

创新集成化电磁学演示实验教具的设计与制作*

项浩原 谢禄桥 陈泓宇 张轶炳

(宁夏大学物理与电子电气工程学院 宁夏 银川 750021)

(收稿日期:2021-07-11)

摘要:高中物理电磁学部分有许多具有相似性质和相同仪器的演示实验,通过创新设计,将电磁学的部分实验集成化到一个教具中,教师可以根据自身需求,利用开关的闭合,选择不同的实验进行演示.该集成化教具能够帮助教师减少准备实验的时间,具有便捷、演示效果好和成本低等优点.

关键词:电磁学演示实验 创新教具 集成化

1 引言

物理是在实验的基础上发展而来的学科,物理知识与实验密不可分.在实际的教学中,运用实验进行教学不仅可以直观地对物理现象进行观察,还可以培养学生运用物理知识解释物理现象和知识迁移的能力.合理运用实验,可以帮助学生养成良好的建模思维,在自身头脑中进行知识的建构^[1~3].

演示实验一般是教师在课堂的讲桌上演示实验现象,以此帮助学生直观理解物理概念和规律.在中学教学中,课程任务较为紧张,教师进行实验是以演示实验为主.一般来说,传统的实验演示有以下几个缺点:元件多且重复,占用的空间大,现场连接线路容易出故障等.虽然市场上也有一些集成化教具可供购买,但有些设备集成化过高,有些实验原件处于“黑箱”中,学生无法直接观察,较难理解.另外,市场上的仪器成本也较高.针对以上问题,本文创新设计制作了一个集成化电磁学演示实验教具,该教具集成了5个实验,仪器连接简单易懂,制作成本低,适用于中学物理课堂使用.

2 演示实验教具的设计

2.1 教具的制作意义

本教具的制作意义体现在两个集成化.

第一个集成化是演示实验的集成化.电磁学实验中,很多演示实验都具有相同的仪器构造.例如,探究安培力的影响因素、互感现象的演示、电磁感应现象的演示、电磁阻尼现象等都需要用到线圈和磁铁.如果单独进行实验,教师需要另外在实验室中组合仪器,再进行必要的装配,既费时也费力.

因此,将多个具有共同仪器的实验整合在一个教具中可以节省教师的备课时间和精力,提高实验材料的重复利用率,从而促进实验在物理教学中的渗透.

第二个是实验使用说明与实验仪器集成化.制作立体说明书,即集文字、图片、视频为一体的立体化实验说明书.对照仪器录制实验操作说明视频和案例使用视频,方便教师和学生快速学会实验操作,最大化发挥物理实验的作用.

2.2 教具的设计

根据电磁学的实验仪器和原理,本教具整合了5个电磁学实验.分别为电磁感应现象实验演示、安培力的演示、互感现象的演示、电动机与发电机模型演示、电磁阻尼现象演示.实验原理图设计如图1所示.教具所要用的材料有:120匝线圈2个、U型磁铁2个、正方形强磁铁4小块、三极管、发光二极管、电流计、3V电源1个、开关6个、1kΩ电阻1个.

* 宁夏大学研究生创新项目资助,项目编号:GIP2021004;国家自然科学基金“西北民族地区科学探究教育绩效评价及影响因素研究”资助项目,项目编号:71663042

作者简介:项浩原(1998-),男,在读硕士研究生.

通讯作者:张轶炳(1964-),女,硕士,教授,主要研究方向为物理教育.

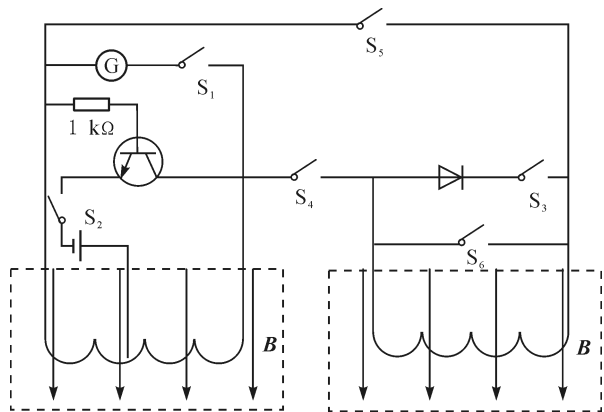


图1 教具设计的电路图

从原理图中可以看出,电路中有6个开关,分别控制不同的支路.设计的理念是通过不同的开关闭合实现演示不同实验的功能.

为了方便教师进行操作,以及仪器的美观,对线路进行了重新布置,将开关集合到了下面一排,教具的布线图如图2所示.

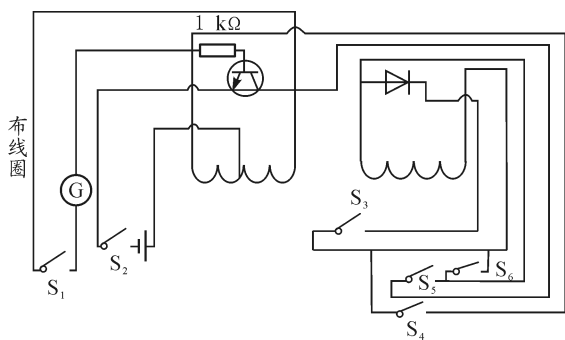


图2 教具设计的布线图

2.3 教具的制作

根据设计图,制作了如图3所示的集成化演示实验教具.



图3 教具实物图

线圈由两条导线接通,可在U型磁铁中前后摆动,左侧为电流计和电源,右侧线圈上方的架子上固

定了发光二极管.强磁是为了加强U型磁铁的磁性,使现象更加明显,三极管可以使线圈中产生脉冲电流.

在实际教学中,教师可以根据自己的需求,通过闭合开关来演示不同的实验.

3 在教学中的应用

实验1:电磁感应现象演示

实验电路图:在做电磁感应现象实验时,等效电路图如图4所示.

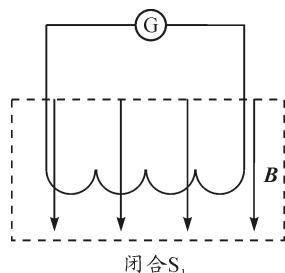


图4 闭合S1时的等效电路

实验操作:闭合开关S1,断开其余开关,将左侧线圈上升到一定高度后放手,使其摆动起来.

实验现象:在线圈摆动的过程中,电流计的指针不停地左右摆动.

实验原理:闭合线圈在磁场中做切割磁感线运动,会产生感应电流.

教学中的应用:可以让学生直观观察到感应电流的产生,作为电磁感应现象的演示实验;还可以利用其探究影响感应电流方向的因素——通过改变线圈的切割方向或磁场的方向,观察感应电流的方向,探究感应电流方向的影响因素.

实验2:安培力演示

实验电路图:在做演示安培力的实验时,等效电路图如图5所示.

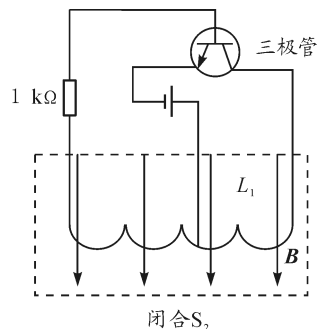


图5 闭合S2时的等效电路

实验操作:闭合开关 S_2 , 断开其余的开关, 观察左侧线圈的运动情况.

实验现象:线圈会受力运动.

实验原理:通电线圈在磁场中会受到力的作用.

教学中的应用:可以让学生直观地看到通电线圈在磁场中受力运动, 得出通电导线在磁场中会受到安培力的作用的结论; 还可以利用其探究影响安培力方向的因素——通过改变磁场方向或电流的方向, 观察线圈的受力运动方向, 探究影响安培力方向的因素.

实验 3: 互感现象演示

实验电路图:在做互感现象的演示实验时, 等效电路图如图 6 所示.

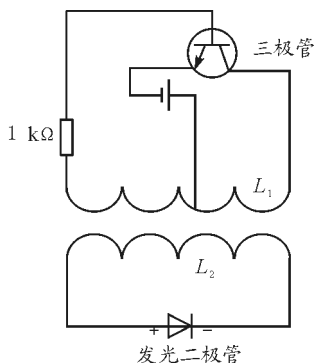


图 6 闭合 S_2 和 S_3 时的等效电路图

实验操作:闭合开关 S_2 和 S_3 , 将左侧线圈和右侧线圈相互靠近, 观察右侧线圈上方发光二极管的现象.

实验现象:发光二极管会亮起来.

实验原理:两个线圈之间没有导线相连, 但当其中一个线圈中的电流变化时, 它所产生的变化的磁场会在另一个线圈中产生感应电动势, 这种现象叫作互感, 这种感应电动势叫作互感电动势.

教学中的应用:可以用于互感现象的演示实验或新课的引入实验, 也可用于验证感生电动势的产生.

实验 4: 电动机与发电机原理演示

实验电路图:在做电动机与发电机原理演示实验时, 等效电路图如图 7 所示.

实验操作:闭合 S_4 和 S_5 , 断开其余开关, 将左侧或右侧线圈提升到一定的高度后放手, 使其摆动, 观察另外一个线圈的运动情况.

实验现象:另外一个线圈也会摆动起来.

实验原理:在磁场摆动其中一个线圈, 由于电磁感应, 会在回路中产生感应电流, 另一个线圈中有电流通过, 在磁场中会受到力的作用, 从而跟着摆动起来.

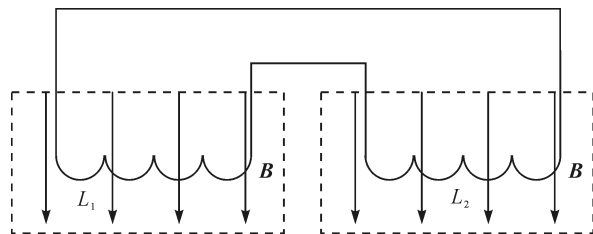


图 7 闭合 S_4 和 S_5 时的等效电路图

教学中的应用:可以用作发电机和电动机的原理演示, 也可以用于能量守恒定律的示例实验.

实验 5: 电磁阻尼演示实验

实验电路图:在做电磁阻尼演示实验时, 等效电路图如图 8 所示.

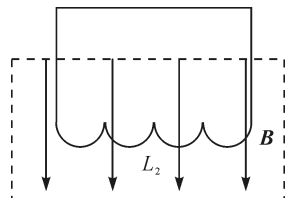


图 8 闭合 S_6 时的等效电路图

实验操作:闭合开关 S_6 , 将两个线圈提到相同的高度后放手, 让两个线圈同时摆动起来, 观察两个线圈的运动情况.

实验现象:右侧线圈先停下来, 左侧线圈摆动时间较长.

实验原理:当导体在磁场中运动时, 感应电流会使导体受到安培力, 安培力的方向总是阻碍导体的运动, 这种现象称为电磁阻尼.

教学中的应用:可用于电磁阻尼的实验演示.

在新课教学中运用演示实验进行教学可以引起学生的注意力, 还有利于学生模型建构思维的发展, 学生通过直观现象在头脑中建构自己的记忆表象, 加深图像信息与物理知识的联系, 有助于学生对知识的理解与记忆.

以上实验还可以在复习课中进行演示, 让学生画出电路图, 说出实验原理, 巩固学生的基础知识. 另外, 将实验整合在一起还能帮助学生了解知识之间的逻辑关系, 从整体上把握教材知识.

(下转第 127 页)

表2 探究共振条件的实验数据(共振曲线)

$$T_{\text{固}} = 0.3915 \text{ s} \quad f_{\text{固}} = 2.55 \text{ Hz}$$

次数	$T_{\text{驱}}/\text{s}$	$f_{\text{驱}}/\text{Hz}$	\bar{y}_1/cm	\bar{y}_2/cm	A/cm
1	0.644 5	1.55	20.70	18.60	1.05
2	0.527 8	1.89	21.00	18.40	1.30
3	0.448 0	2.23	21.70	17.60	2.05
4	0.419 0	2.39	22.90	16.00	3.45
5	0.394 5	2.53	27.90	11.90	8.00
6	0.390 4	2.56	29.40	11.30	9.05
7	0.351 2	2.85	23.00	16.50	3.25
8	0.316 3	3.16	20.80	18.70	1.05
9	0.285 9	3.50	20.20	19.20	0.50

3.5 实验结论

物体做受迫振动时,振动稳定后的周期或频率总等于驱动力的周期或频率,与物体的固有周期或频率无关。

物体受迫振动时,驱动力的频率与物体固有频率相差越小,受迫振动的振幅越大,如图9所示。

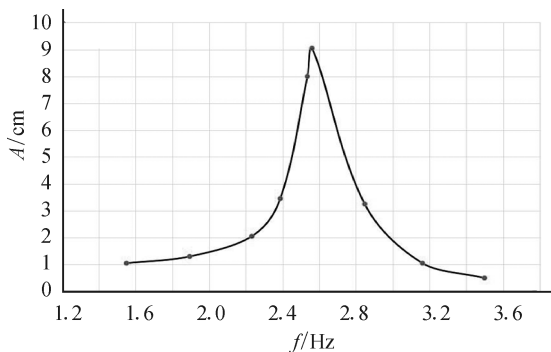


图9 共振曲线

(上接第123页)

4 总结与展望

通过对电磁学的几个实验的整合,证明集成化演示教具的设计制作是实际可行的.将多个演示实验进行整合,利用开关进行实验演示的选择,可以满足教师实际需求,减轻教师的备课负担,落实中学物理的实验教学。

教师要重视实验在物理教学中的地位,善于利用身边的实验材料,制作能够帮助学生发展核心素

当驱动力频率与物体固有频率相等时,受迫振动的振幅达到最大,即共振^[2]。

4 结束语

装置利用可调速的直线电机替代手摇驱动,更稳定,通过光电门采集驱动力频率,直观准确;巧妙利用位移传感器发射端做为振子,能观察到受迫振动与明显的共振现象;利用传感器实时采集振子的位移与时间图像,通过图像处理获取振子振动的频率和振幅,解决传统受迫振动与共振实验只能观察现象无法定量探究的问题,很好地突破教学重难点;设计钻夹固定振子杆,能改变杆长度,改变固有频率进行多次实验,操作方便更科学.利用传感器自制教具,并通过Excel表格处理数据,充分发挥数字化实验的直观性、灵活性和智能性,增加了课堂实验的宽度和深度,提高实验可信度.通过信息技术融入实验教学突破教学瓶颈,让学生感悟信息技术发展对人类生活的作用,还能够启迪学生实验方案设计思维,培养学生探究意识和创新能力^[3],促进师生协同发展。

参考文献

- 1 黄森榕.高中物理曲线运动内容的比较及教学实践的研究[J].考试周刊,2017(15):85,87
- 2 廖伯琴.普通高中教科书物理选择性必修(第1册)[M].济南:山东科学技术出版社,2019
- 3 纪光宗.信息技术融入高中物理实验教学的研究[D].烟台:鲁东大学,2016

养的教具.多思考实验整合的可能性,设计出更多能够演示不同实验的教具,为中学物理实验教学带来便利。

参考文献

- 1 郑洁琪,韩丽梅,王静.光的色散实验组合演示仪[J].物理通报,2021(3):93~98
- 2 陈扬清.初中物理实验教学方法的创新思路[J].教育教学论坛,2016(2):254~255
- 3 刘辉,汪志荣.组合式多功能电机教具的制作及运用[J].物理教师,2021,42(4):47~49,52