### (3) 容抗与电容大小的关系

接学生电源交流挡, 电压为4 V, 电容接 $C_1$ , 闭合开关后, 灯泡亮, 换用 $C_2$ , 可以看到灯泡明显变亮.

结论: 电容越大, 容抗越小.

### (4) 容抗与交变电流频率的关系

AB间接低频信号发生器的正弦波功率输出, 倍率 $\times 1$ , 以提供频率变化的交变电流, 电路中选用 $C_1$ , 将频率调到最高, 调节信号发生器的幅度, 使灯较亮. 慢慢转动低频信号发生器的频率旋钮, 使频率减小, 可以看到灯泡亮度明显变小.

结论: 交变电流的频率越高, 容抗越小.

### 实验四: 电容器“通电”原理的演示

器材: 木工板一块, 小灯泡(3.8 V, 0.3 A)一只, 电容 $C$ (16 V, 4 700  $\mu\text{F}$ ), 直流电源6 V, 单刀双掷开关一只, 红、黑接线柱各一只, 导线若干.

方法: 木工板加工成30 cm $\times$ 40 cm, 将上述元件按图6所示安装.

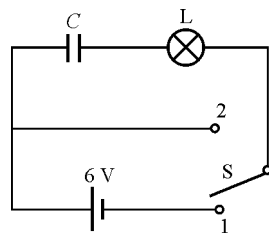


图6 安装电路图3

演示:开关打到1的瞬间,灯泡亮一下;开关打到2的瞬间,灯泡又亮一下,快速地反复地将开关在1,2间切换,可看到灯泡持续闪亮。

结论:电容器“通电”的实质就是电容器不断地充、放电。

## 2 实验分析

“实验一”中教师可以向学生说明,此处的电容起了滤除杂音的作用。教师还可以向学生演示,若换接一只大电容,就会发现滤除杂音的效果不佳。不需教师发问,此时学生的脑海中就必然存在若干个为什么。此实验操作简单,效果明显,极大地刺激了学生的感官,调动了学生的积极性,激发了他们学习的兴趣和求知欲。兴趣是学生学习自觉性和积极性的核心因素,是学习的强化剂。只有当一名学生对所学的课程发生了兴趣时,才会积极主动地进行学习,才会愿意更深层次地思考,从浅层的学习进入更深层次的学习。

“实验二”和“实验三”既可以作为演示实验,也可以作为学生的探究实验,以学生为主体,让学生通过体验、观察、讨论、猜想、探究等方式理解决定感抗和容抗大小的因素,使学生经历一个完整的知识构建的过程。整个过程中,物理概念和规律在学生的头脑中会很自然地建立,教师无需用更多的语言来解

释。这样的实验不仅能激发学生学习物理的主观能动性,拓宽他们的视野,丰富他们的想象,让他们真切地感受到物理的神秘,而且能有效地提高学生的观察能力、分析问题和解决问题的能力。

“实验四”电路设计很简单,却将电容器充、放电这一抽象内容可视化地展现出来,使学生通过直观形象获得感知,推进了探究活动,帮助学生顺利完成知识的自主建构。有条件的学校也可以用电流传感器记录这一过程,通过  $i-t$  图像直观地观察到电容器充放电时电流随时间的变化情况。

物理学是一门实验科学,实验教学应摒弃功利化,切忌纸上谈兵,教师要意识到实验在培养学生兴趣和可持续发展能力等方面的重大作用。本节课所设计的实验简明、直观、效果明显,且易于取材制作。上课的过程中学生主动参与、思考积极、气氛活跃,在教师的引导下,通过对实验现象的对比、分析、归纳和总结,让学生深切地感受到了学习的乐趣,收获的快乐和成功的愉悦。

## 参考文献

- 1 王少东.“电感和电容对交变电流的影响”演示实验的创新. 实验教学与仪器,2016(3):13~14
- 2 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. 物理教师,2014(8):50~51

(上接第49页)

# Study on Resonant Frequency of a Glass Filled with Water

Dai Shiqi Lin Meiyu Deng Xin Huang Min

(Mingzhang Institution of Xindu No. 1 High School, Chengdu, Sichuan 610500)

Zhao Yunhe

(Department of Physics, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**Abstract:** In this paper, the low-order vibration of a cylindrical glass in its mode number 2 is modeled and quantitatively analyzed. The quantitative expression of resonant frequency is given, and the resonant frequency of the cylindrical glass is proportional to the thickness of the cylinder and inversely proportional to the cross-sectional area of the cylinder. When adding a small amount of water, the sound frequency of the cup is roughly the same as that of the empty cup. When the water is full, the sound frequency increases linearly with the increase of the cavity volume. Finally, the theory is validated by quantitative experiments.

**Key words:** glass; resonant frequency; FFT transform