

新型楞次定律闪光演示仪

程 柏

(新疆生产建设兵团第七师高级中学 新疆 伊犁 833200)

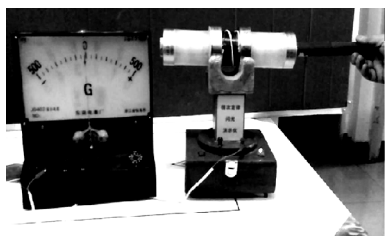
(收稿日期:2016-05-09)

摘 要:楞次定律表述感应电流的方向十分抽象,规律十分隐蔽,直接通过教材里的“螺线管四组实验”很难会想到利用“中介”——感应电流的磁场来揭示规律,并且实验中没能将“中介”方向直观地显示出来,这对于学生理解感应电流的磁场与引起感应电流的磁通量变化之间的关系带来认知负荷的超标,从而难以发现或者描述其中的规律.为此,笔者特别制作了教具——新型楞次定律闪光演示仪,通过延长发光二极管闪光时间,引发学生的视觉享受,直观地展现“增反减同”的规律,迅速突破“表述”的难点,同时极大提高了学生对电磁感应现象探究的乐趣.

关键词:楞次定律 闪光 演示仪

1 演示效果

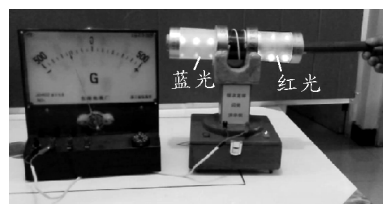
教具实物如图1所示,新型楞次定律闪光演示仪的构造原理,是将线圈中产生的感应电流经过信号输入电路、延时整形电路及信号放大闪光电路,激励线圈两侧发光二极管闪光且延时1 s,通过线圈两侧闪光的红蓝不同,能直观显示出感应电流的磁场极性,从而迅速判断出和条形磁铁磁场方向相同或相反的关系,凸显了“阻碍”的含义,便于学生总结出“增反减同”的规律.



(a)



(b)



(c)

图1 教具实物图

2 工作原理

如图2所示,整个电路除线圈 L 和灵敏电流计外,可分为上、下两个完全相同的部分.它们分别担任磁铁插入线圈或拔出线圈时,不同极性信号的“微安表显示”任务与“闪光显示”任务.上下部分电路均由信号输入电路、延时整形电路和信号放大闪光电路组成.为便于说明,电路上半部分元件,在每个元件均加了数字1,如: $1R_1, 1C_1$;而下半部分每个元件符号都加了数字2,如: $2R_1, 2C_1$.

演示时,先闭合开关,接通电源.当条形磁铁N极(红色)从线圈 L 的A端插入时,感应电流由线圈 L 的A端侧流出,一路经过电流计到 R_0 ,再到线圈B端.电流计指针向右偏转,显示感应电流的方向和大小.另一路则是经过二极管 $2D_1$ 到三极管 $2BG_2$ 的基射极到电容 $2C_2$ 到电容 $2C_1$ 到二极管 $2D_2$ 到线圈B端,形成一输入回路,这一输入型号经过 $2BG_1$ 和

2BG₂组成的单稳态整形电路后,由2BG₂的集电极输出一矩形方波,通过二极管2D₃和2D₄耦合和三极管2BG₃的放大,推动晶体管2BG₄,2BG₅,2BG₆,2BG₇导通,使得线圈A端一侧的9个红色LED二极管和线圈B端一侧9个蓝色二极管通电发光1s,借以显示此时感应电流的磁场与磁铁的磁场方向相反的关系。

同理,当条形磁铁N极从线圈L中抽出时,感应电流由线圈L的B端流出,一路经过R₀到电流计,回到线圈A端,电流计的指针向左偏转,显示感应电流的大小和方向.另一路则经过二极管1D₁到三极

管1BG₂的基射极到电容1C₂到电容1C₁到二极管1D₂到线圈A端,形成一输入回路,这一输入型号经过1BG₁和1BG₂组成的单稳态整形电路后,由1BG₂的集电极输出一矩形方波,通过二极管1D₃和1D₄耦合和三极管1BG₃的放大,推动晶体管1BG₄,1BG₅,1BG₆,1BG₇导通,使得线圈A端一侧的9个蓝色LED二极管和线圈B端一侧9个红色二极管通电发光1s,借以显示此时感应电流的磁场与磁铁的磁场方向相同的关系.同理可演示S极插入和拔出情况,或从B端插入拔出情况。

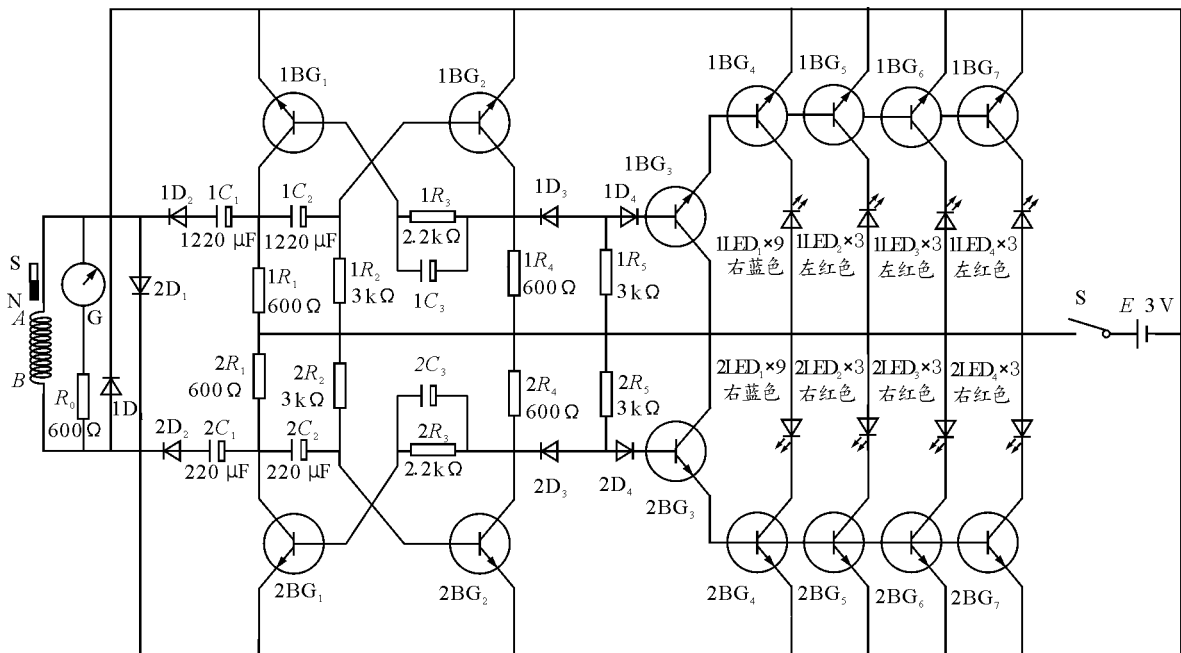


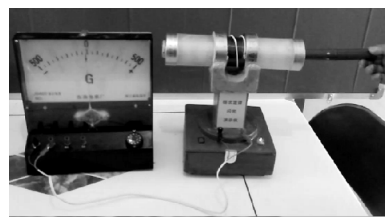
图2 电路图

以上正是教师讲解楞次定律时,需要学生直观感觉的重点演示现象,学生从而深刻感悟到“中介”——感应电流的磁场的引入对研究及表述规律(感应电流的方向特点)方便的巧妙,迅速突破楞次定律的“阻碍”内涵这一重难点.这既方便了教师讲解,又能引发学生的视觉享受,从而激发浓厚的探究兴趣,提高了教学效果。

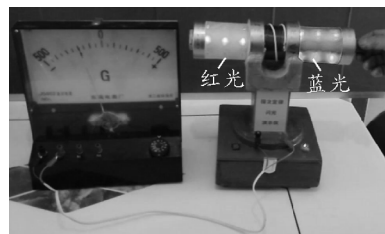
3 组装结构

如图3所示,在线圈中插入铝塑管,左右两侧各套两个半透明、装茶叶的圆柱盒,内置红蓝发光二极管,放置在凹型支架上;塑料管前后各粘一小圆柱形钕铁硼磁铁,做成圆柱形磁铁可自由在两侧圆柱盒内插拔,引发闪光;各线圈红黑两个接线柱置于绿色

方形底座盒上,便于观察左侧的灵敏电流计。



(a)



(b)

(下转第100页)

5 结束语

本文结合经典力学物理实验室中常用的重力加速度的测量方法,借助我院力学实验室基本设施,对单摆法、自由落体运动法、倾斜气垫导轨法、平衡法4种测量方法进行综合比较与分析,得到以下几点结论:

(1) 使用单摆法测量 g 值时操作相对简单,误差最小,并且可重复性高;

(2) 平衡法测量 g 值最简单,但实验误差较大,只适合对 g 值进行粗测或估测;

(3) 自由落体运动法和倾斜气垫导轨法测量过程较为复杂,并且测量结果受实验环境和仪器自身的影响较大。

综合考量,推荐昆明地区实验室测量重力加速度时采用单摆法。

参考文献

- 1 朱建军. 重力对我们世界的影响. 新高考: 高一物理, 2015(10):54 ~ 54
- 2 董光兴,王新兴,张鹏,等. 重力加速度的测量方法与实验分析. 河西学院学报,2015,31(5):31 ~ 36
- 3 Peters A., Chung K. Y., Chu S.. High - precision gravity measurements using atom interferometry . Metrologia,2001,38(1):25 ~ 26
- 4 McGuirk J. M., Foster G. T., Fixler J. B., et al. Sensitive absolute - gravity gradiometry using atom - interferometry . Phys. Rev. A,2002,65(3):033608 - 15
- 5 杨述武,赵立竹,沈国土. 普通物理实验 1 • 力学、热学部分(第4版). 北京:高等教育出版社,2007,3 ~ 66
- 6 李爱琴,董鹏娜. 气垫导轨实验中误差分析及修正. 郑州铁路职业技术学院学报,2011,23(2):20 ~ 22
- 7 陈皓,杨梅,魏海光. 气垫导轨上碰撞实验的误差分析及修正. 沈阳师范大学学报(自然科学版),2012,30(2):208 ~ 211

Comparative Study on Several Methods of Measuring Acceleration of Gravity

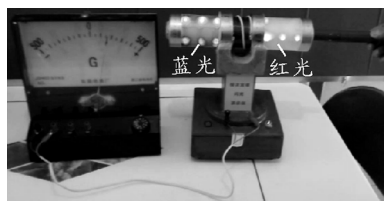
Hu Fei Huang Bangrong

(Physical and Electronic Information College, Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan 650500)

Abstract: Gravitational acceleration (g) is an important physical quantity which is influenced by various factors such as location, latitude and geological structure and other factors of the object. It varies in different regions. In article it is summarized g value measurement adopted by an undergraduate course, considering equipments laboratory could offer, We utilized methods of simple pendulum, free - fall motion, inclined air cushion guide rail, to compare and research on the experiment principle, equipment selection, data processing and error analysis, in order to find out a most suitable laboratory measurement of g value in Kunming region.

Key words: acceleration of gravity; simple pendulum method; the free fall motion method; inclined air cushion guide rail; equilibrium method

(上接第92页)



(c)

图3 组装结构图

图4是演示仪外形图,线圈线路以及延时整形电路及信号放大闪光电路均隐藏在底座盒内,盒面上有电源开关及对应工作指示灯. 整个电路在静态时,工作电流约为10 mA,如用大号干电池,能工作很长时间,可谓经济耐用. 整体结构简单稳固,容易自制,实验现象显著,课堂实践效果好。

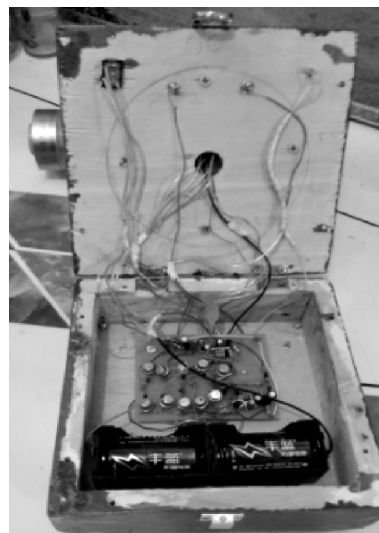


图4 演示仪外形图