



Exploration of the Demonstration Device for Ohm's Law of Closed Circuits

Congfa Hu

Chongqing Nankai (Rongqiao) Secondary School, Chongqing, China

Email: 553161319@qq.com

How to cite this paper: Hu, C.F. (2025) Exploration of the Demonstration Device for Ohm's Law of Closed Circuits. *Open Access Library Journal*, **12**: e13990. <https://doi.org/10.4236/oalib.1113990>

Received: July 21, 2025

Accepted: August 30, 2025

Published: September 2, 2025

Copyright © 2025 by author(s) and Open Access Library Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In the experiment to explore Ohm's law of closed circuits, the traditional method is to use an adjustable internal resistance battery, a sliding rheostat and other electrical instruments to form a closed circuit. This circuit can measure the internal voltage and terminal voltage in the circuit. However, this experiment is prone to large experimental errors, and the experimental process is relatively complex. More importantly, it is not easy to succeed. Such an experiment is not conducive to students' mastery of this experiment. This paper uses common items in life to innovatively design the traditional experiment. Similarly, the experiment can directly measure the terminal voltage and internal voltage in the circuit, so as to optimize teaching and break through the difficulties of this lesson. Compared with the traditional experimental method, the raw materials for this experiment tend to be from daily life, and students can feel that physics is everywhere in life from this experiment.

Subject Areas

Philosophy, Teacher Education

Keywords

Ohm's Law for Closed Circuits, Electromotive Force

1. 概述

在高中物理中，闭合电路欧姆定律这一节内容既是电学的重点，也是学生学习的难点。学生学习本节内容中会碰到很多困难，例如对电动势这一概念往往都比较模糊，学生很难认识到内阻或者经常性地受初中所学知识影响而忽视电源自身的内阻，而且经常分不清内电压和路端电压等。如果这些问

题没有得到解决，即使学生能够通过记忆公式来解决一些问题，但是其本质上，学生并没有真的掌握这一定律。

“闭合电路欧姆定律”选在人教版高中物理选修 3-1 第二章第七节，本节内容是探究闭合电路中电流、电压和电阻之间的关系以及电动势与路端电压和内电压之间的关系，同时也是对初中学到的部分电路欧姆定律，串、并联电路等内容的应用与拓展，并且也为后面学习测量电源电动势和内阻，电表的改装，乃至电磁感应等内容做好铺垫。因此本节内容是高中电学的基础，同时也是高中电学的重点和难点。

通过仔细阅读教材并比其他几种版本的教材发现，如果按照教材编写的内容和思路进行教学时，发现学生在总结电动势与路端电压和内电压的关系时，只是理论推导，无法通过实验来直接得出他们之间的关系，从而学生在一定程度上会产生质疑且只是被动地接受知识。因此，笔者通过下面的实验装置来直接测量出电源电动势与路端电压和内电压的具体值，然后归纳出它们之间的关系。这样在教师授课时也可以采用分组实验的方式应用到授课中去，学生通过小组合作式探究可以很快地得出实验结论然后教师再进行适当地总结这样学生就基本不会有其他疑惑，并且学生通过自己探究可以使知识记忆更深刻理解也更加的透彻。

2. 前沿

通过查阅相关史料得知，传统测电源内压和路端电压的方法是利用可调内阻电池和滑动变阻器等连接而成闭合回路，这个实验可以测得电路中的内电压和路端电压[1]。传统的方法使用铜板、锌板、稀硫酸和滑动变阻器构成一个闭合回路。笔者根据这个实验原理及器材要求重新去做了该实验，发现实验很难成功并且其误差也非常大。通过查阅史料及前人的经验发现给该原电池先充电再做实验其实验结果有所转好，但是其过程和步骤都比较繁琐而且充电时间也比较长，充电后能使用多久也是一个未知数，因此这种传统的实验方法不是很适用在课堂教学中进行，也不适用于学生自行去做探究实验。但是给了我们一个很好的启示，开启了广大物理教育工作者们向前探索的大门。

传统实验有很大的局限性，经过尚有信[2]、贾学成[3]、赖佳颖[4]等人对本传统实验进行了改进，但是他们的改进都是在原有的基础上进行的，虽然这种改进的确是对本实验有了很大的实用性提升，但是还有很多的局限性，因此在这基础上笔者提出一种新的改进方案。

3. 实验装置及原理

3.1. 装置介绍

装置物图如图 1 所示。

如图 2 所示实验装置，其中 A、B、C 均为铜芯棒，D 为镁条，装置里面所用的溶液是我们日常生活中常见的饮料——碳酸型汽水。这些实验材料在实验室和生活中也都比较常见，并且整个实验过程没有危险物品出现，大大

地增强了实验的安全性，符合中学物理实验教学中的安全性原则。



图 1. 闭合电路欧姆定律实验装置实物图

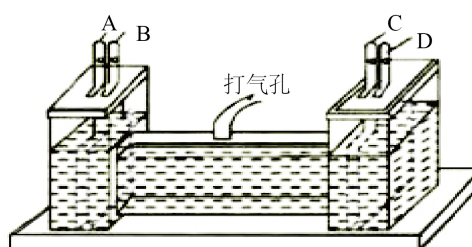


图 2. 闭合电路欧姆定律实验装置图

3.2. 原理介绍

众所周知，铜是非活泼金属，不会和碳酸发生置换反应。而金属镁相对于铜而言是活泼金属，可以与碳酸发生化学反应。因此在镁条、铜棒和碳酸型汽水用导线组成回路时就可以构成化学上的原电池。因此，本实验所使用的电池是化学上的原电池。

4. 实验步骤

4.1. 认识内阻

为了让学生认识内阻，可以通过打气孔打气从而引起电源内阻的变化，引导学生观察电路中电流表的示数变化。按照图 3 所示的电路图连接实验电路(电路中的所有电表均为数字电表)，连接电路过程中要注意电表的正负极。保持变阻箱 R 的阻值不变，然后从打气孔位置给装置内部打气，引导学生观察打气前后电流表示数的变化，从而启发学生思考出现这种现象的原因，通过老师的引导并和学生一起分析得出结论，这是打气使得打气孔下方液体的接触面积减小，使得装置的内阻发生变化，从而认识到电源内阻的存在，继而形成内电路的概念[5]。

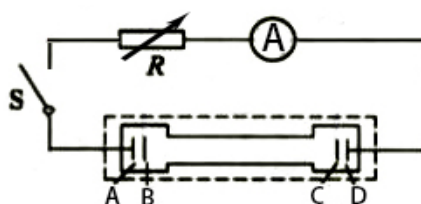


图 3. 闭合电路欧姆定律实验电路图 a

4.2. 电路连接

如图 4 电路图所示连接电路，D 电极为电源的负极，A 电极为电源的正极，因此图中所示的数字电压表 V_2 左端应是正极、右端为负极。要构成一个完整的闭合回路，那么 B 电极应是负极而 C 电极应为正极，因此图中所示的数字电压表 V_1 左端应为负极、右端应为正极。

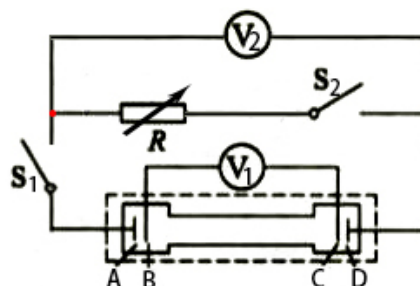


图 4. 闭合电路欧姆定律实验电路图 b

4.3. 电动势的测量

闭合开关 S_1 ，断开开关 S_2 ，数字电压表 V_2 的示数就是电源的电动势 E 。

4.4. 路端电压的测量

首先将变阻箱的阻值置于最大值，然后闭合开关 S_1 、 S_2 ，此时数字电压表 V_2 的示数即为路端电压，相应的数字电压表 V_1 的示数就为电源的内电压。改变变阻箱的阻值重复上面的实验并记录每次实验的数据。

5. 实验结果及分析讨论

5.1. 实验数据

通过对实验获得的数据进行筛选，选取误差较小的数据，其结果如表 1 所示。

表 1. 不同外阻下的各电压值

电源电动势 E/V	1.65	1.64	1.64	1.63
路端电压 U/V	1.25	1.15	1.10	1.03
内电压 U'/V	0.40	0.50	0.54	0.61
内外电压和 $(U + U')/V$	1.65	1.65	1.64	1.64

5.2. 数据分析及结论

通过实验数据我们可以得出在误差允许范围内，电动势与路端电压和内电压之间的关系，即：

$$E = U + U' \quad (1)$$

外电阻和内电阻均是纯电阻，因此得出 $E = IR + Ir$ 。

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (2)$$

即得到闭合电路欧姆定律：在纯电阻闭合电路中，电流与电源电动势成正比，与内、外电路中的总电阻成反比。

5.3. 讨论

通过实验可以直接得出(1)所示公式，分析公式中的各字母对应的数据都是通过数字电表直接测量得出，与电路中是什么电阻元件并没有什么关系，因此得出公式(1)适用的范围是所有的电路。

而公式(2)的推导离不开初中所学的部分电路欧姆定律公式，而部分电路欧姆定律公式的适用条件又仅为纯电阻电路，因此教材中的公式即公式(2)适用范围仅为纯电阻电路。对于非纯电阻电路就不能乱套此公式进行分析求解。

当然本文实验中的数据均是电源内阻不变的情况下获得的，为了使得实验更具有说服力可以让学生自行实验，探究在内阻改变的情况下其路端电压和内阻之间的大致关系。

6. 结语

本实验具有很好的稳定性、安全性和可操作性，因此本实验既可以在教学中作为演示实验也可以在教学中引导学生做分组实验，从而很好地应用到教学中去，都对教学具有很好的促进作用。同时学生也可以根据实验自行去探究本实验中内阻变化情况下的后续实验从而提升同学们的动手探究能力和实验分析能力。

通过本实验装置学生自行探究路端电压和内电压与电源电动势之间的关系，可以很好地帮助学生深入理解闭合电路欧姆定律的内容从而为后面的学习打下坚实的基础。

Conflicts of Interest

The author declares no conflicts of interest.

References

- [1] 洪平生. 内外电路电压之和演示实验的探讨[J]. 物理教学, 1986(6): 18+27.
- [2] 尚有信. 这个实验为什么用内阻可调电池[J]. 中学物理教学参考, 1998(3): 22.
- [3] 贾学成. 制作闭合电路欧姆定律演示器的探索[J]. 中学物理教学参考, 2015, 44(12): 60.
- [4] 赖佳颖. 闭合电路欧姆定律中可调内阻电池实验的改进研究[J]. 中学物理(高中版), 2018, 36(3): 39-41.
- [5] 周胜林, 钱长炎. 核心素养目标下高中物理“闭合电路欧姆定律”教学设计及实施建议[J]. 物理教师, 2020, 41(1): 34-36.

Appendix 1. Abstract and Keywords in Chinese

闭合电路欧姆定律演示装置的探究

摘要: 在探究闭合电路欧姆定律的实验中, 传统的方法是利用可调内阻电池及滑动变阻器等电学仪器连接而成的闭合电路, 这个电路可以测量电路中的内电压和路端电压, 但是本实验很容易产生较大的实验误差, 实验过程相对而言也比较复杂, 更重要的是不容易成功, 这样的实验不利于学生对本实验的掌握。本文利用生活中的常见的物品来对传统实验进行了创新设计, 同样实验可以直接测出电路中的路端电压和内电压, 从而对教学进行优化进而突破本节课的难点。和传统的实验方法相比, 本实验的实验原材料趋于生活化, 学生能从本实验中感受到生活中处处皆物理。

关键词: 闭合电路欧姆定律, 电动势