

物理实验



简易液体电阻的制作 及其在物理教学中的应用

胡晓秋

(内江师范学院工程技术学院 四川 内江 641100)

(收稿日期:2017-04-11)

摘要:提出了简易液体电阻的制作方法、工作原理,并探讨了液体电阻在物理教学中的应用。

关键词:液体电阻 物理教学 导电液

1 引言

液体电阻在很多方面都有运用,在工程上,有学者在实现重载绕线式大型电动机平滑启动^[1]、矿井风机启动^[2]、加热自动控制恒温系统^[3]以及用于增压风机液体电阻调速^[4]等方面进行了研究.也有对组成液体电阻的极板结构^[5]及对流动液体的导电能力进行了研究^[6].但将液体电阻运用到物理教学的研究很少.

在大多数物理实验中使用的都是滑动变阻器,而滑动变阻器是根据改变导线长度来调节阻值的,目前尚未有利用改变横截面积来改变阻值的演示仪器.

本文介绍了一款简易制作液体电阻的方法、工作原理及具体运用.扩充了学生对电阻的认识,也为研究液体的导电能力提供了一种研究方法.

2 液体电阻的工作原理

如图1所示,液体电阻是由导电液体、动电极板、静电极板、绝缘管组成. A, B 分别为动电极板和静电极板的接线柱. 其中静电极板与绝缘管固定不动,而动电极板可以在绝缘管内左右滑动. 静电极板、绝缘管和动电极板组成一个密闭空间,在这个空间内装入

适量的导电液,这样就制成了一个液体电阻.

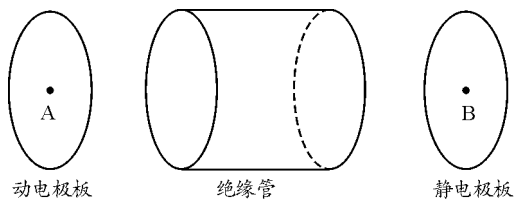


图1 简易液体电阻结构

电阻的决定式

$$R = \frac{\rho L}{S} \quad (1)$$

由式(1)可知,导体的电阻阻值 R 与导体的电阻率 ρ 、长度 L 及横截面积 S 有关. 实验室常用的滑动变阻器,是依据改变导体电阻的长度来改变阻值的原理制造而成. 而根据对液体电阻的分析可知,液体电阻也可以通过控制动电极板和静电极板之间的距离即导体的长度来控制液体电阻的阻值,同时它也可以通过控制所加导电液的多少来控制横截面积的大小,从而来改变液体电阻的阻值,当然也可以使用不同电导率的导电液来改变液体电阻的阻值,但是这个方法在具体的使用过程中没有前两种方法方便. 一般只在探讨液体的导电能力的实验中才用得到.

3 圆柱形液体电阻的阻值大小

如图2所示,半径为 r_1 、长度为 l_1 的圆柱形液体

电阻,在动电极板 A 和静电极板 B 之间装有高度为 h_1 的导电液,设其电阻率为 ρ 。

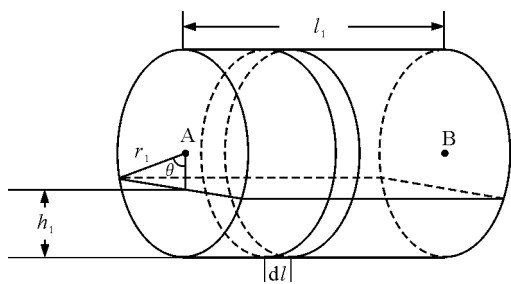


图2 圆柱形的液体电阻

为计算圆柱形液体电阻的阻值,取厚度为 dl 圆柱形微元.液体电阻中两极板只能通过导电液体来导电,所以液体电阻的有效横截面积为液体的横截面积,由几何关系可计算其有效横截面积为

$$S_1 = \frac{(2\theta - \sin 2\theta)r_1^2}{2} \quad (2)$$

其中 θ 为 r_1 与竖直方向的夹角,结合式(1)可表示出圆柱形微元的电阻 dR 为

$$dR = \frac{\rho}{S_1} dl \quad (3)$$

由式(2)、(3)对 l 在 $0 \leq l \leq l_1$ 范围内积分可得

$$R = \frac{2\rho l_1}{(2\theta - \sin 2\theta)r_1^2} \quad (4)$$

由式(4)可知,圆柱形液体电阻的阻值与动电极板和静电极板的距离 l_1 及夹角 θ 有关。

4 实验仿真

利用有限元软件对圆柱形液体电阻进行仿真,在两端加上 5 V 电压时,电势的分布图如图 3 所示。

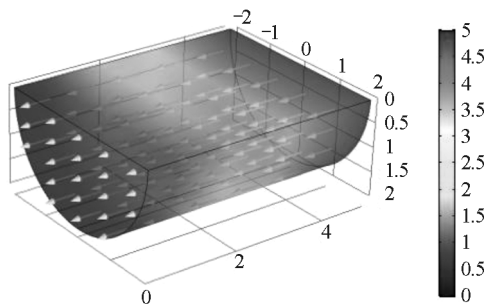


图3 加入导电液体时圆柱形的液体电阻电势分布

取 $l_1 = 5 \text{ cm}$, $r_1 = 2.5 \text{ cm}$, 所选 NaCl 溶液在

25 °C 时浓度为 0.01 mol/L, 其电阻率 $\rho = 29400 \Omega \cdot \text{m}$. 利用参数化扫描工具,可探究当横截面积发生改变时对应圆柱形液体电阻的阻值 R , 如图 4 所示。

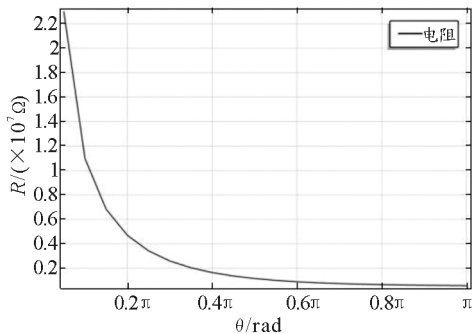


图4 $\theta-R$ 图像

5 液体电阻的应用

5.1 物理教学中的应用

由式(4)分析可知,影响圆柱形液体电阻阻值大小的主要因素为动电极板与静电极板的距离 l_1 和夹角 θ 的大小,其中改变 θ 其实就是改变横截面积的大小,因此可以利用圆柱形液体电阻探究导体横截面积与电阻阻值大小的关系,同时仍然可以通过改变动电极板和静电极板的距离 l_1 来改变液体电阻阻值的大小,这与滑动变阻器的原理相似。

5.2 测量液体电阻率

液体电阻是利用导电液来工作的电阻,在液体电阻内加入不同的导电液,通过测量其电阻就计算出相应液体的电阻率,从而可以探究不同液体的导电能力。

6 总结

与滑动变阻器相比较,液体电阻拥有更多功能,在物理教学实验中可以同时演示导体长度、横截面积、电阻率对导体电阻的影响,同时也可对不同液体的导电能力进行研究。

参考文献

- 1 余红忠, 聂文喜. 液体电阻启动调速器及其应用. 水泥工程, 2002(3): 42 ~ 43
- 2 李敬兆, 孙鸣, 胡瑞仲. 液体电阻用于矿井风机启动的特

- 性分析. 西安矿业学院学报, 1997, 17(2): 192 ~ 194
- 3 翟克勇, 张伯乾, 庞玉华. 液体电阻元件加热自动控制恒温系统. 实验室研究与探索, 2004, 23(2): 35 ~ 37
- 4 许洪波, 苏重明, 田震. 增压风机电机液体电阻调速改造节能效果分析. 节能, 2009(12): 29 ~ 32
- 5 王帆, 赵国强. 液体电阻器极板的结构改进. 水泥, 2013(9): 61 ~ 62
- 6 汪泽波, 杨尚平, 刘永胜, 等. 流动液体的电阻特性. 河南科学, 2011, 29(7): 853 ~ 855

The Manufacture of Simple Liquid Resistance and Its Application in Physics Teaching

Hu Xiaoqiu

(College of physics and Electromic Information Engineering, Neijiang Normal University, Neijiang, Sichuan 641100)

Abstract: The making method and working principle of the simple liquid resistance is put forward, and the application of the liquid resistance in physics teaching is discussed.

Key words: liquid resistance; physics teaching; conductive liquid

(上接第 63 页)

5 课后反思

物理学是一门以实验和逻辑推理为核心的自然学科. 笔者认为要想让学生真正地学好物理, 必须每个概念、规律都经得起理论的推敲和实验的检验. 演示实验、课堂小实验都是为物理概念和规律的建立完整性而服务的, 学生从实验中发现问题, 激起探索物理知识的浓厚学习兴趣和勇气, 促使学生积极主动地思考问题. 教师适时引导, 步步分层提问, 让学生在已有知识基础上, 进行理论分析. 通过这种学习获得的知识不仅仅停留在文字、公式上, 学生更易于理解知识的内涵和外延. 本节课从发现问题出发, 经过理论分析, 实验检验, 到新知识的应用, 整个教学都在“和谐高效、思维对话”的理念下用“思维导图”树形结构的方式进行展开, 旨在以“问题引领”形式, 启发学生思维, 发动集体力量, 克服学习困难.

思维导图是一个很好的学习工具, 以思维导图

的树形结构分支展开教学, 让学生对本节知识点构成的认识更清晰. 学生也可自我运用导图进行课堂笔记、课后知识的整理. 但这里也要提到, 要完成一张思维导图的制作, 需要学生认真、仔细地重复阅读课本中的内容, 在主动思考之后, 正确地提炼出里面的关键词, 它让学生从被动抄写、机械式的重复记忆的学习方式变为主动学习, 能加深对学习内容的理解和记忆. 但是, 学生需要对思维导图的制作有一定的基础, 这可以在选修课中开一门思维导图初级入门课, 适当加以训练, 教师也可在平时教学中多展示, 定期对学生的思维导图作品进行点评, 提高学生自我整理知识的能力.

参考文献

- 1 郭新燕. 拓展型课程设计中提高课堂参与度的设计研究——以《思维导图》课程为例:[学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2012
- 2 张鸿军, 王燕. 思维导图在培养学生良好思维品质方面的实验研究. 中国电化教育, 2007(5): 64 ~ 67