

“黑盒子”的设计与检测

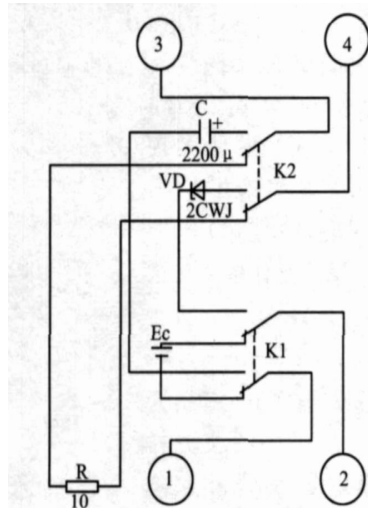
戴心锐 刘燕玲



重庆大学数理学院物理实验中心是全国中学生物理竞赛实验培训基地之一。在该中心开办的培训班中,根据全国中学生物理竞赛实验操作要求,围绕拓展参赛者的思维空间,提高参赛者动手解决实际问题的能力,开设了热学、光学、电学、力学等内容的实验。这些实验内容各具特色,激发了受训同学对物理实验的浓厚兴趣。本文就介绍该中心为竞赛参加者开设的一种电学实验——“黑盒子”实验。

“黑盒子”实验简介

“黑盒子”实际上是一种密封的待测元件盒,盒里的元件有干电池、定值电阻、电容器、半导体二极管等(如图所示,可根据要求变换盒里的元件)。盒外可见的有四个接线端(即检测点)①、②、③、④,各



黑盒子内元件线路图

接线端通过导线和两个双刀双掷开关变换触点位置,可分别连接盒内的待测元件,在两个双刀双掷开关的控制下,任意两检测点只有一个元件连接,或两检测点形成通路或断路状态。这样,实验操作者只要分别改变盒外的两个双刀双掷开关手柄方向(制作时两个开关并排地安装整齐,并注明“开关 1”“开关 2”,还要在盒上注明开关手柄朝向的“上”“下”标记)。然后分别按序 a. 开关手柄 1 朝“上”,开关手柄 2 朝“上”;序 b. 开关 1 手柄朝“下”,开关 2 手柄朝“下”;序 c. 开关手柄 1 朝“上”,开关手柄 2 朝“下”;序 d. 开关手柄 1 朝“下”,开关手柄 2 朝“上”,结合盒外四个接线端的编号,列出如下相同的四个表,注明

红表笔	①	①	①	②	②	②	③	③	③	④	④	④
黑表笔	②	③	④	①	③	④	①	②	④	①	②	③
数据记录或数据变化状态												
判断是何元件或检测两点的通、断状态												
极性正	正极											
负判断	负极											

填表说明:

一、①、②、③、④表示“黑盒子”外的四个检测点。

二、“数据记录或数据变化状态”表格里填测读数据,并注明单位。如果检测时数据有规律地变化,则表格里填“数值由大变小再变大”。

三、“判断是何元件或检测两点的通、断状态”表格里,如判断是元件则填元件名称,如判断没有元件,则填检测的两点处于“通路”或“断路”。

四、“极性正负判断”表格里,如判断是电池或二极管或电解电容则填检测端序号,如:判断检测点①为正极,则在正极栏填①、负极栏填②。判断是其他情况,表格不填。

“循环论证”。也就是说,这个实验失去了验证机械能守恒定律的作用。

三、后记

“……还有一些实验,尽管我们已经知道答案了,尽管理论预言已经确立了,理论并没有任何怀疑了,我们还是要做,因为现象本身太迷人了,而且可能带来进一步的实验,我们只需要向前走,去发现。”——引自温伯格(S. Weinberg)的《终极理论之梦》。

当一个理论被实验验证时,无疑是一个巨大的

鼓舞。可是,只有实验真正起到验证理论的作用时,实验才是试验。实验与理论和谐统一的故事,永远都是物理学定律无限伟大和优美的神话!

(江苏省天一中学高二(9)班 214101)

编者按: 顾闻同学通过自己的思考指出了高中物理教材中出现的两处“循环论证”问题,如果其他老师、同学觉得此提法有一定道理或者存在某些问题,欢迎来稿进一步讨论。

序a表、序b表、序c表、序d表,再用数字万用表或指针式万用表按表格内容分别检测,记录数据在四个表内,再综合分析判断出每次检测的两点,所接的是什么元件及该元件脚的正负极性;或判断出线路处于通或断的状态。

检测操作方法和判断技巧

1. 每检测两待测点时,首先应考虑用数字万用表或指针式万用表的直流电压量程档检测待测的两检测端是否连接电池,如果检测时有电压数据并且稳定无变化,则判断检测的这两接线端连接的是电池,并以万用表显示的正负值判断两接线端的正负极。注意,这一步很重要,若不首先考虑用万用表电压档检测待检测的两端是否有电动势,而盲目地先用万用表其他量程档检测待检测端,则易损坏检测仪表。还要注意在检测电动势时万用表的电压档量程要选合适,否则易造成误判断。若万用表没有显示电压数据,排除检测两端有电动势的可能(即待测两端未接电池),再进行下一步检测。

2. 在选择万用表欧姆量程档检测时,会遇到以下三种情形。

a. 若检测时调整数字式万用表欧姆档不同量程且表笔交换检测所呈现的阻值都基本相等,则判定为电阻,若要测出准确的阻值,还需考虑选择合适的量程。若用指针式万用表置欧姆档测电阻,每变换一次量程要注意校准零位;若选用指针式万用表置欧姆量程最高量程档交换表笔检测待测两点显示无穷大,或用数值式万用表置欧姆档或置专测二极管档交换表笔检测都显示“1”,则判定该两点为断路;反之,若置万用表欧姆最低量程档交换表笔检测显示“零”则判定为短路。

b. 二极管的判定:检测时若将数字式万用表置专测二极管档(有二极管符号档)检测,红黑表笔交换检测两待测点,如果两次检测的数值相差悬殊,可判定为二极管。并且通过此量程档可测出二极管的正向导通压降。同样,用指针式万用表置欧姆档表笔交换检测两待测点时,如果测出的阻值相差悬殊可判定为二极管。但是检测时量程要选合适,一般量程选 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 档检测(不宜选 $R \times 10K$ 或 $R \times 1$ 档检测二极管,因为前者输出电压高,后者输出电流较大,检测时易损坏二极管)。在二极管正向导通的状态下,数字万用表的红表笔接触端接的是二极管正极,黑表笔接触端连接的是二极管的负

极(若用指针式万用表置欧姆档检测二极管的极性,则反之)。在检测中还可判定二极管材料的类型,锗材料二极管正向导通电阻为几百至1千欧左右,反向导通电阻在几百千欧以上;硅材料二极管正向导通电阻为几千欧,反向导通电阻接近无穷大。

c. 电解电容的判定:若用数字式万用表置欧姆档检测两接线端时,万用表的示值不稳定,数字有规律地先减小到一定值,然后再缓慢增大至量程极限值“1”,可判定为电解电容,因为此现象是电解电容充电时的特征。检测电容时注意万用表的欧姆档量程要选得合适,如果用指针式万用表测量 $300\mu F$ 以上的电容器,一般选用 $R \times 10$ 或 $R \times 1$ 档;测 $10 \sim 300\mu F$ 电容可选 $R \times 100$ 档; $0.47 \sim 10\mu F$ 的电容可选 $R \times 10k$ 档。用指针式万用表置欧姆档还可检测电解电容引脚正负极。判定方法主要根据电容器的漏电阻值的大小来决定。用万用表红黑表笔交换检测,然后将两次测量结果进行比较,以漏电阻值较小的一次为准,红表笔接触的一端为电解电容的正极,黑表笔接触的一端为负极。

按上述提示要点分别检测,记录数据填入相应表格内,再逐一分析,从而判断出每两待测点接的是何元件及极性或两待测点处于短路还是断路状态。

(重庆大学数理学院物理实验中心 400044)

科苑快讯

迄今为止最重的元素

俄罗斯杜布纳核子联合研究所(Joint Institute for Nuclear Research, JINR)的研究者利用钙48离子轰击镅249,首次制造出118号元素的原子,这是迄今为止最重的元素。它们通过 α 衰变成为116号元素(也是一种新发现的元素),随后又历经两次 α 衰变成为112号元素,然后又分裂为质量大致相等的两块分裂碎片。

研究人员通过这一系列过程探测到了118号元素,它在元素周期表中与惰性气体同在一栏,原子量是249。

这项研究的协作者包括劳伦斯·利弗莫尔实验室(Lawrence Livermore Laboratory)的工作人员,他们在 2×10^{19} 个事例中发现了3个118号元素的样本(第一个发现于2002年、另外两个发现于2005年),其平均寿命只有1毫秒。

(高凌云编译)