

加强实验知识的迁移 引导学生思维的拓展

——以“测定电源的电动势和内阻实验”为例

李红伟

(江西省全南中学 江西 赣州 341800)

(收稿日期:2015-04-24)

摘要:从多个方面阐述了如何在实验复习教学中,有意识地进行适当的知识迁移,以引导学生思维的拓展,培养学生的创新思维能力。

关键词:实验复习 知识迁移 思维拓展 创新能力培养

创新实验试题是通过改变实验情境、实验条件、实验目的、实验结论等条件设计出来的一类试题。这类试题不仅能考查学生应用所学知识解决实际问题能力,同时能较好地考查学生思维的深度、广度、灵活性。在高三物理实验复习教学中,有意识地对所掌握的实验原理、实验方法等知识进行适当的迁移变化,从而达到提高学生思维能力的目的。

下面以“测定电源的电动势和内阻实验”为例,谈谈在复习教学中如何对实验知识进行迁移拓展。

1 从实验原理的角度进行迁移

在平时物理学教学中,通常是利用伏安法来测定电源的电动势和内阻,原理是由电流表测出流经电路的总电流 I ,电压表测出路端电压 U ,根据闭合电路欧姆定律 $E = U + Ir$,利用计算法、图像法等方法求得 E 和 r 。在复习教学过程中,可以有意识地从闭合电路欧姆定律变式的角度进行迁移,引导学生思维延伸;如,利用电流表和电阻箱的安阻法、利用电压表和电阻箱测的伏阻法、利用两个电压表(其中一个电压表内阻已知的)伏伏法,等等。下面详细介绍几种从实验原理的角度进行实验知识迁移的方法。

1.1 利用标准电源的方法

电路图如图 1 所示。

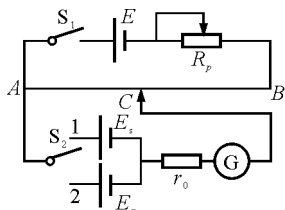


图 1

图 1 中 E 为供电电源, E_s 为标准电源, E_x 为待测电源, R_p 是限流电阻, r_0 是电流表 G 的保护电阻。测量时,首先闭合开关 S_1 ,电阻丝 AB 上有一定的电势降落;接着将开关 S_2 合到“1”位置,移动滑动触头 C ,使 G 指针指零,此时 AC 的长度为 L_1 , AC 段电压为 E_s ;再将 S_2 合到“2”位置,移动滑动触头 C ,使 G 指针再指零,此时 AC 的长度为 L_2 , AC 段电压为 E_x 。由于电流表 G 的示数为零,则两次流过 AB 的电流不变,故

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{U_{AC}}{U_{AC}} = \frac{E_1}{E_2}$$

得

$$E_x = \frac{L_2}{L_1} E_1$$

这种方法能准确地测量电源电动势,但无法测出电源内阻。

1.2 利用电桥平衡的方法

电路图如图 2 所示。

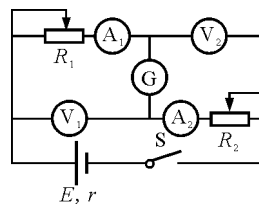


图 2

实验时,调节变阻器 R_1 和 R_2 使电流表 G 的读数为零,此时电流表 A_1 和 A_2 的示数之和就是流过电源的电流 I (即干路电流),电压表 V_1 和 V_2 的示数之和就是电源的路端电压 U ,则 $E = U + Ir$,两次调

节 R_1 和 R_2 , 使电流表 G 的示数变为零, 读出 4 个电表的读数; 第一次两电流表示数之和为 I_1 , 两电压表示数之和为 U_1 , 则 $E = U_1 + I_1 r$; 第二次两电流表示数之和为 I_2 , 两电压表示数之和为 U_2 , 则有 $E = U_2 + I_2 r$, 联立可得

$$E = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 - I_2}$$

$$r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$$

此方法测量不必考虑电表带来的误差, 测量精确程度取决于电流表 G 的灵敏程度, 不存在系统误差, 即

$$E_{\text{测}} = E_{\text{真}} \quad r_{\text{测}} = r_{\text{真}}$$

1.3 利用辅助电源的方法

电路图如图 3 所示。

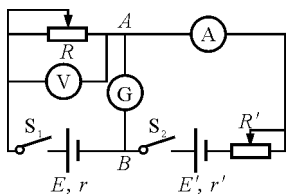


图 3

实验时, 调节滑动变阻器 R 和 R' , 使电流表 G 的示数为零, 此时 A 和 B 两点的电势 φ_A 和 φ_B 的关系是 $\varphi_A = \varphi_B$, 读出电流表 A 和电压表 V 的示数 I 和 U , 则

$$E + E' = U + I(R' + R_A + r + r')$$

$$E' = I(R' + R_A + r')$$

由两式解得

$$E = U + Ir$$

测得两组数据 U 和 I , 列方程可解得

$$E = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 - I_2}$$

$$r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$$

此方法测量同样不必考虑电表带来的误差, 测量精确程度取决于电流表 G 的灵敏程度, 不存在系统误差, 即

$$E_{\text{测}} = E_{\text{真}} \quad r_{\text{测}} = r_{\text{真}}$$

2 从实验仪器的角度迁移

伏安法测定电源的电动势和内阻中涉及的主要

仪器是: 滑动变阻器、电源、电流表、电压表。所以在实验复习教学过程中, 可以有意识地对这些仪器进行迁移和变化。

2.1 从滑动变阻器的角度变化

在伏安法测定电源的电动势和内阻实验中, 滑动变阻器所起的作用是使外电路电阻变化, 致使流经电源的电流、路端电压变化, 因此可以用其他类型的电阻代替滑动变阻器。如 2014 年高考全国大纲卷就用定值电阻代替滑动变阻器(图 4)。

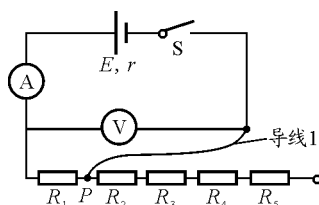


图 4

2.2 从电表的角度变化

在伏安法测定电源的电动势和内阻实验中, 电流表测量流经电源的电流, 电压表测定路端电压大小; 如果提供的仪器中没有电压表, 只提供了小量程的电流表, 或提供的电流表、电压表量程太小, 则必须对电表进行改装。如在 2014 年高考中, 福建卷、全国课标 I 卷都是将小量程电流表改装成大量程电流表(图 5)。

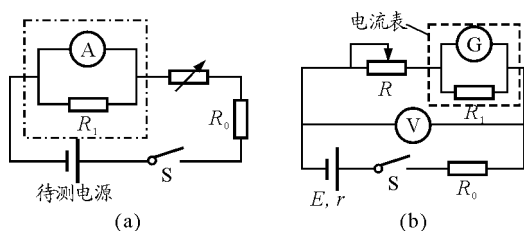


图 5

上海卷采用电流传感器、电压传感器代替电流表、电压表来采集路端电压和流经电源电流大小(图 6)。

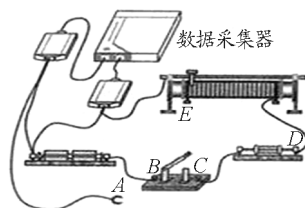


图 6

2.3 从电源的角度变化

在伏安法测定电源的电动势和内阻实验中,通常采用干电池为测定对象,实际上还可以采用其他电源,测量其他电源的电动势和内阻,如水果电池、原电池、蓄电池、锂电池、镍镉电池等.图7所示电路是2013年高考全国课标I卷使用多用电表欧姆挡对电池的电动势和内阻进行测定.

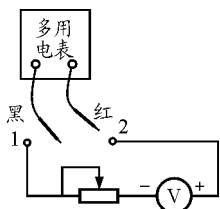


图7

3 从实验目的的角度迁移

测定电源的电动势和内阻实验的实验目的是测量电源电动势和内阻,但是有时可以利用本实验电路测量其他物理量,从实验目的的角度进行迁移、变化.2014年高考上海卷第(3)小题就是利用这个实验进行定值电阻的测量.

【例1】(2014年高考上海卷第28题)在“用DIS测电源的电动势和内阻”的实验中:

(1)将待测电池组、滑动变阻器、电流传感器、电压传感器、定值电阻、开关及若干导线连接成电路如图8(a)所示.图中未接导线的A端应接在____点(选填:B、C、D、E).

(2)实验得到的 $U-I$ 关系如图8(b)中的直线I所示,则电池组的电动势为____V,内电阻阻值为____ Ω .

(3)为了测量定值电阻的阻值,应在图8(a)中将“A”端重新连接到____点(选填:B、C、D、E),所得到的 $U-I$ 关系如图8(b)中的直线II所示,则定值电阻的阻值为____ Ω .

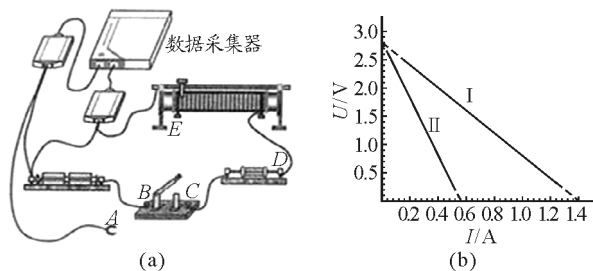


图8

4 从实验数据处理的角度迁移

在测定电源的电动势和内阻实验数据处理中,通常应用计算法或图像法处理实验数据,但也可以用其他方法来处理.如2014年高考福建卷利用逐差法处理数据,应该说对实验复习具有很强的前瞻性和导向性.

【例2】[2014年高考福建卷第19题(2)]某研究性学习小组利用伏安法测定某一电池组的电动势和内阻,实验原理如图9所示,其中,虚线框内为用灵敏电流计G改装的电流表A,V为标准电压表,E为待测电池组,S为开关,R为滑动变阻器, R_0 是标称值为 4.0Ω 的定值电阻.

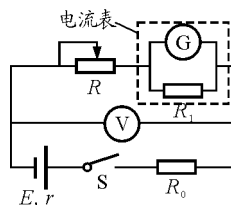


图9

某次实验的数据如表1所示:该小组借鉴“研究匀变速直线运动”试验中计算加速度的方法(逐差法),计算出电池组的内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}\Omega$ (保留两位小数);为减小偶然误差,逐差法在数据处理方面体现出的主要优点是_____.

表1 实验数据

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8
电压表V 读数 U/V	5.26	5.16	5.04	4.94	4.83	4.71	4.59	4.46
改装表A 读数 I/mA	20	40	60	80	100	120	140	160

总之,在高三物理实验复习教学中,应加强实验基础知识和基本方法的复习,同时也应从实验的目的、原理、器材、步骤、数据处理各环节进行实验试题的变化,提高学生应用所学知识解决实际问题能力,从而使学生在碰到创新型实验试题时能够得心应手,迎刃而解.

参考文献

- 1 李一新. 电源电动势和内阻的测量方法. 人民教育出版社网站.
- 2 胡亦中. 用多种方法测定电源的电动势和内阻. 人民教育出版社网站.