

等效电阻与串联分压、并联分流原理（解析版）



一、串、并联等效电阻简单计算

1. 串联电路的等效电阻

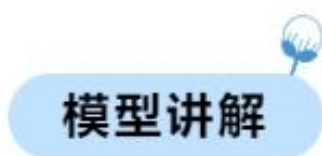
2. 并联电路的等效电阻

二、并联等效电阻计算技巧

三、简单混联电路等效变换与计算

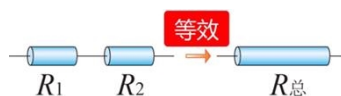
四、“1Ω”“5Ω”“25Ω”规律及应用

五、串联分压、并联分流原理



一、串联电路等效电阻

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

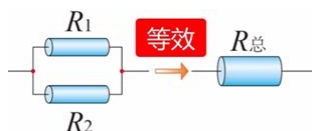


相当于增加了导体的长度 $\Rightarrow$ 串联后总电阻比任何一个电阻都大 $\Rightarrow$ 越串越大

串联电路中任何一个电阻增大（减小） $\Rightarrow$ 总电阻也增大（减小）

二、并联电路等效电阻

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \Rightarrow R_{\text{总}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{【鸡（积）在河（和）上飞】}$$



相当于增加了导体的横截面积 $\Rightarrow$ 并联后总电阻比任何一个电阻都小 $\Rightarrow$ 越并越小

并联电路中任何一个电阻增大（减小） $\Rightarrow$ 总电阻也增大（减小）

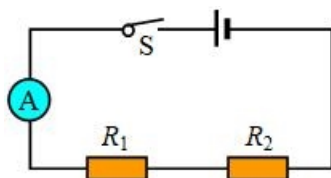


一、串、并联等效电阻简单计算

1. 串联电路: $R = R_1 + R_2 + \dots$

2. 并联电路: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \Rightarrow R_{\text{总}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

例 1. 如图所示, 将 $R_1=6\Omega$ 与 $R_2=12\Omega$ 串联在 $9V$ 的电源两端, 电流表示数为 $0.5A$, 则该电路的总电阻为 ()



A. 2Ω

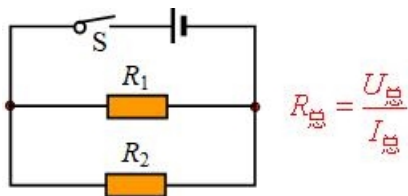
B. 4Ω

C. 8Ω

D. 18Ω

答案: $R_{\text{总}} = \frac{U_{\text{总}}}{I_{\text{总}}} = \frac{9V}{0.5A} = 18\Omega$, 故选 **D**。

例 2. 如图所示, 将 $R_1=6\Omega$ 与 $R_2=12\Omega$ 并联在 $12V$ 的电源两端, 则该电路的总电阻为 ()



A. 2Ω

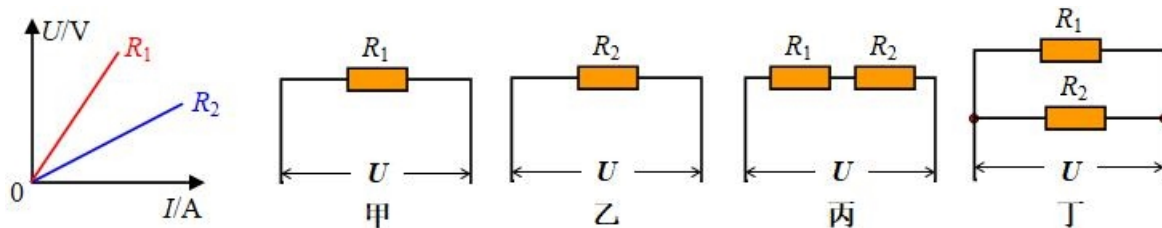
B. 4Ω

C. 8Ω

D. 18Ω

答案: B。

【变式 1】 有 A、B 两个电阻, 其 $U-I$ 图像如图所示, 现将 A、B 电阻按如图甲、乙、丙、丁四种方式接在同一电源两端, 则各电路中的电流 $I_{\text{甲}}$ 、 $I_{\text{乙}}$ 、 $I_{\text{丙}}$ 、 $I_{\text{丁}}$ 的关系为 ()



A. $I_{\text{甲}} > I_{\text{乙}} > I_{\text{丙}} > I_{\text{丁}}$

B. $I_{\text{丁}} > I_{\text{丙}} > I_{\text{乙}} > I_{\text{甲}}$

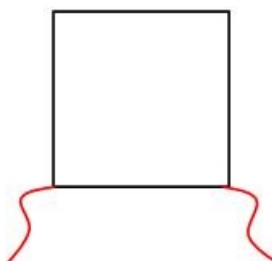
C. $I_{\text{丁}} > I_{\text{乙}} > I_{\text{甲}} > I_{\text{丙}}$

D. $I_{\text{丙}} > I_{\text{乙}} > I_{\text{甲}} > I_{\text{丁}}$

解析: $R_{\text{丙}} > R_1 > R_2 > R_{\text{丁}} \Rightarrow I_{\text{丙}} < I_{\text{甲}} < I_{\text{乙}} < I_{\text{丁}}$

答案: C。

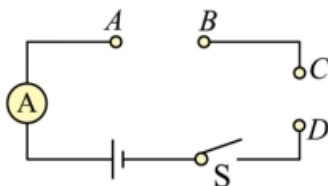
【变式 2】 把一根电阻为 8Ω 的粗细均匀的电阻丝围成一个正方形, 并以如图所示的方式接入电路, 则该正方形接入电路的阻值为 ()



A. 1.5Ω B. 2Ω C. 3Ω D. 4Ω

答案： $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6\Omega \times 2\Omega}{6\Omega + 2\Omega} = 1.5\Omega$ ，选 A。

【变式 3】(2024·新疆) 如图所示的电路，电源电压保持不变，滑动变阻器和小灯泡两个元件中，一个接在 A、B 两点之间，另一个接在 C、D 两点之间。闭合开关 S，电流表的示数为 0.20A ，用电压表测得 A、B 两点间的电压为 1.8V ，C、D 两点间的电压为 1.2V ；移动滑动变阻器的滑片，使电流表的示数变大，A、B 两点间的电压变为 1.5V ，已知小灯泡灯丝的电阻随温度的升高而增大，则此时滑动变阻器接入电路的电阻值可能为 ()

A. 5Ω B. 6Ω C. 7Ω D. 8Ω

【答案】C

【解析】滑动变阻器和小灯泡两个元件串联，通过两用电器的电流相等都等于 0.2A ，电源电压

$$U = U_{AB} + U_{CD} = 1.8\text{V} + 1.2\text{V} = 3\text{V}$$

移动滑动变阻器的滑片，使电流表的示数变大，可知滑动变阻器阻值变小，滑动变阻器两端电压变小，由此可知滑动变阻器接在 AB，灯泡接在 CD 且电路中电流一定大于 0.2A ，此时滑动变阻器的电压为 1.5V ，由此可知滑动变阻器阻值一定小于

$$R_p < \frac{U_{\text{滑}}}{I} = \frac{1.5\text{V}}{0.2\text{A}} = 7.5\Omega$$

没调节滑片时灯的电压为 1.2V ，灯的电阻为

$$R_L = \frac{U}{I} = \frac{1.2\text{V}}{0.2\text{A}} = 6\Omega$$

又由题意可知滑动变阻器调节后，灯两端也为 1.5V ，且灯的电阻随温度升高而增大，所以电路中的电流一定小于

$$\frac{1.5\text{V}}{6\Omega} = 0.25\text{A}$$

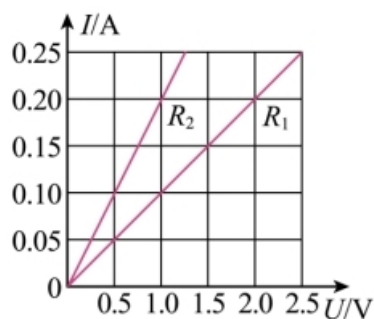
滑动变阻器接入电路的电阻一定大于

$$R_p < \frac{U_{\text{滑}}}{I} = \frac{1.5\text{V}}{0.25\text{A}} = 6\Omega$$

即滑动变阻器接入电路中的电阻范围应是 $7.5\Omega > R_p > 6\Omega$ 。综上，ABD 不符合题意，C 符合题意。

故选 C。

【变式 4】(2022·安徽省) 图示为电阻 R_1 和 R_2 的 I - U 图像，由图可知 ()。



- A. R_1 的阻值为 5Ω ;
- B. R_1 的阻值小于 R_2 的阻值;
- C. 将 R_1 、 R_2 串联接入电路, 通电后 R_1 两端的电压大于 R_2 两端的电压;
- D. 将 R_1 、 R_2 并联接入电路, 通电后通过 R_1 的电流大于通过 R_2 的电流

【答案】C

【解析】AB. 由图知电阻 R_1 和 R_2 的 I - U 图像, 都是过原点的斜线, 说明电阻 R_1 和 R_2 两端的电压与通过它们的电流成正比, 两电阻的阻值是固定不变的。当电压为 $1V$ 时, 通过电阻 R_1 和 R_2 的电流分别为 $0.10A$ 、 $0.20A$, 由欧姆定律可知, 电阻 R_1 和 R_2 的阻值分别为:

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{1V}{0.1A} = 10\Omega$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{1V}{0.20A} = 5\Omega$$

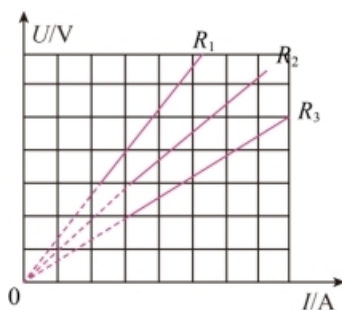
由计算可知, R_1 的阻值大于 R_2 的阻值。故 A、B 不符合题意;

C. 将 R_1 、 R_2 串联接入电路, 由串联电路电流处处都相等可知, 通过电阻 R_1 和 R_2 的电流相同, 因 R_1 的阻值大于 R_2 的阻值, 由 $U=IR$ 可知, 通电后 R_1 两端的电压大于 R_2 两端的电压。故 C 符合题意;

D. 将 R_1 、 R_2 并联接入电路, 根据并联电路的电压特点可知, 电阻 R_1 和 R_2 两端的电压相等, 因 R_1 的阻值大于 R_2 的阻值, 由 $I = \frac{U}{R}$ 可知, 通电后通过 R_1 的电流小于通过 R_2 的电流。故 D 不符合题意。

故选 C。

【变式 5】(2022·四川内江) 如图是利用数字化电压-电流传感器测量电阻后绘出的不同电阻的 U - I 图像。由图可知, 以下判断正确的是 ()



A. $R_1 < R_2 < R_3$

B. $R_1 > R_2 > R_3$

C. $R_1 = R_2 = R_3$

D. 无法比较 R_1 、 R_2 、 R_3 大小

【答案】B。

【解析】由图像可知，当电压一定时，通过 R_1 、 R_2 、 R_3 的电流关系大小为 $I_1 < I_2 < I_3$

根据欧姆定律可得 $R = \frac{U}{I}$

所以三个电阻的大小关系为 $R_1 > R_2 > R_3$

故ACD错误，B正确。故选B。

二、并联等效电阻计算技巧

1. 计算技巧：

选择一个，算另一个

2. 关键词：

倒数、倒数的和、鸡在河上飞

3. 公式选择：

实际运用中，

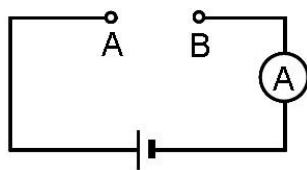
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ 和 } R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

合理选择，可以给计算带来简便，节约时间！

当已知 R_1 、 R_2 求 R 时，一般选用 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ ；

当已知 R 、 R_1 （或 R_2 ）求 R_2 （或 R_1 ）时，一般选用 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 。

例题：如图所示，电源电压 12V 且保持不变，要使电路中电流表的示数为 1A，在 A、B 间需接入电阻。但手边只有阻值为： $R_1=20\Omega$ 、 $R_2=8\Omega$ 、 $R_3=30\Omega$ 、 $R_4=4\Omega$ 、 $R_5=36\Omega$ 、 $R_6=18\Omega$ 的电阻各一个，怎样用已有电阻组成所需电阻？写出其中两种：



(1) _____；

(2) _____。

解析：由题意，电源电压 12V 且保持不变，要使电路中电流表的示数为 1A，则电路中的电阻为：

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12V}{1A} = 12\Omega$$

现要用题目给的电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 组合得到 12Ω ，根据串并联电路电阻的特点：

对于串联：只有 R_2 和 R_4 组合能得到 12Ω ；

对于并联：总电阻比任何一个电阻都小，比最小的都还要小，因此，除去 R_2 和 R_4 ，就只有 R_1 、 R_3 、 R_5 、 R_6 。

若取 $R_1=20\Omega$ ，由并联电阻特点有：

$$\frac{1}{12\Omega} = \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{R_x} \rightarrow \frac{1}{R_x} = \frac{1}{12\Omega} - \frac{1}{20\Omega} = \frac{5-3}{60\Omega} = \frac{2}{60\Omega} = \frac{1}{30\Omega}$$

$\rightarrow R_x=30\Omega \rightarrow R_1$ 和 R_3 并联可得 12Ω

同理，剩下 R_5 和 R_6 并联也可得 12Ω

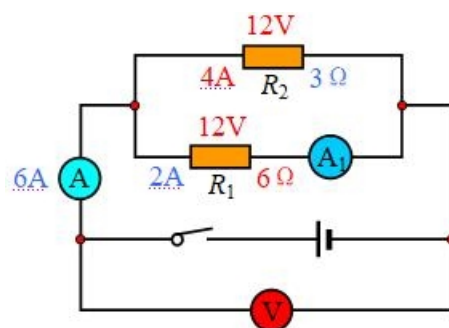
$$\frac{1}{12\Omega} = \frac{1}{36\Omega} + \frac{1}{R'_x} \rightarrow \frac{1}{R'_x} = \frac{1}{12\Omega} - \frac{1}{36\Omega} = \frac{3-1}{36\Omega} = \frac{2}{36\Omega} = \frac{1}{18\Omega}$$

$\rightarrow R'_x=18\Omega \rightarrow R_5$ 和 R_6 并联也可得 12Ω

综上，(1) R_2 和 R_4 串联；(2) R_1 和 R_3 并联或 R_5 和 R_6 并联

结论：选择一个，算另一个。

【变式】如图所示，电流表 A 示数为 6A，电流表 A_1 示数为 2A， $R_2=3\Omega$ 。则：（ ）



①通过 R_2 的电流为（ ）

A.6A B.2A C.4A D.8A

② R_1 电阻为（ ）

A.2Ω B.3Ω C.6Ω D.9Ω

③该电路的总电阻为（ ）

A.2Ω B.3Ω C.6Ω D.9Ω

答案：①C；②C；③A

三、简单混联电路等效变换与计算

混联电路是既有串联又有并联的混合电路。最简单的混联电路只有 3 个电阻。

对于三个电阻组成的混联电路有二种类型：

①二个电阻先并联，后与第三个电阻串联，如图 1 所示。

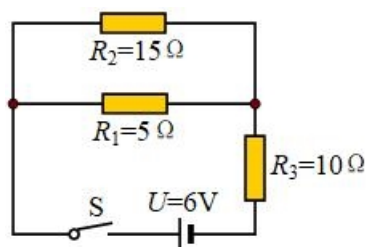


图 1

②二个电阻先串联，后与第三个电阻并联，如图 2 所示。

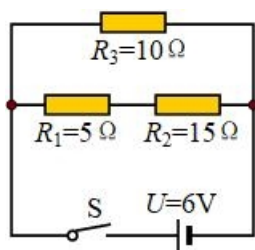


图 2

算一算：

1.先并后串型：先把混联电路转化为简单的串联电路，将图 1 可看成是 $R_{\text{并}}$ 与 R_3 串联，然后按串联电路的方法进行计算。

在图 1 中，三个电阻的阻值分别为 5Ω 、 10Ω 、 15Ω ：

$$\textcircled{1} \text{ 计算 } R_1 \text{ 与 } R_2 \text{ 的并联电阻： } R_{\text{并}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5\Omega \times 15\Omega}{5\Omega + 15\Omega} = 3.75\Omega$$

$$\textcircled{2} \text{ 计算 } R_{\text{并}} \text{ 与 } R_3 \text{ 的串联电阻： } R = R_{\text{并}} + R_3 = 3.75\Omega + 10\Omega = 13.75\Omega$$

2.先串后并型：先把混联电路转化为简单的并联电路，对图 2 可看成是 $R_{\text{串}}$ 与 R_3 并联，然后按并联电路的方法进行计算。

$$\textcircled{1} \text{ 计算 } R_1 \text{ 与 } R_2 \text{ 的串联电阻： } R_{\text{串}} = R_1 + R_2 = 5\Omega + 15\Omega = 20\Omega$$

$$\textcircled{2} \text{ 计算 } R_{\text{串}} \text{ 与 } R_3 \text{ 的并联电阻： } R = \frac{R_{\text{串}} R_3}{R_{\text{串}} + R_3} = \frac{20\Omega \times 10\Omega}{20\Omega + 10\Omega} = 6.67\Omega$$

试一试：如图 3 所示电路，电源电压为 6V ，电阻 R_1 、 R_2 的阻值之比为 $3:2$ ，此时通过变阻器的电流为 0.45A 。求：

①通过 R_1 、 R_2 的电流 I_1 和 I_2 分别为多大？

②滑动变阻器的滑片移至右端时，流过 R_1 的电流为 0.5A ，则 R_1 和 R_2 的阻值分别为多大？

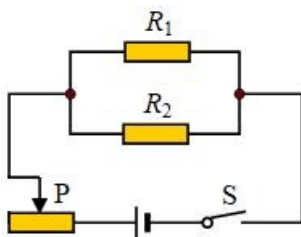


图 3

解析：①本题初看好象是混联电路，但实质上并联电路的计算。

由 R_1 与 R_2 并联可知，电流的分配与电阻成反比：

$$\frac{I_1}{I} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2}{3+2} = \frac{2}{5}$$

即：

$$I_1 = \frac{2}{5} I = \frac{2}{5} \times 0.45\text{A} = 0.18\text{A}, \quad I_2 = I - I_1 = 0.45\text{A} - 0.18\text{A} = 0.27\text{A}$$

②当滑片移至最右端时，变阻器连入电路的阻值为 0，此时 R_1 与 R_2 直接并联在电源两端：

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{6V}{0.5A} = 12\Omega$$

由 $R_1 : R_2 = 3 : 2$ 得：

$$R_2 = \frac{2}{3}R_1 = \frac{2}{3} \times 12\Omega = 8\Omega$$

练一练：如图 4 所示是某一电路的一部分，其中 $R_1=5\Omega$ ， $R_2=1\Omega$ ， $R_3=\Omega$ ， $I_1=0.20A$ ， $I_2=0.10A$ ，则电流表中的电流大小和方向各如何？

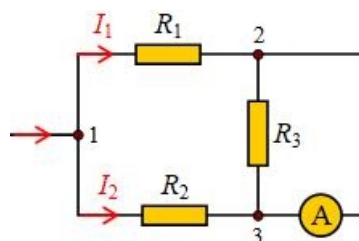


图 4

点拨：由图可知，电流表所在电路残缺，无法用欧姆定律直接求解。本题的分析需用到节点定律：流向节点的各电流之和等于离开该点的各电流之和，该定律的实质是电荷守恒。电路中三条或三个以上的支路汇合的点称为节点，如图中的 1、2、3 三个点。在本题中由于 I_2 的大小和方向已知，所以只要求出 R_3 中电流 I_3 的大小和方向，利用节点定律就可求出电流表中电流的大小和方向。电流与水流类似，是从高电位流向低电位。由欧姆定律得：

$$U_{12}=I_1R_1=0.20A \times 5\Omega=1V$$

$$U_{13}=I_2R_2=0.10A \times 1\Omega=0.1V$$

$$\text{故 } U_{23}=U_{13}-U_{12}=0.1V-1V=-0.9V<0V$$

说明节点 2 的电位低于节点 3 的电位， I_3 的方向向上

$$I_3 = \frac{U_{23}}{R_3} = \frac{0.9V}{3\Omega} = 0.3A$$

据节点定律，电流表中电流方向应向左

$$I_A=I_3-I_2=0.3A-0.1A=0.2A$$

悟一悟：怎样解无穷网络电路？

无穷网络电路：网络电路有无穷网络电路和有限网络电路这二种类型。无穷网络电路如图 5 所示。

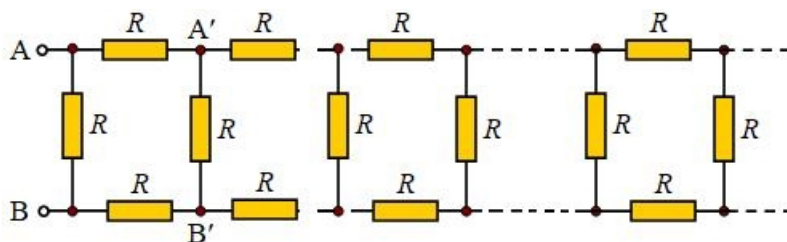


图 5

若每个电阻的阻值均为 R ，则 A、B 两点间的总电阻是多少？对于无穷网络形电路，通常要抓住“无限”特征进行分析。既然网络是无限的，那么去掉或加上一个单位网络后，并不影响整个网络的总电阻。设无穷网络 A、B 间的总电阻为 R_{AB} ，去掉网络左边的三个电阻后的总电阻为 $R_{A'B'}$ ，则 $R_{AB} = R_{A'B'}$ 。该无限网络电路可等效为图 6 所示的电路，这是由 R 、 R_{AB} 、 R 串联后再与 R 并联的混联电路：

$$R_{AB} = \frac{R(R + R_{AB} + R)}{R + R + R_{AB} + R}$$

整理得： $R^2_{AB} + 2RR_{AB} - 2R^2 = 0$ ，解之得： $R_{AB} = (3^{1/2} - 1)R$

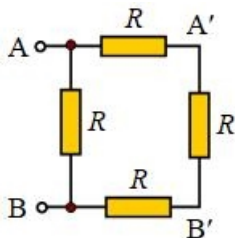
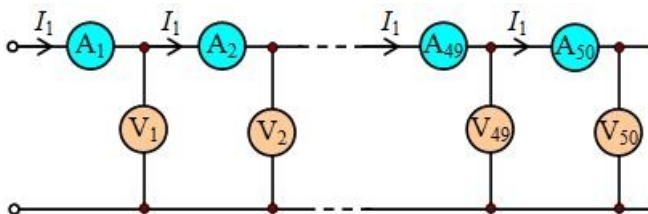


图 6

试一试：如图 7 所示电路中，包含有 50 只不同的电流表 $A_1 \sim A_{50}$ ，以及 50 只相同规格的电压表 $V_1 \sim V_{50}$ ；其中第一只电压表 V_1 的示数为 $U_1 = 9.6V$ ，第一只电流表 A_1 的示数为 $I_1 = 9.5mA$ ，第二只电流表 A_2 的示数为 $9.2mA$ 。试求：所有 50 只伏特表的示数之和是多少？



解析：每只电压表的电阻：

$$R_V = \frac{U_1}{I_1 - I_2} = \frac{9.6V}{(9.5 - 9.2) \times 10^{-3}A} = 3.2 \times 10^4 \Omega$$

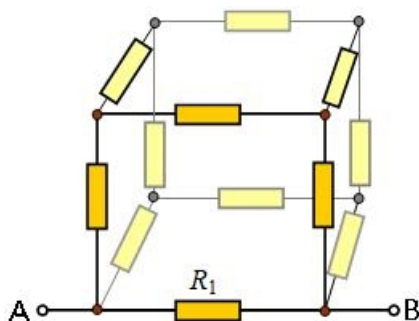
从电路始端逐步向后推移可列方程组：

$$U_1 = (I_1 - I_2) R_V; U_2 = (I_1 - I_2) R_V; \dots U_{49} = (I_{40} - I_{50}) R_V; U_{50} = I_{50} R_V$$

将方程两边相加得：

$$U_1 + U_2 + \dots + U_{49} + U_{50} = I_1 R_V = 9.5 \times 10^{-3}A \times 3.2 \times 10^4 \Omega = 304V$$

练一练：如图 8 所示电路是由 12 个不同的电阻组合的，已知 $R_1 = 12\Omega$ ，其余电阻阻值未知，测得 A、B 间总电阻为 6Ω 。今将 R_1 换成 6Ω 的电阻，则 A、B 间的总电阻为多大？



点拨：设其余未知电阻的总电阻 R_0 ，则 A、B 间的总电阻由 R_0 和 R_1 并联而成：

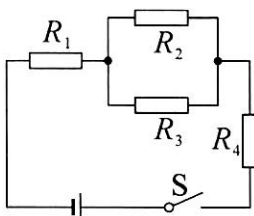
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_1}$$

即：

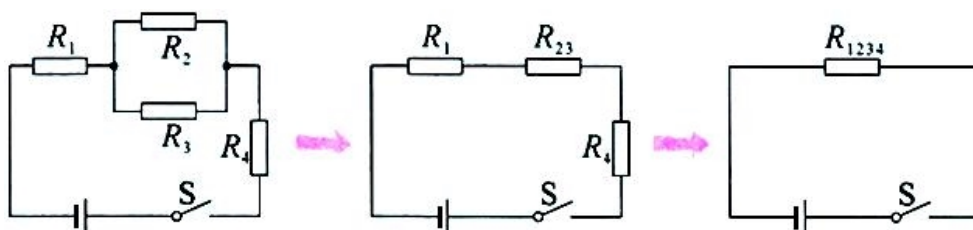
$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_{AB}} - \frac{1}{R_1} = \frac{1}{6\Omega} - \frac{1}{12\Omega}$$

$$\text{解之得：} R_0 = 12\Omega, \quad R'_{AB} = \frac{R_0 R'}{R_0 + R'} = \frac{12\Omega \times 6\Omega}{12\Omega + 6\Omega} = 4\Omega$$

【变式 1】 如图所示电路中，已知 $R_2 = R_3 = 20\Omega$ ， $R_1 = 10\Omega$ ， $R = 5\Omega$ ，则 R_2 与 R_3 并联后的等效电阻 $R_{23} = \underline{\hspace{2cm}}\Omega$ ，整个电路的等效电阻 $R_{\text{总}} = \underline{\hspace{2cm}}\Omega$ 。



解析：等效电路如下：



答案： 10； 25

【变式 2】 (如何巧找短路地点?) 为了把电从发电厂传输到城市、工厂，需要用输电线进行长距离送电。AB 和 CD 是两条相同的带有绝缘外皮的低压输电线，两线绞合在一起架设在相距 2 km 的甲、乙两地之间，由于两导线之间某处绝缘皮磨损而发生短路。这时，安全而迅速地检测出短路点的位置显得十分重要。这里可以利用电流、电压、电阻等物理量来解决判断短路点的位置问题。为了检测出短路处距甲地的确切位置，检验员在 AC 端接入电压为 6V 的电源，并用电流表测得电路中的电流为 1.25A，假设输电线 1 km 的电阻为 2Ω ，我们可以假设短路点在 E 处。这就相当于有一根无电阻的导线 EF 把 AB 与 CD 相连，如图 9 所示。

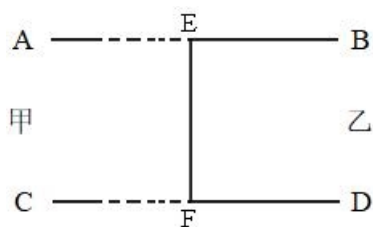


图 9

点拨：设输电线 AEFC 长为 L ，其电阻为 R_{AC} ，其等效电路如图 10 所示，

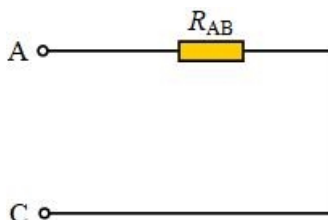


图 10

$$R_{AC} = \frac{U}{I} = \frac{6V}{1.25A} = 4.8\Omega$$

所以：

$$L = \frac{4.8\Omega}{2\Omega/\text{km}} = 2.4\text{km}$$

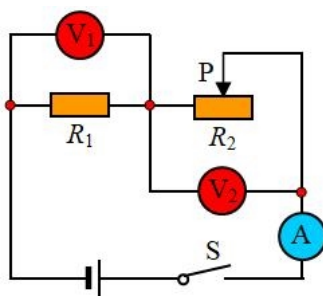
这样，就可以知道短路点 E 距甲地的距离是：

$$s = \frac{L}{2} = \frac{2.4\text{km}}{2} = 1.2\text{km}$$

四、“1Ω” “5Ω” “25Ω” 规律及应用

1. 规律由来

例题 1. 如图所示，在串联电路中，电流表与定值电阻上的电压表，若同时达到满偏或者偏转角度相同，则定值电阻 R_1 必定是“1Ω”、“5Ω”、“25Ω”中的一个或者多个。



(1) 电压表 V_1 取“0~3 V”的量程，电流表 A 取“0~0.6 A”的量程，若偏转相同角度，则：

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{0.1V \times n}{0.02A \times n} = 5\Omega$$

(2) 电压表 V_1 取“0~3 V”的量程，电流表 A 取“0~3 A”的量程，若偏转相同角度，则：

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{0.1V \times n}{0.1A \times n} = 1\Omega$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/086121230241011101>