

初中物理教学中黑盒子问题的探讨

张家港市梁丰实验学校(215600) 承建英

初中电学中的黑盒子问题是学生最感棘手的问题。主要原因是因为这类问题综合性强,对于抽象思维尚不健全的初中学生来说是有一定的困难。但这类问题也有它的一般解题规律,只要对它有所了解,其实也并非很难。

首先,根据不同的试探电路,来确定盒内电路的形状;其次,根据内容提示,来确定电源或电阻的位置;最后,根据电压、电流或电阻的大小来确定接线柱间电阻的大小。

1 用电压表进行试测的电路

如果是用电压表来进行探测的电路,那么整个电路应该通路。它的形状大致可以认为是长方形框构成的电路。如:

例1 图中1、2、3、4是从盒接出来的四个接线柱,测得 $U_{12} = 1.5\text{V}$, $U_{24} = 1.5\text{V}$, $U_{34} = 0\text{V}$, $U_{14} = 3\text{V}$ 。已知盒内有两个相同的电阻和两节相同的干电池,画出盒内电路的电路图。

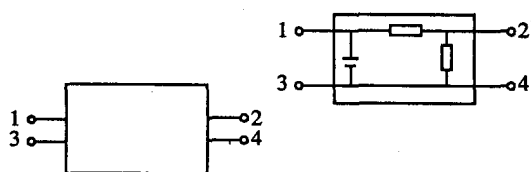


图 1

析与解 因为接线柱34之间电压为0,则34间应为导线;1和4间电压为3伏,则14间应为电源,所以电源应放在13间;由于12和24间电压都为1.5伏,而两电阻又相等,所以在12和24之间应各放一个电阻,如图1所示。

例2 盒内有一个电源,三个阻值相同的电阻构成一个电路,盒外有ABCD四个接线柱,用电压表测得AB间电压为CD间电压的1.5倍,而CD间电压是AC间电压的2倍,BD间无电压,画出盒内电路图。

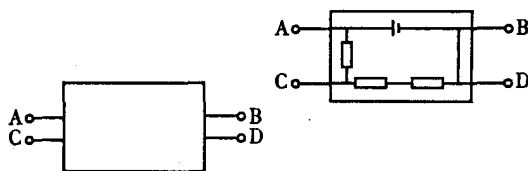


图 2

析与解 BD间无电压,故BD间应为导线;AB间电压最大,AB间应放电源;CD间电压是AC间电压的2倍,根据串联电路的分压特点,CD间的电阻也应是AC间电阻的2倍,所以在AC间应放一个电阻,在CD间放二个电阻,如图2所示。

例3 盒子内有一个电压恒定为5伏的电源和四个阻值为3欧的电阻连接成电路,从电路中引出ABCD四根导线,今测得AB之间电压是5伏,CD之间的电压是2伏,BD之间电压是零,要满足上述条件,AB之间的最小阻值是_____。

析与解 BD间无电压,故BD间应为导线;AB之间电压是5伏,则AB间应为电源;CD之间的电压是2伏,那么AC间的电压应为3伏。根据串联电路的分压特点,AC间的电压是CD间电压的1.5倍,则AC间的电阻也应是CD间电阻的1.5倍,而总电阻又要求最小,所以如果AC间放了一个3欧的电阻,则CD间电阻一定为2欧,故CD间应有一个3欧的电阻和6欧的电阻并联得到。如图3所示,同时可求得AB之间的最小阻值是5欧姆。

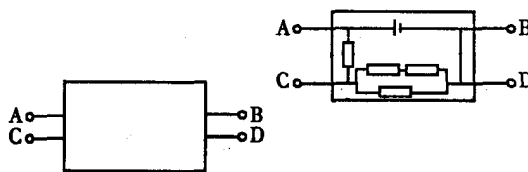


图 3

例4 黑箱内有6伏的电源,另有 $R_1 = 2$ 欧, $R_2 = 4$ 欧, $R_3 = 6$ 欧三个电阻,导线若干, $ABCD$ 为接线柱。

(1) 在 AD 之间接6伏的电源

(2) 在 BD 之间接一个电压表,当开关 S 断开时,电压表的示数为3伏

(3) 在 AC 之间接一个电压表,当开关 S 断开时,电压表的示数为4伏,当开关 S 闭合时,电压表的示数为2伏,画出盒内三个电阻的连接方式。

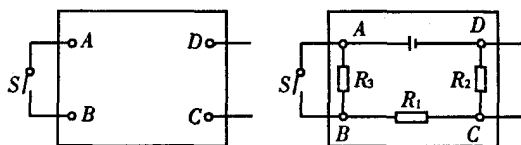


图 4

万方数据

析与解 因为电源电压是6伏,当开关 S 断开时,三个电阻串联, BD 间的电压为3伏,是电源电压的一半,则 AB 间的电阻应和 BD 间电阻值相等,故 AB 间电阻应是6欧;当 AC 间电压为4伏时,根据串联电路中电流为0.5安,可知 AC 间电阻为8欧,则 BC 间应放2欧的电阻, CD 间应为4欧的电阻。当开关 S 闭合时, AB 间电阻被短路,根据串联电路分压特点,可证实 AC 电压为2伏。盒内电路如图所示。

2 用电流表进行试测的电路

如果是用电流表来进行探测的电路,那么凡是有电流表的位置上一定不会有电阻或电源,它的形状有 Z 字形、 N 形或一点三线形。

例5 盒内有一个电池组,两个电阻 R_1 、 R_2 ($R_1 = 2R_2$) 和若干导线组成的电路,盒内电路分别与盒外四个接线柱 $ABCD$ 相连,若用电流表测量各接线柱之间的电流,发现把电流表接 BC 两端时,读数为 I ;当把电流表接 BD 两端时,读数为 $2I$,当用导线先将 BD 连接起来,再把电流表接 CD 两端时,读数为 I 。请在图中画

出能表示盒内连接电流的电路图。

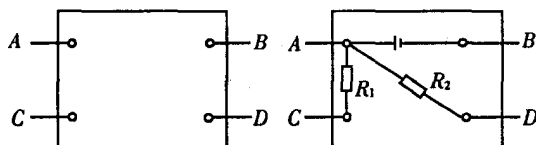


图 5

析与解 在 BC 、 BD 和 CD 这三处都有电流表进行探测的,因此这三处应排除电阻或电源,这样就可发现盒内电路形状为一点三线式。因为电流表在 BC 间时读数为 I ,在 BD 间读数为 $2I$,两次出现 B ,则电源一定在 AB 间,根据电流与电阻的反比关系, AC 间应是 R_1 , AD 应是 R_2 。当用导线先将 BD 连接起来,再把电流表接 CD 时,测得是 R_1 中电流,证实电流为 I 。盒内电路如图5所示。

例6 现有一个供电电压为 U 且保持不变的电池组、两个定值电阻 R_1 和 R_2 ($R_1 = 2R_2$) 及若干导线,它们分别与图中虚线框中标有 $ABCD$ 的有关接线柱连接,把一个电流表先后接在有关接线柱间,结果发现:

(1) 把电流表接在 BC 间,电流表指针偏转到某一位置(设这时示数为 I)

(2) 把电流表改接在 AD 间,电流表的示数为 $\frac{I}{2}$

(3) 把电流表改接在 AC 间,电流表的示数为 $\frac{I}{3}$

画出接线柱间连接情况,并标明 R_1 和 R_2

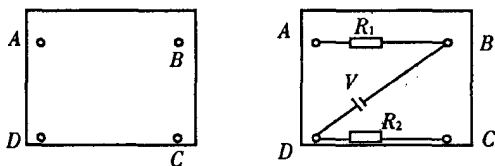


图 6

析与解 在 BC 、 AD 、 AC 间有电流表,因此这三处应排除电阻或电源,故盒内形状为 Z 字形。在 BC 和 AD 间都有电流表,则电源应放在 BD 间。当电流表接在 BC 间时,电流为最大 I ,则 CD 间电阻应为最小 R_2 ;把电流表改接在 AD 间,电流表的示数为 $\frac{I}{2}$,由于电源电压没变,电流变小为 $\frac{1}{2}$,则 AB 间电阻应是 R_2 两倍(即应放上 R_1);当电流表改接在 AC 间,二个电阻串联,电流表的示数为 $\frac{I}{3}$,符合题意。如图 6 所示。

例 7 盒内有一个电池组(电压为 6 伏),两个阻值为 R_1 和 R_2 的电阻($R_1 = 2R_2$)和若干导线组成的电路。盒内电路分别与盒外四个接线柱 $ABCD$ 相连。若用电流表测量各个接线柱之间的电流,发现把电流表接在 AB 之间时,读数为 2 安,当把电流表接在 AC 之间时,读数为 1 安;当用导线先将 AB 连接起来,再把电流表接在 BC 之间时,它的读数为 1 安。

(1) 在图中画出能表示盒内连接电路情况的电路图

(2) 用导线将 BC 连接起来后,再用电流表测 AB 之间的电流,它的读数是_____安

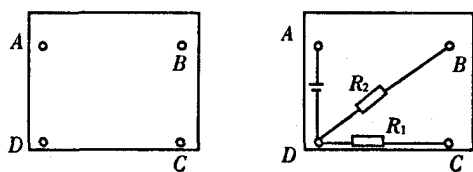


图 7

析与解 在 AB 、 AC 和 BC 间有电流表进行探测,故这三处排除电阻和电源,所以可以确定盒内形状为一点三线式,再根据 AB 和 AC 间有电流,则电源应放在 AD 间。当电流表在 AB 之间时,读数为 2 安,则 BD 间电阻应取小的为 R_2 ; DC 间电阻应为 R_1 ;当用导线将 BC 连接起来后,再用电流表测 AB 之间的电流,两电阻并联,电流表测得是总电流,所以它的读数为 3 安,盒内电路如图 7 所示。

3 没有电表探测,直接画电阻的电路

如果电路中没有电表进行探测,那么电路的形状以 U 字形居多。

例 8 盒子里有几个阻值相同的电阻连成电路,盒外有 4 个接线柱,经测定,12 间的电阻值是 13 间电阻值的 2 倍,13 间的电阻和 24 间电阻值相同。画出盒内电阻,且要求电阻最少。

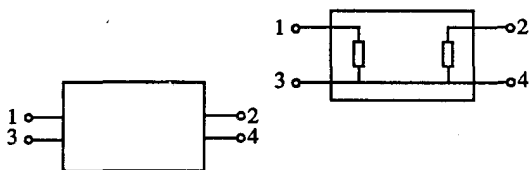


图 8

析与解 13 间的电阻和 24 间电阻相同,则 13 间和 24 间各放一个电阻,利用这 2 个电阻已能满足 12 间的电阻值是 13 间电阻值的 2 倍,如图 8 所示。

例 9 盒内有两只阻值均为 R 的电阻和几根导线连成的电路,盒外 $abcd$ 分别是内部出来的接线柱,测得 ac 接线柱间的电阻值为 $2R$, ab 接线柱间的电阻值为 R , bd 接线柱间的电阻值为零,试画出盒内电阻的接线图。

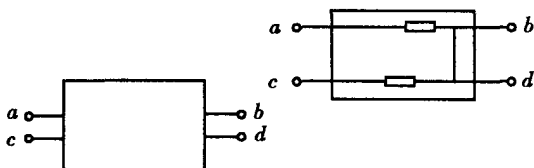


图 9

析与解 bd 接线柱间的电阻值为零,则 bd 间应该为导线; ab 接线柱间的电阻值为 R ,则在 ab 放一个电阻 R ; ac 接线柱间的电阻值为 $2R$,利用 ab 间的电阻,只要在 cd 间放上一个电阻 R ,就能满足 ac 间电阻为 $2R$ 。如图 9 所示。

例 10 如图 10 所示是从某电子仪器拆下来的密封盒子,已知盒内有三只电阻, $ABCD$ 为四根导线,现用电表测量,得知 AB 间电阻 $R_{AB} = 20 \Omega$, BD 间电阻 $R_{BD} = 50 \Omega$, AD 间电阻 $R_{AD} = 30 \Omega$,若用导线把 CD 连接后测得 AD 间电阻 $R_{AD} = 20 \Omega$,请画出电阻的连接图,并标出每个电阻的阻值。

用替代法解一道竞赛题

湖北荆州英华双语学校 刘明福

题目 如图1所示,一容器置于水平地面上,容器内盛有适量的水,当水的温度升高时

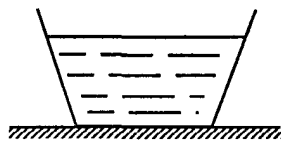


图 1

(不计容器的热胀冷缩),水对容器底部的压强将()。

- A.增大 B.减小
C.不变 D.先减小后增大

析与解 当水温升高时,由于热膨胀,水的体积 $V_{\text{水}}$ 将增大,水的深度 $h_{\text{水}}$ 将增大,由于水的质量不变,所以水的密度 $\rho_{\text{水}}$ 将变小,因此,用 $P = \rho gh$ 并不能判断水对容器底部压强的变化情况。

在图2所示的柱形容器内,容器底部所受的压力 $F = \rho_{\text{水}} gh_{\text{水}} s = \rho_{\text{水}} g V_{\text{水}} = m_{\text{水}} g = G_{\text{水}}$ 即水对柱形容器底部的压力等于柱形容器内的水受到的重力。根据微分的思想,对图1所示的物理情景可以作如图3所示的替代,对图3又可以作如图4所示的简化。



图 2

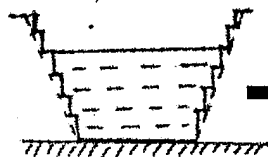


图 3

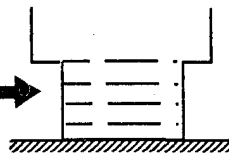


图 4

根据对图2的讨论结果,在图4中,水对容器底部的压力 F 等于水受到的重力 $G_{\text{水}}$,即 $F = G_{\text{水}}$ 。

当水温升高时,水面升高,其物理情景如图5所示,容器底部所受压力 $F' = G'_{\text{水}} < G_{\text{水}}$ 。 ($G'_{\text{水}}$ 为虚线所表示的柱体内的水受到的重力, $G_{\text{水}}$ 为容器内的水受到的重力)。因为 $F' < F$

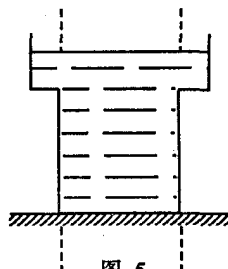


图 5

$$\text{所以 } \frac{F'}{S} < \frac{F}{S}$$

$$\text{即 } P' < P,$$

故选: B。

(栏目编辑 陈 洁)

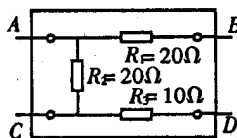


图 10

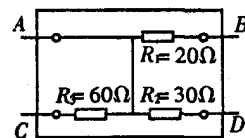
析与解

解法一: AB 间放 20Ω 的电阻, AD 间放 30Ω 的电阻,若用导线把 CD 连接后, CD 部分的电阻便被短路,测得 AD 间电阻为 20Ω ,则在 AC 和 CD 间应分别放上一个 20Ω 和 10Ω 的电阻,便能满足条件。如 11 图(1) 中所示。

解法二: AB 间放一个 20Ω 的电阻, AD 间放一个 30Ω 的电阻,满足 $R_{BD} = 50\Omega$,当用导线把 CD 连接后, CD 可看作同一点,要使 AD 间的电阻变为 20Ω ,必须并联一个 60Ω 的电阻。如 11 图(2) 中所示。



(1)



(2)

图 11

(栏目编辑 陈 洁)