

也谈“测定电池的电动势和内电阻”实验的误差分析

周静芬 孙爱民

(南京三中, 江苏 210001)

本刊 1999 年第 3 期《测定电池的电动势和内电阻实验的误差分析》一文中, 通过对电路的分析, 考虑到电流表、电压表的内阻, 进行定量的计算, 理清了电源电动势 \mathcal{E} 和内阻 r 的测量值与其实值之间的数量关系, 这种方法确实达到了培养学生的分析问题和解决问题的能力. 读后很受启发, 但该文在数学运算上比较繁杂, 如果采用等效电源法来分析测定 \mathcal{E} 、 r 实验中的系统误差, 则将是简单的.

首先等效的依据是“电路分析理论”中的戴文宁定理, 其定理如下: “任何一个有源端网路都可以用一个恒定电动势和一个电阻串联的等效电路来代替, 此恒定电动势的数值等于原网路引出端在开路时的端电压, 其内阻等于网路内各电源用内阻代替时, 在原网路引出端所呈现的总电阻”.

(1) 对于第一种电路(即电流表的外接法), 取等效电源框线如图 1 中虚线所示.

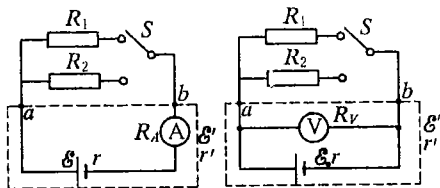


图 1

图 2

因为解本电路时应用的欧姆定律是 $\mathcal{E}' = U + Ir'$, 式中 I 应该是流过等效电源的总电流, U 是等效电源的端电压. 根据戴文宁定理得:

$$\begin{cases} \mathcal{E}' = U_{ab} = \frac{R_V}{R_V + r} \cdot \mathcal{E} \\ r' = \frac{R_V r}{R_V + r} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E}' < \mathcal{E} \\ r' < r \end{cases}$$

(2) 对于第二种电路(即电流表的内接法), 取等效电源框线应如图 2 中虚线所示. 因为解本电路时应用的欧姆定律形式仍为 $\mathcal{E}' = U + Ir'$ 其中 I 是流过等效电源的总电流, U 是等效电源的端电压, 由戴文宁定理得:

$$\begin{cases} \mathcal{E}' = U_{ab} = \mathcal{E} \\ r' = R_A + r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E}' = \mathcal{E} \\ r' > r \end{cases}$$

由以上等效分析可用到任何一种电路.

[例 1] 如图 3 所示, 用一只电流表和两只定值电阻测 \mathcal{E} 和 r 的误差分析:

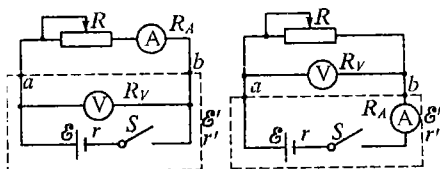


图 3

图 4

解答: 取等效电源, 如图 3 中虚线框所示, 因解本电路时应用的欧姆定律形式是 $\mathcal{E}' = I(R + r')$, I 是流过等效电源的总电流, R 作为定值的外电阻, 由戴文宁定理得:

$$\begin{cases} \mathcal{E}' = U_{ab} = \mathcal{E} \\ r' = R_A + r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E}' = \mathcal{E} \\ r' > r \end{cases}$$

[例 2] 如图 4 所示, 用一只电压表和两只定值电阻测 \mathcal{E} 和 r 的误差分析.

解答: 取等效电源如图 4 中虚线框所示, 因解本电路时应用的欧姆定律形式是 $\mathcal{E}' = U + \frac{U}{R} r'$, R 是定值外电阻, 则须将 R_V 纳入电源, 由戴文宁定理得:

$$\begin{cases} \mathcal{E}' = U_{ab} = \frac{R_V}{R_V + r} \mathcal{E} \\ r' = \frac{R_V r}{R_V + r} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E}' < \mathcal{E} \\ r' < r \end{cases}$$

用等效电源的方法对测定 \mathcal{E} 、 r 实验中的误差判定是相当简单的, 但其中用到的戴文宁定理是中学未涉及的内容. 我认为教师在教学过程中适当地加以提高, 以便让学生简捷地去分析问题, 掌握知识, 拓宽解题思路也是应该的.

(收稿日期: 1999-05-31)