

# 新课程

X I N K E C H E N G

学术指导单位：

中国教育学会教育史分会

数字出版转型示范单位

中华人民共和国国家新闻出版广电总局

二〇一三年七月

2020年6月17日出版

•中国知网收录期刊

•万方数据库收录期刊

•龙源期刊网收录期刊

•超星期刊域出版平台收录期刊

•博视网收录期刊

•一级（优秀）期刊

•全国数字出版转型示范单位



ISSN 1673-2162



2020/6

第 24 期 | 总第 528 期



扫描全能王 创建



## 新课程

总第 528 期 2020 年第 24 期

## 指导单位

中国教育学会教育史分会

编委(按姓氏笔画排列)

马云鹏 马晓红 王建新 王嘉毅 石 鸥  
石中英 司晓宏 刘志军 刘海峰 孙杰远  
朱永新 杜成宪 肖 朗 吴康宁 余文森  
张民选 张斌贤 陈时见 范国睿 郝二军  
柳海民 贺国庆 徐 勇 徐小洲 皇甫全  
戚万学 程斯辉 傅维利 靳玉乐 楼世洲

专家委员会(按姓氏笔画排列)

万尔遐 方智范 甘少杰 刘良华 余文森  
吴永军 张亚平 李卫东 李新乡 杨小微  
周 彬 明知白 郝红英 程 翔 雷湘竹  
熊川武 阙 维 薄建国

主 管:山西出版传媒集团

主 办:山西三晋报刊传媒集团

主编兼社长:王建新

常务副社长:张国仁

副社长:张 玉

副主编:郝二军

执行主编:王亚青

编辑部主任:尹 军

编辑部副主任:李艳云 孙彦君

终审:张 瑛

编辑(按姓氏笔画排列)

马花萍 卞良胜 王洁宇 王洁雅 王振德  
冯志强 司 楠 乔彦鹏 刘莉琴 孙守春  
张珍珍 李 争 李建军 李艳韬 武建将  
姚晓媛 段丽君 赵文静 贾志花 郭小琴  
郭美艳 高 琼 曾彦慧 温雪莲 温子超  
谢尾合 鲁翠红 薄跃华

国际标准连续出版物号:ISSN 1673-2162

国内统一连续出版物号:CN 14-1324/G4

编辑出版:《新课程》杂志社

刊社地址:山西省太原市并州北路 31 号

省新闻出版广电局旧院(030001)

读者服务部电话:0351-4061938

投诉电话:0351-4061938

电子邮箱:zhk@chinaxinkecheng.cn

xinkecheng666@163.com

网 址:http://www.chinaxinkecheng.cn

出版日期:2020 年 6 月 17 日

印 刷:山西金艺印刷有限公司

印刷厂地址:山西综改示范区唐槐园区开元街

新盛巷

印刷厂电话:0351-8221555

发行范围:全国公开发行

订 阅:全国各地邮局(所)

广告经营许可证号:1400004000107

定 价:22.80 元

## 目 录 Contents

## 探索篇

## 课题荟萃

- “走班”模式下高中历史教学策略思考 周小微 /1  
高中语文学困生转化的策略与方法的研究 沈 方 /2  
方言吟诵在高中古诗文课堂教学中的运用策略 吴晓华 /3  
学科核心素养下的高中英语阅读教学研究 程丽娟 /4  
浅析高中英语阅读选材及预设方案 杨 静 /6  
增强教学的趣味性,让课堂充满生命活力  
——谈高中思想政治课活动型课程的实施 程 琦 张立华 /8  
高中思想政治课堂在核心素养背景下的转型发展 叶高欢 /10  
互联网下高中政治作业的布置及批改 吴志稳 /11  
高中地理教学中培养学生地理实践力的策略研究 丁燕鸿 /12  
创建学习共同体的实践研究  
——从同步教学走向合作学习 张雅丽 /13  
基于核心素养的高中生运算能力培养策略 陆玉玲 /14  
探究如何提高中学生数学阅读能力 崔 娟 /15  
基于常态课堂的生涯辅导  
——以《金属钠的性质与应用》教学为例 刘凤辉 /16  
建构主义教学模式在高中生物学教学中的应用 邱俊杰 /18  
测定电池的电动势和内阻实验的误差分析 卢敏翔 蓝斌光 /20  
论跟岗学习在集团化办学教学共同体建构中的作用 李 强 /22  
新课改背景下多元课程体系管理行为探究 刘宇忠 /24  
运用极课大数据技术存在的疏失及对策  
欧克义 张家贵 谭 健 /26  
着眼终身发展 引领智慧人生  
——淮北一中生涯教育实践与探索 郑晓伟 /28  
中小学美术特色校本课程开发策略研究 周丽萍 韩佳丽 /29

## 核心素养

- 基于核心素养的高中数学优效课堂的基本特征探讨 刘世宁 王 伟 /30  
基于核心素养的高中数学智慧课堂的创建 卜永攀 /32

## 著作权使用声明

本刊已许可中国知网以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含中国知网著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议,请在投稿时说明,本刊将按作者说明处理。





# 测定电池的电动势和内阻实验的误差分析

卢敏翔<sup>1</sup>, 蓝斌光<sup>2</sup>

(1. 苏州工业园区星海实验中学, 江苏 苏州; 2. 湖北省黄冈中学, 湖北 黄冈)

**摘要:**测定电池的电动势和内阻是人教版3-1教材中非常重要的一个电学实验,也是高考中常考的实验.该实验常采用伏安法来进行测量,但因非理想电表测量误差会导致实验结果有偏差,尝试运用四种不同的方法来分析伏安法测量的系统误差,并通过四种方法的系统分析比较,让学生建立正确的物理观,培养严谨的科学思维。

**关键词:**算法;等效电源法;图像法;数学结合法

测定电池的电动势和内阻实验通常会采用伏安法,伏安法有两种连接方法,方案如图1、图2所示(下文中简称“图1方案”和“图2方案”).两种方案的实验原理均是利用闭合电路欧姆定律,即,其中 $U$ 是路端电压(电源两端的电压), $I$ 为路端电流(通过电源的电流),但由于电表均非理想电表,所以图1方案的测量误差来源于电压表的分流,图2方案的测量误差来源于电流表的分压.下面我们分别用算法、等效电源法、图形法和数形结合法来系统分析因电表测量误差带来的影响.

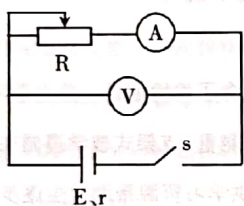


图1

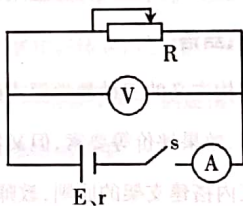


图2

## 方法一：算法

算法是通过测量通过改变滑动变阻器的阻值,得到两组电表数据 $(U_1, I_1)$ 、 $(U_2, I_2)$ ,联立组成方程组 $E=U_1+I_1r$ 和 $E=U_2+I_2r$ ,即可解出 $E_{\text{测}}=\frac{U_1I_2-U_2I_1}{I_2-I_1}$ 和 $r_{\text{测}}=\frac{U_1-U_2}{I_2-I_1}$ ,以上结果是伏安法的测量结果.下面我们把电表测量误差考虑进来,对方程组进行修正.设电压表的电阻为 $R_V$ ,电流表的内阻为 $R_A$ .图1方案的测量误差来源于电压表的分流,即 $I=I_{\text{测}}+I_V$ ,其中 $I_V=\frac{U}{R_V}$ ,因此重新组成方程组 $E=U_1+(I_1+\frac{U_1}{R_V})r$ 和 $E=U_2+(I_2+\frac{U_2}{R_V})r$ ,易解得 $E=\frac{R_V(U_1I_2-U_2I_1)}{R_V(I_2-I_1)+U_2-U_1}$ , $r=\frac{R_V(U_1-U_2)}{R_V(I_2-I_1)+U_2-U_1}$ ,我们再把真实值 $E, r$ 与测量值 $E_{\text{测}}, r_{\text{测}}$ 进行比较,易得 $E_{\text{测}}<E, r_{\text{测}}<r$ .(进一步通过变形可得 $E_{\text{测}}=\frac{R_V}{R_V+r}E, r_{\text{测}}=\frac{rR_V}{r+R_V}$ ,将真实值 $E, r$ 即可证明);图2方案的测量误差来源于电流表的分压,即 $U=U_{\text{测}}+U_A$ ,同理将电表测量误差

考虑进来组成新的方程组 $E=U_1+I_1R_A+I_1r$ 和 $E=U_2+I_2R_A+I_2r$ ,可解

$$E=\frac{U_1I_2-U_2I_1}{I_2-I_1}, r=\frac{U_1-U_2}{I_2-I_1}-R_A$$

把真实值 $E, r$ 结果与测量值 $E_{\text{测}}, r_{\text{测}}$ 进行比较,易得 $E_{\text{测}}=E, r_{\text{测}}=r+R_A$ ,因此 $E_{\text{测}}=E_{\text{真}}, r_{\text{测}}>r_{\text{真}}$ .

运用算法分析该实验的误差,思路简单,思维要求不高,学生比较容易接受,有助于培养学生严谨的演算推理能力,但是算过程比较复杂,学生碰到复杂的二元一次方程组时容易产生难情绪.

## 方法二：等效电源法

运用等效电源法来分析该实验的误差是一种十分快捷的方法,但是学生首先需要掌握等效电压源定理,又称戴维宁定理,定理表述为:两端有源网络可以等效于一个电压源,其电动势等于网络的开路端电压,其内阻等于从网络两端看除源(将电动势短路,内阻仍保留在网络中)网络的电阻.定理中“网络”,泛指路或其中一部分,“有源”指网络中有电源,“两端”指网络与其部分电路的联系只有两个端口.

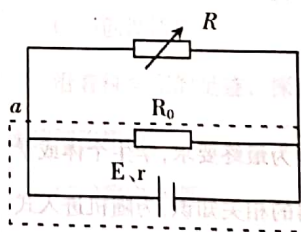


图3

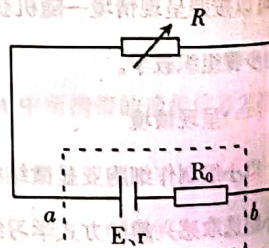


图4

如图3所示,虚线框内的有源网络可等效成一个电压源,等效电动势等于 $ab$ 两点开路时的电压,及 $E_{\text{效}}=U_{ab}=\frac{R_0}{R_0+r}E$ ,其等效内阻等于 $ab$ 间的电阻,即 $r_{\text{效}}=\frac{R_0r}{R_0+r}$ .如图4所示,虚线框内的有源网络可等效成一个电压源,其等效电动势等于 $ab$ 两点开路时的电压,及 $E_{\text{效}}=U_{ab}=E$ ,其等效内阻等于 $ab$ 间的电阻,即 $r_{\text{效}}=R_0$ .上述定理请读者自行证明.





运用等效电压源定理,图1方案测量的电动势即为电压表和电源之间的等效电动势  $E_{\text{测}} = E_{\text{效}} = \frac{R_V}{R_V + r} E$ , 测量的内阻即为其等效内阻  $r_{\text{测}} = r_{\text{效}} = \frac{R_V r}{R_V + r}$ ; 图2方案中测量的电动势即为电流表和电源间的等效电动势  $E_{\text{测}} = E_{\text{效}} = E$ , 测量的内阻即为其等效内阻  $r_{\text{测}} = r_{\text{效}} = r + R_A$ .

运用等效电源法得到的实验误差结果和算法是一样的,但是却快速方便很多,不过该方法对学生的思维要求较高,学生会比较难掌握,但是该方法是高中物理非常实用的方法,掌握了该方法,很多较难的恒定电流问题都会迎刃而解.例如,如图4所示,设电源的电动势  $E=6\text{V}$ , 内阻  $r=2\Omega$ ,  $R_0=2\Omega$ , 电阻箱  $R$  的可调范围为  $0\sim 10\Omega$ , 求电阻箱阻值多大时,其消耗的功率最大?如果这个问题用普通方法解的话比较复杂,需要用到较为繁琐的数学运算,但是运用等效电压源定理却释放方便.解题过程如下:等效电动势  $E_{\text{效}} = U_{R_0} = \frac{R_0}{R_0 + r} E = 3\text{V}$ , 等效内阻  $r_{\text{效}} = \frac{R_0 r}{R_0 + r} = 1\Omega$ , 因此滑动变阻器上的电功率可以看成等效电压源的输出功率,根据电源输出功率的特点易知,当  $R=r_{\text{效}}=1\Omega$  时,其输出功率最大,即  $P_{R_{\text{max}}} = \frac{E_{\text{效}}^2}{(R+r_{\text{效}})^2} R = 2.25\text{W}$ .

### 方法三:图像法

运用电源的  $U-I$  图像分析误差是该实验最常用的方法,非常直观有效.由闭合电路欧姆定律变形可得  $U = -Ir + E$ , 通过描点做出电源的  $U-I$  图像,根据图像即可得出电池的电动势  $E_{\text{测}}$  ( $U$  轴纵截距) 和  $r_{\text{测}}$  (图线斜率的大小).

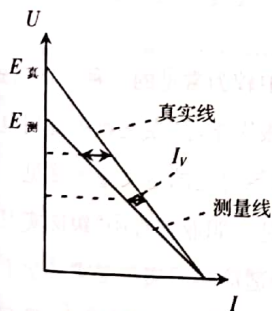


图5

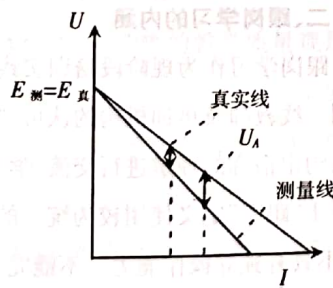


图6

方案1中根据电表测量值描绘出的电源的  $U-I$  图像如图5中的测量线,该方案的误差来源于电压表的分流,即  $I = I_{\text{测}} + I_V$ , 而电压表测量无误差,所以  $U = U_{\text{测}}$  (设真实的路端电压和电流为  $U$ 、 $I$ , 电表的示数为  $U_{\text{测}}$ 、 $I_{\text{测}}$ ), 其中  $I_V = \frac{U}{R_V}$ , 可知  $U$  越大, 真实路端电流  $I$  与  $I_{\text{测}}$  的差值  $I_V$  越大, 因此可以在测量值  $U-I$  图线的基础上

做出真实值  $U-I$  图像(如图5中的真实线), 根据图线可得  $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}, r_{\text{测}} < r_{\text{真}}$ .

方案2中根据电表测量值描绘出的电源的  $U-I$  图像如图6中的测量线,该方案的误差来源于电流表的分压,电流表无误差,即  $U = U_{\text{测}} + U_A, I = I_{\text{测}}$ , 其中,  $I$  越大, 真实路端电压  $U$  与  $U_{\text{测}}$  的差值  $U_A$  越大, 根据真实值的  $U-I$  图像(如图6真实线)易得  $E_{\text{测}} = E_{\text{真}}, r_{\text{测}} > r_{\text{真}}$ . 图像法虽然直观,但是无法定量分析测量结果,学生运用该方法时很容易将测量线和真实线混淆,所以该方案要求学生能够清晰知道两个方案的误差来源,而且每次分析时画图会消耗大量时间,容易使“直观”变“悲观”.

### 方法四:数形结合法

两个实验方案中,如果把电表测量误差考虑进来,可得到电表测量值  $U_{\text{测}}$ 、 $I_{\text{测}}$  之间的真实关系,图1方案电表测量值间的真实关系应该是  $E = U_{\text{测}} + (I_{\text{测}} + \frac{U_{\text{测}}}{R_V})r$ , 变形得  $U_{\text{测}} = -\frac{R_V r}{R_V + r} I_{\text{测}} + \frac{R_V}{R_V + r} E$ , 再结合  $U-I$  图像可得  $E_{\text{测}} = \frac{R_V}{R_V + r} E, r_{\text{测}} = \frac{R_V r}{R_V + r}$ . 图2方案电表测量值间的真实关系应该是  $E = U_{\text{测}} + I_{\text{测}} R_A + I_{\text{测}} r$ , 变形得  $U_{\text{测}} = -(r + R_A) I_{\text{测}} + E$ , 再结合  $U-I$  图像可得  $E_{\text{测}} = E, r_{\text{测}} = r + R_A$ .

数学结合法是通过  $U_{\text{测}}$  与  $I_{\text{测}}$  之间的真实关系,利用电源的  $U-I$  图像得出  $E_{\text{测}}$  和  $r_{\text{测}}$ , 该方法巧妙地运用数学函数关系,分析过程简单,结论清晰易懂,学生比较容易理解和掌握.对比四种分析方法,我们发现计算法简单易懂但是计算复杂,等效电源法快速直接但是思维要求高,图像法直观有效但是无法定量,数学结合法巧妙易懂,是四个方法中教学效果最好的方法.但是四种各有特点,无论采用哪一种方法进行分析,对学生的理论分析能力都是一次很好的锻炼,有助于培养学生严谨的科学思维.对于该实验的误差分析,教师切莫轻视,更不能让学生死记结论.

### 参考文献:

程稼夫. 中学奥林匹克竞赛物理教程电磁学篇[M]. 合肥: 中科大出版社, 2004.

作者简介: 卢敏翔(1987—), 男, 江西九江, 学士/本科, 中学一级, 主要研究方向: 中学物理教学, 高中物理实验资源二次整合与开发.

基金项目: 本文为苏州市教育科学规划“十三五”课题“借助课堂互动培育学生物理核心素养的实践研究”(课题立项编号: 192009303)的阶段性研究成果.

● 编辑 温雪莲

