

## 对欧姆表倍率和内阻关系的一点讨论

晏 鹏

(沭阳县沭阳高级中学 江苏 宿迁 223600)

(收稿日期:2017-09-07)

### 1 教材内容引发的疑问

在人教版高中《物理·选修3-1》教材中,对于多用电表,书上展示了如图1所示的电路让学生讨论各个位置的功能。

图1中3,4两个位置是表示不同倍率的欧姆表,设开关在4处所对应的欧姆表内阻较大.对于这两种倍率,学生在认识上存在如下误区:根据  $E = I(R_x + R_{内})$ ,测量电阻  $R_x$  时,  $R_{内}$  较大时电流较小,指针偏转较小,  $R_x$  对应刻度盘上数字较大,故倍率较小.按照这个思路,3位置对应较高倍率,4位置对应较低倍率。

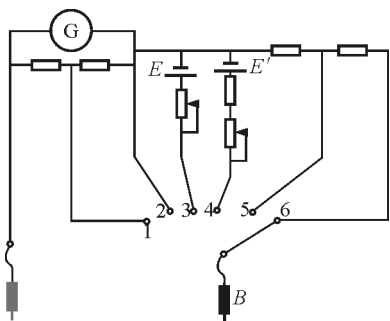


图1 多用电表电路图

但根据欧姆表中值电阻与内阻相等的关系,倍率越高,中值电阻越大,内阻越大.按照这个思路,3位置对应较低倍率,4位置对应较高倍率。

对于上述矛盾,有人从电路图中电源不同来解释.实际上,对于从  $\times 1$  至  $\times 1k$  倍率,都是采用同一节电动势为 1.5 V 的干电池.要解决上述矛盾,必须从欧姆表原理入手,分析其实际电路。

### 2 欧姆表原理图的误差来源

按照图2所示的电路,设欧姆表内阻为  $R_{内}$ ,电源电动势为  $E$ ,表头满偏电流为  $I_g$ ,有  $E = I_g R_{内}$ .当外接一阻值为  $R_x$  的待测电阻时,有  $E = I(R_x + R_{内})$ .由上述两式可得

$$R_x = R_{内} \left( \frac{I_g}{I} - 1 \right)$$

当电池用久,电动势  $E$  减小,通过欧姆调零使  $I_g$  不变.若此时测量电阻时,电流值仍为  $I$ ,因为刻度盘已经确定,所以测量值仍为  $I$  位置所对应的  $R_x$ .但实际上,在欧姆调零时,为使  $I_g$  不变,已经将  $R_{内}$  调小为  $R'_{内}$ ,则

$$R'_x = R'_{内} \left( \frac{I_g}{I} - 1 \right)$$

由于  $R'_{内} < R_{内}$ ,所以真实值  $R'_x$  小于测量值  $R_x$ .测量结果不准确。

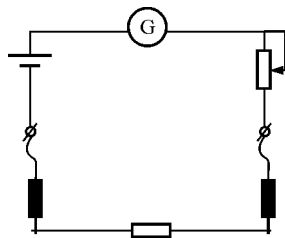


图2 欧姆表原理图

### 3 解决方案

为了减小由于电池用久导致的误差,以欧姆挡  $\times 1k$  倍率为例,其内部的实际电路按图3所示连接。

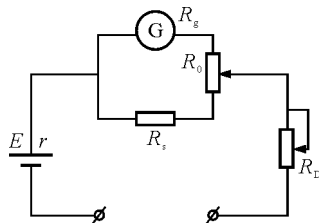


图3  $\times 1k$  倍率改进电路

图中的电池内阻  $r$ ,  $R_0$ ,  $R_s$ ,  $R_g$  的值均远小于限流电阻  $R_D$ .若电池用久,  $E$  变小,可以调节欧姆调零旋钮,将  $R_0$  处的滑片向上移动,使两表笔短接时通过表头的电流仍然达到满偏.因为  $r$ ,  $R_s$ ,  $R_g$  等值远小于  $R_D$ ,故内阻的  $R_{内}$  改变很小,可忽略不计.此时真实值  $R'_x$  与测量值  $R_{内}$  近似相等。

# 多余的“相对运动的图示”

徐小林

(江苏省如东高级中学 江苏 南通 226400)

朱建武

(如东县马塘中学 江苏 南通 226401)

(收稿日期:2018-01-22)

**摘要:**针对《物理通报》2017年第5期《论相对运动的图示》一文中有关“平行四边形法则”的不当观点,既澄清是非,又揭示出灵活运用矢量运算法则的基本规律.

**关键词:**重申法则 纠正误解 澄清是非 灵活运用

近期习读了文献[1],针对文中否定“平行四边形法则”的不当观点,进行深入的剖析,并揭示出灵活运用基本的矢量运算法则处理问题的规律方法.

## 1 重申速度合成和分解的基本法则

高中教材中,一个运动质点只要同时参与了两个分运动,则求其合运动速度的过程(即速度的合成),一定要遵循平行四边形法则.常见的小船渡河问题,2016年高考江苏物理卷第14题中物块在移动斜面上的下滑运动,都由平行四边形法则确定分速度与合速度的关系.但关键必须确认运动质点真正同时参与了哪两个分运动,对于不真的“分运动”与

按照这个方法,可以进一步改变分流电阻.使分流电阻阻值分别为 $\frac{1}{99}R$ 和 $\frac{1}{999}R$ ,内阻值分别变为 $\frac{1}{100}R$ 和 $\frac{1}{1000}R$ ,所对应的倍率分别为 $\times 10$ 和 $\times 1$ ,如图5所示.

## 4 不同倍率的内阻的电路连接方式

若将选择开关由 $\times 1k$ 调到 $\times 100$ 倍率,在图3电路中并联一个分流电阻,如图4所示.

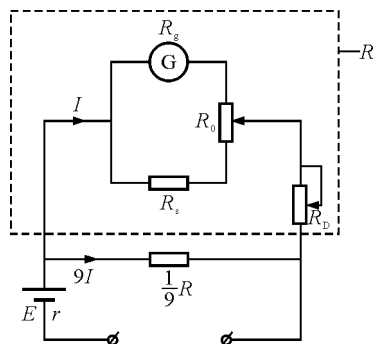


图4  $\times 100$ 倍率改进电路

设图3中 $R_0, R_s, R_g, R_D$ 总阻值为 $R$ ,则并联的分流电阻阻值为 $\frac{1}{9}R$ .计算可得图4中欧姆表内阻

$R_{内} = \frac{1}{10}R$ ,即内阻阻值变为原来的 $\frac{1}{10}$ .两表笔短接

时,不考虑电源内阻 $r$ 的影响,流过上面支路的电流 $I$ 不变,故满偏电流 $I_g$ 也不变.实际上,由于电源内阻 $r$ 的影响,会使 $I_g$ 减小,需要调节 $R_0$ 的滑片,但影响很小,故认为 $R_{内} = \frac{1}{10}R$ 仍成立.

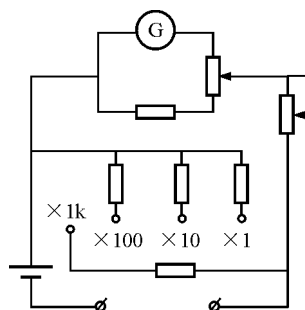


图5 改进后的内部电路

## 5 对疑问的解答

综上所述,欧姆表倍率减小,其内阻也同倍数减小.当接入待测电阻 $R_x$ 时,流过回路的总电流增大,但由于分流电阻的存在,流过表头的电流在减小,故指针偏转角度减小,课本上的电路图是基本原理图,不是实际使用的电路.如果按照图1和图2的电路去分析,得到的是错误的结论.