

# 伏安法测电阻电路设计易错问题调查和分析

张少伍 赵良震

(濮阳市第一高级中学 河南 濮阳 457000)

(收稿日期:2019-03-26)

**摘要:**伏安法测电阻电路设计是高中物理实验的重点和难点,通过调查这类试题的错误类型,并进行错因分析,提出了改进措施.

**关键词:**伏安法测电阻 分压式电路 限流式电路 电流表内外接

学生在做伏安法测电阻电路设计类试题时往往错误率很高,为了找出这类题的易错点及错误产生的原因,笔者以一道高考题为例进行了解读并进行了调查和分析.

## 1 一道高考题的实战演练

**【例题】**(2017年高考全国 I 卷第23题)某同学研究小灯泡的伏安特性.所使用的器材有:小灯泡 L(额定电压 3.8 V,额定电流 0.32 A);电压表 ⑤

(量程 3 V,内阻 3 k $\Omega$ );电流表 ④(量程 0.5 A,内阻 0.5  $\Omega$ );固定电阻  $R_0$ (阻值 1 000  $\Omega$ );滑动变阻器 R(阻值 0 ~ 9.0  $\Omega$ );电源 E(电动势 5 V,内阻不计);开关 S;导线若干.

(1)实验要求能够实现在 0 ~ 3.8 V 的范围内对小灯泡的电压进行测量,画出实验电路原理图.

**正解:**(1)电压从零开始调节,滑动变阻器应使用分压式接法,电压表的量程小于灯泡的额定电压,需要串联电阻改装,因为灯泡电阻远小于改装电压

则会更加准确.从结论可以看到,重力加速度的不确定度可以很好地反应出测量的可信程度,并且得到的重力加速度和当地的重力加速度参考值吻合得比较好.

## 参考文献

1 董光兴,王新兴,张鹏,等.重力加速度的测量方法与实验分析.河西学报,2015,31(5):31 ~ 36

2 熊永红,张昆实,任忠明,等.大学物理实验(第一册).北京:科学出版社,2007.87 ~ 89

3 胡琦珩,丁益民.利用智能手机测定重力加速度.物理实验,2017,37(8):14 ~ 16

4 李晶,王健,徐殿双,等.大学物理实验教程.上海:上海交通大学出版社,2017.26 ~ 29

# Measuring Gravity Acceleration by Free - fall Method

Zhan Guofu Li Zhenhua Li Jing

(Faculty of Industrial Automation, Guangdong Polytechnic College, Zhaoqing, Guang dong 526100)

**Abstract:**We measured the local acceleration of gravity indirectly in the free - fall motion, which the photoelectric method was used to measure the time of motion. Then the value was calculated by the kinematics formula.

**Key words:** acceleration of gravity; free - fall; photoelectric method

表的总电阻,所以电流表采用外接法,如图1所示.

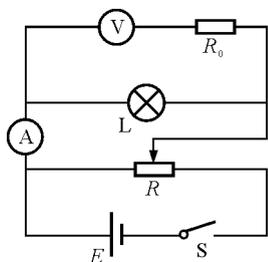


图1 实验电路原理图

## 2 调查

为了找出学生做这类题易错的地方,笔者针对此题组织了我校(城市普通高中)高二学生试做了该题,并进行了正确率统计,如表1所示.

从表1可以看出,学生的易错问题主要有:未改装电表、画成限流式、电流表内接、非分压也非限流电路.

表1 正确率统计人数和百分比

班级 (人数/人)	正确		未改装电压表		画成限流式		电流表内接		非分压也非限流电路	
	人数/人	比例/%	人数/人	比例/%	人数/人	比例/%	人数/人	比例/%	人数/人	比例/%
7班(60)	9	15	26	43	7	12	7	12	11	18
8班(60)	8	13	30	50	6	10	7	12	9	15
9班(60)	5	8	32	54	5	8	10	17	8	13
10班(60)	6	10	27	45	11	18	6	10	10	17
11班(60)	8	13	30	50	5	8	7	12	10	17
12班(60)	11	18	24	40	10	17	4	7	11	18
总数(360)	47	14	169	47	44	12	41	11	59	16

## 3 错因分析和改进措施

### 易错问题1:未改装电压表(图2)

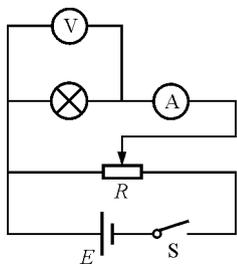


图2 未改装电压表电路图

**错因分析:**实验要求能够在 $0 \sim 3.8 \text{ V}$ 的范围内对小灯泡的电压进行测量,而题中所给的电压表①量程为 $3 \text{ V}$ ,并不能达到要求,进而测不出完整的伏安特性曲线.由表1的统计结果亦可看出,近 $50\%$ 的学生因审题不清(未考虑量程)而直接测量导致出错.

**改进措施:**为了测量出完整的伏安特性曲线,需要对电压表①进行改装.对电压表①进行改装,则需串联一个定值电阻 $R_0$ .使电压表①的量程扩大到 $4 \text{ V}$ ,正好满足要求.

### 易错问题2:画成限流式(图3)

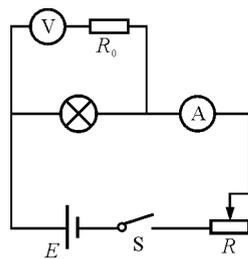


图3 限流式电路图

**错因分析:**实验要求能够在 $0 \sim 3.8 \text{ V}$ 的范围内对小灯泡的电压进行测量.根据要求,测量电路的电压需从零开始,而限流式的调节范围是 $\frac{R_L}{R_L + R}E \sim E$ ,分压式的调节范围是: $0 \sim E$ .学生用限流式电路不能从零开始测量,同样测量不出完整的伏安特性曲线.

**改进措施:**此时根据要求应该选择分压式的控制电路.

### 易错问题3:电流表内接(图4)

**错因分析:**不管是电流表②内接还是外接,都会对所测量的结果产生系统误差.为了使测量结果

更加接近于真实值,可以根据文献[1]所探讨的判断标准: $R_L > \sqrt{R_A R_V}$  时用电流表(A)内接法; $R_L < \sqrt{R_A R_V}$  时电流表(A)外接法,以减小实验误差<sup>[1]</sup>.部分学生恰恰是因为对于电流表(A)内外接的判断不准确而导致内外接电路的选择不合理.

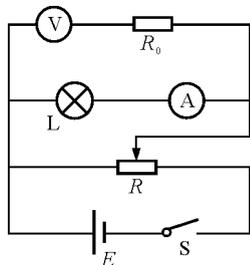


图4 电流表内接电路图

**改进措施:** 根据要求应采用电流表(A)外接法.

**易错问题 4:** 非分压也非限流(图5)

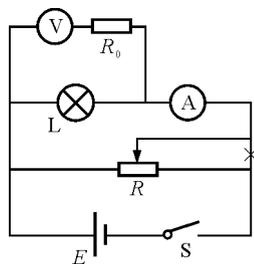


图5 非分压也非限流电路图

**错因分析:** 有一种连接方式如图5所示,这也是文献[1]给出的答案,出错率很高.仔细观察电路会发现,滑动变阻器和灯泡两者是直接并联接入电路的,此时的滑动变阻器既没有起到限流的作用,也没有起到分压的作用,也就是说,不管滑动变阻器的滑片是否移动,几乎不会对灯泡产生影响.甚至当滑片移动到最左端时还会出现电源短路状态.出现此类错误的主要原因在于对分压式和限流式的控制原理理解不透彻.

**改进措施:** 将图5中标有“×”号的那根导线去掉即可,如图6所示.对伏安法测电阻电路设计易错问题进行统计时发现,除了以上4类比较有代表性的错误之外,还存在其他的一些问题:(1)不清楚 $R_0$ 的作用错误将 $R_0$ 放错位置如图7所示;(2)电路设计完成之后发现电流表(A)漏了,就直接按如图8所示接入电路;(3)部分学生甚至把灯泡和开关都漏了,如图9所示;(4)各种电路设计错误集中在一起

的,如图10所示;(5)作图不规范,电路图布局不合理,图中的导线弯曲不直等.

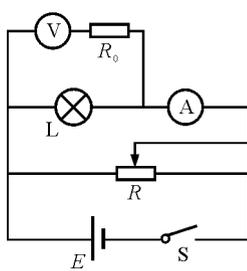


图6 去掉导线后的电路图

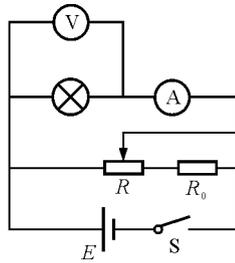


图7 R\_0位置错误电路图

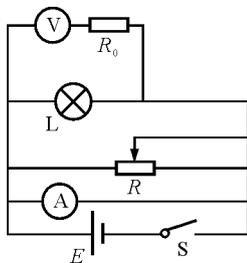


图8 电流表接入电路图

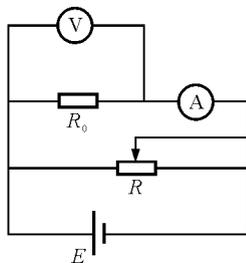


图9 漏接灯泡和开关的电路图

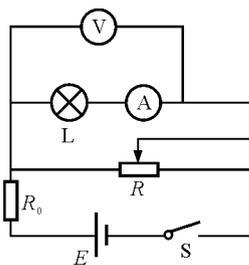


图10 各种设计错误的电路图

#### 4 总结

伏安法测电阻电路设计类问题是高中物理教学的重点也是高考高频考点,需格外引起重视.笔者针对此类问题整理了学生易错情况并给出了改进措施.电路设计类问题细节较多,初学者要想全面掌握此类问题的解法并达到解题要求并非易事.为了取得较好的效果,笔者还制定了口诀,以期达到帮助学生更全面、更系统地解决这类问题的目的.

**口诀:** 限流分压,内外接法;仪器选择,不容有错;铅笔作图,直尺标注;布局合理,标上字母;节点有点,不漏元件;认真检查,养成习惯.

#### 参考文献

1 郭雪鹏. 一个常用电流表内外接判断公式的理论依据探讨. 物理教学, 2018, 40(3): 35 ~ 36