

基础 教育 研究

## 电磁弹簧振子实验装置的改进

朱向阳

(信丰中学,江西 信丰 341600)

**摘 要:**针对电磁弹簧振子实验中因使用水银而存在的问题,采用铜片或易拉罐的罐底代替水银,制作了 3 款适于课堂教学的电磁弹簧振子实验装置.

**关键词:**电磁作用;弹簧振子;环形导线

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

文章编号:1005-4642(2015)10-0019-04

在高中物理教材中,为了说明通电环形导线间的相互作用现象,设计了有趣的电磁弹簧振子实验.但该实验由于使用水银,不便于课堂教学.为此,对该实验进行了研究、改进,取得了较好的教学效果.

### 1 教材中的实验装置及不足

人教版普通高中课程标准实验教科书<sup>[1]</sup>“通电导线在磁场中受到的力”一节,有道“问题与练习”题:如图 1 所示,把 1 根柔软的弹簧悬挂起来,使它的下端刚好跟槽中的水银接触.通电后,你预计会发生什么现象?怎样解释这个现象?

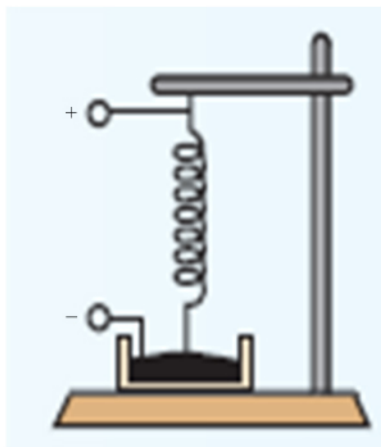


图 1 教材中的图示

人教版全日制普通高级中学教科书<sup>[2]</sup>“磁场”一章也有这道习题,与上述题中不同的是弹簧

的下端跟导电液体接触,没有指明导电液体是水银,并要求学生先做实验,再解释所发生的现象.

在实际研究过程中发现盐水、硫酸铜溶液等日常(或实验室)易得导电溶液,因其电阻大等原因,不适合作为该实验的导电液体,而水银具有电阻小、通电时不发生化学变化等优势,当其作为导电液体使用时实验效果明显.但水银是有毒物品,实验中又盛放在开口的槽里,蒸发的水银蒸气会污染环境,影响师生健康,所以,不宜选用水银作导电液体.新课标教科书中删去了“先做一下这个实验”的要求,只是要求学生“纸上谈兵”:你预计会发生什么现象?显然,这一修改失去了该题的实验教学意义.

为了解决上述问题,经过多次试验、改进,发现用铜片或易拉罐的罐底代替水银作“导电液体”,也能使电磁弹簧振子达到明显的实验效果.

### 2 实验装置的制作

#### 2.1 制作材料

长约 3 m、直径约 1 mm 的漆包线 1 根,长约 300 mm、宽约 100 mm 的 PVC 线槽板 1 块(电工敷设线路用材),长约 300 mm、宽约 60 mm 的 PVC 线槽板 1 块,长约 60 mm、直径约 10 mm 的软铁棒或钢筋 1 根,直径约 30 mm 圆形铜片 1 块,废旧生物解剖镜的升降台和底座 1 套,铁质平底易拉罐 1 个,1 寸水管活接头(PVC 材质)1 个,初中或高中教学电源(或 6 V 蓄电池)1 个,螺丝,铁片和松紧带等.

收稿日期:2015-04-29

资助项目:江西省教育科学“十二五”规划 2015 年度重点课题(No. 15ZD3LYB003)

作者简介:朱向阳(1960—),男,江西信丰人,信丰中学物理高级教师,从事中学物理实验教学工作.

## 2.2 弹簧部件的制作

如图 2 所示,在 1 根直径约 25 mm 的圆柱形木条上,把长约 3 m、直径约 1 mm 的漆包线密实绕制成 30 匝左右的弹簧(线圈),弹簧松开木条后其直径约为 30 mm。再稍用力拉伸弹簧,使弹簧在竖直方向上自然下垂时,相邻环形导线的间距约为 2 mm(个别间距略大于或略小于 2 mm,不影响实验效果)。把弹簧两端的线头弯曲到弹簧中心轴线上,并在轴线方向上各伸出 5 cm。在其中一端线头套上 1 段长约 3 cm、内径略比漆包线大的胶皮管(剪 1 段去除线芯的胶皮导线即可),用于固定铁芯,另一端线头上固定 1 个直径约 2 cm 的红色圆形薄铁片,用作观察弹簧振动的标示片。

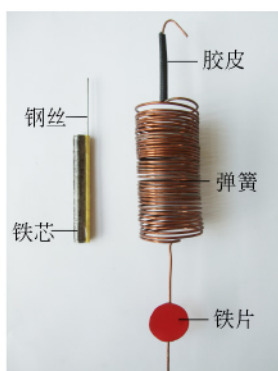


图 2 弹簧部件图

用胶带纸把 1 段长约 60 mm 去除线芯的胶皮管捆扎在长约 60 mm、直径约 10 mm 的软铁棒或钢筋上,再取 1 根长约 8 cm 的细钢丝,一端插入带铁芯的胶皮管里,另一端插入弹簧上端线头的胶皮管里,铁芯下端距离弹簧下端最后一圈约 2 cm。这样便制作成带铁芯的弹簧螺线管(电磁铁)。

值得一提的是:如果把长约 3 m、直径约 1 mm 的漆包线绕制成(在直径约 35 mm 的圆柱形木条上密实绕制)直径约 4 cm、匝数约为 25 匝的弹簧,弹簧内可不用插入铁芯,也能使电磁弹簧振子振动起来。但弹簧内插有铁芯的电磁弹簧振子,实验现象会更加明显。

## 2.3 精装升降台电磁弹簧振子的制作

选取 1 台废旧的生物解剖镜(J2705 型),拆除镜头和载物台等部件,留下升降机构和底座。在升降机构的活动金属柱上端,用螺丝固定 1 块直径约 30 mm 的圆形铜片(铜片与金属柱要接触

良好)作升降台。用此铜片代替教材所述装置中的水银或其他导电液体。升降机构上的螺丝作外接电源的接线柱。转动升降机构的手轮,可无级调节升降台的高度,便于实验时调节弹簧下端与铜片之间的距离。

用 1 根长螺丝把大小合适的木块固定在解剖镜的底座上(反光镜的底座上有螺丝孔,无需另外打孔)。在长约 300 mm、宽约 100 mm 的 PVC 线槽板的上端安装 1 颗长约 50 mm 的螺丝,用于悬挂和固定弹簧,同时也兼作外接电源的接线柱。再把此线槽板下端套在底座的木块上,使线槽板直立于底座上,然后用螺钉把线槽板的背面固定在木块上。此线槽板既是弹簧的固定支架,也是观察弹簧的背景板(板面颜色与弹簧颜色对比鲜明)。把弹簧的上端用螺母固定在支架的螺丝上,下端对准圆铜片的中央,整套装置便成“精装升降台电磁弹簧振子”(如图 3)。

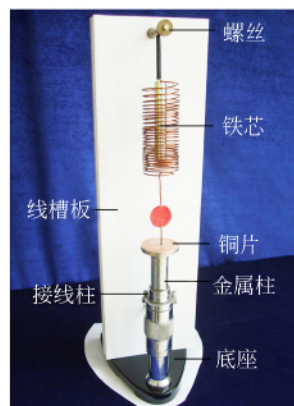


图 3 精装升降台电磁弹簧振子

## 2.4 简易升降台电磁弹簧振子的制作

如果没有废旧生物解剖镜,也可以用活接头和易拉罐制作简易的升降台。

如图 4 所示。把 1 个铁质平底易拉罐的上表面去除掉,再在其侧面打个螺丝孔,并安装 1 颗螺丝作外接电源的接线柱。用砂纸把罐底表面的绝缘防护漆打磨干净,用此表面代替水银作“导电液体”。选取 1 个 1 寸水管的活接头(PVC 材质)作升降机构,拆除其中没有丝纹的接头,在另一个有丝纹的接头上端固定 1 段硬质纸筒(或水管),把易拉罐倒扣在纸筒上,到此简易的升降台制成。实验时转动活接头的螺母,便可改变罐底的高度,调节弹簧下端与罐底之间的距离。



图 4 简易升降台电磁弹簧振子

弹簧支架的制作与 2.3 中方法相同:把长约 300 mm、宽约 100 mm 的线槽板直立固定在底座上,上端安装 1 颗长螺丝,用于固定弹簧。把弹簧上端用螺母固定在螺丝上,下端对准易拉罐底的中央,整套装置便成“简易升降台电磁弹簧振子”(如图 4 所示)。

### 2.5 简易电磁弹簧振子的制作

“简易电磁弹簧振子”如图 5 所示。用 1 个铁质平底易拉罐作底座,同时易拉罐的罐底代替水银作“导电液体”。取 1 块长约 300 mm、宽约 60 mm 的 PVC 线槽板的底板作弹簧的支架。在线槽板的上端安装 1 颗长约 50 mm 的螺丝,下端用松紧带套在倒立的易拉罐侧面上。弹簧上端用螺母固定在螺丝上,下端对准易拉罐的罐底中央。实验时,上下滑动线槽板,便可调节弹簧下端与罐底之间的距离。

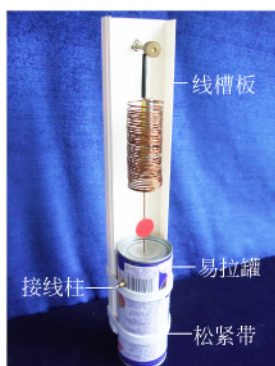


图 5 简易电磁弹簧振子

## 3 实验方法

调节上述实验装置中的升降台(简易电磁弹

簧振子中,调节线槽板的高度),使弹簧下端线头刚好与铜片或罐底接触。用“教学电源”(实验室的高中或初中教学电源均可)的“40 A, 8 S”大电流挡(或 1 个 6 V 蓄电池)作电源,用带鳄鱼夹的 2 根导线分别把电源和电磁弹簧振子上的接线柱连接起来。打开电源开关,就可看到“弹簧上下振动、电流交替通断”<sup>[3]</sup>的现象,同时可听到弹簧末端撞击金属片的“哒哒”声响,并还伴随有放电的火花。实验中,弹簧下端铁片上下跳动的幅度可达 1 cm 左右,调节升降台的高度,可改变弹簧振动的频率和幅度。

教学电源的大电流挡向外持续大电流供电 8 s 后会自动关闭电源,但在此实验过程中,因为通过弹簧的是断续电流,每次通电时间又非常短,所以教学电源能长时间对弹簧供电而不会自动断电,实验完毕后,须手动关闭电源开关。

实验过程中,弹簧下端撞击易拉罐的罐底时,易在罐底上产生黑色的氧化物斑点,斑点多了会影响实验效果,所以,实验后需用砂纸把斑点打磨干净,再进行下次实验。

## 4 结束语

用铜片或易拉罐的罐底代替水银,改进的电磁弹簧振子实验装置,实验效果明显,便于课堂教学。特别是“简易电磁弹簧振子”,具有取材容易、制作简单的特点,适于学生课外制作。

## 参考文献:

- [1] 人民教育出版社. 普通高中课程标准实验教科书·物理(选修 3-1)[M]. 北京:人民教育出版社,2010: 94.
- [2] 人民教育出版社物理室. 全日制普通高级中学教科书(必修加选修)·物理(第二册)[M]. 北京:人民教育出版社,2006:168.
- [3] 人民教育出版社. 普通高中课程标准实验教科书·物理(选修 3-1)教师教学用书[M]. 北京:人民教育出版社,2010:144.
- [4] 呼格吉乐. 改进 DIS 实验系统中的“弹簧振子的振动图像”实验[J]. 物理实验,2010,30(5):22-23.
- [5] 朱国斌,袁海泉,陈梦姣. 利用 DISLab 进行弹簧振子简谐运动实验条件的研究[J]. 物理实验,2011, 31(6):26-28.
- [6] 李岩,封玲. 基于计算机实测技术的双自由度振动规律验证[J]. 物理实验,2012,32(2):1-3,20.

## Improvement on the experiment device of electromagnetic spring vibrator

ZHU Xiang-yang

(Xinfeng Middle School, Xinfeng 341600, China)

**Abstract:** The current experiment of electromagnetic spring vibrator using quicksilver has some problems. An improved method was presented to replace the quicksilver with copper or the bottom of ring-pull can. With this improvement, three experiment devices were designed for classroom teaching.

**Key words:** electromagnetic induction; spring vibrator; ring wire

[责任编辑:尹冬梅]

(上接第 18 页)

## Exploration on virtual-real platform of physics experiment teaching

WANG Xin, YANG Hu-jiang

(School of Science, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

**Abstract:** Virtual instrument had been introduced to physics experiment courses to build the virtual-real experiment teaching platform. In practice, the characteristics and advantages of real and virtual experiments were combined. In order to cultivate and improve the innovation consciousness and ability of students, different experiments were designed for students with different ability.

**Key words:** level-based teaching; LabVIEW; virtual-real platform

[责任编辑:尹冬梅]

## 欢迎订阅 欢迎投稿

《物理实验》创刊于 1980 年,是教育部主管、东北师范大学主办的学术期刊,是教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会的会刊。

《物理实验》主要刊载物理实验成果,交流物理实验教学改革的 new 思想、新方法、新动态。开设的栏目有:实验教学,实验与应用,数据处理与误差分析,仪器设计与使用,实验教学研究,基础教育研究,实验技术与技巧,集锦,问题讨论,国外实验教学介绍,学生园地等。适合于物理实验工作者,大、中学校的物理教师,理工科的本科生、研究生及教学仪器研制人员阅读。

《物理实验》愿为广大作者提供交流信息的窗口,展示成果的园地,为广大读者提供丰富的精神食粮,为广大仪器生产厂家提供展示成果的舞台。

《物理实验》杂志为月刊,全国各地邮局均可订阅,邮发代号为 12-44。若错过邮局订阅时间,可直接与编辑部联系。

《物理实验》编辑部