

【高二物理 典题训练 07】

电路的简化：节点法 答案详解

【方法总结】电路化简方法：节点法

利用节点法可以判断各电路的串并联或作出等效电路图，如图 1，节点的编号一般有以下步骤：

(1) 首先寻找节点。何谓节点，简单的说就是线的交点，如图 2，我们可以找到 6 个节点。

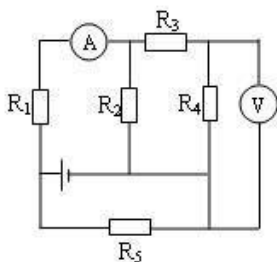


图 1

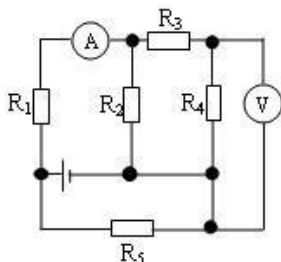


图 2

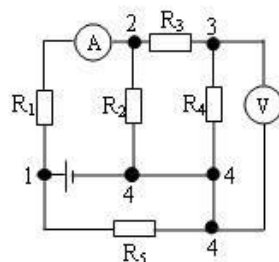


图 3

(2) 如图 3，节点编号。编号时要注意：

- ① 电源的正极编 1 号，负极编最后一个号；
- ② 如果发现两个节点间有导线或者电流表连接，那么这两个节点编为同号；
- ③ 经过一个用电器（包括灯泡、各种电阻器、电动机等）则更换一个节点；
- ④ 对多个支路连接的某一节点，若出现两次编号的情况，则取编号大的。例如图 3 中， R_2 下端的节点，由节点“2”开始，若通过 R_2 支路标记的话，为节点“3”；若通过 R_3 、 R_4 支路进行标记的话，为节点“4”，此时取大的编号即可。到此为止，节点法的编号工作完成。

【题型 1】利用节点法判断电路的串并联

当节点编号完成后，我们利用以下两个推论判断电路的串并联：

(1) 推论 1：假如用电器两端的节点编号首尾相连的话，则用电器为串联关系。

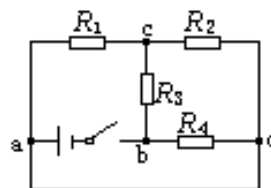
（如图 3 中的 R_3 、 R_4 ，前者编号为“2、3”，后者为“3、4”，故二者串联）

(2) 推论 2：假如用电器两端均为“同一组节点”的话，则用电器为并联关系。

（如图 3 中的 R_3 、 R_4 支路与 R_2 的支路，首尾编号均为“2、4”，称为同一组节点，两支路并联）

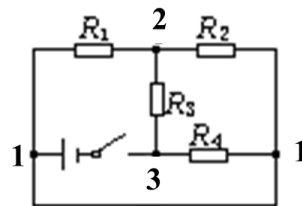
根据以上两个推论，可以得到图 3 中的电路连接情况为： R_3R_4 串联后，与 R_2 并联，而后与 R_1 串联，再与 R_5 并联。若用“+”表示串联，“//”表示并联，则外电路总电阻 $R = \{[(R_3 + R_4) // R_2] + R_1\} // R_5$ ，故利用节点法判断电路串并联后，也可直接计算电路的总电阻阻值。

[典例 1] 如图所示电路中，电阻 $R_1 = 6\Omega$ ， $R_2 = 3\Omega$ ， $R_3 = 2\Omega$ ， $R_4 = 12\Omega$ ，求外电路的总电阻。



【答案】 3Ω

【解析】如右图，按照节点法的步骤进行标点，通过节点法两个推论可知，电路的串并联情况为： R_1 与 R_2 并联，与 R_3 串联，再与 R_4 并联。即总电阻：



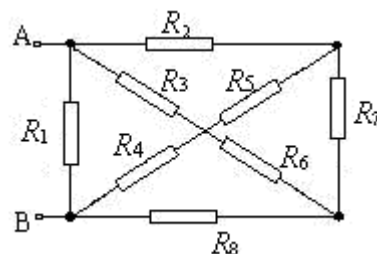
$$\begin{aligned} R &= (R_1 // R_2 + R_3) // R_4 \\ &= (6 // 3 + 2) // 12\Omega \\ &= [6 \times 3 / (6 + 3) + 2] // 12\Omega \\ &= 4 // 12\Omega \\ &= 4 \times 12 / (4 + 12)\Omega \\ &= 3\Omega \end{aligned}$$

【考点】电路的简化，电路的串并联，节点法。

[典例 2] 如图所示，电路由 8 个不同电阻构成。

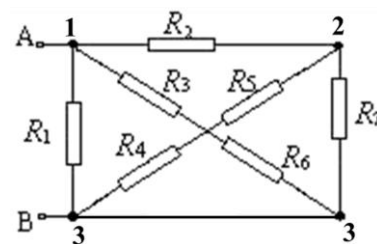
(1) 若 R_8 短路，试判断电路的串并联情况，写出电路总电阻的表达式。

(2) 已知 $R_1 = 12\Omega$ ，其余未知，测得 A、B 间总阻为 4Ω ，若 R_1 变为 6Ω ，则 A、B 间电阻变为多大？



【答案】 $R = [(R_4 + R_5) // R_7 + R_2] // R_1 // (R_3 + R_6)$ ； 3Ω

【解析】(1) 如右图， R_8 短路后，按照节点法的步骤进行标点，通过节点法两个推论可知， R_4 与 R_5 串联，与 R_7 并联，再与 R_2 串联，而后与 R_1 以及 $R_3 + R_6$ 的支路并联。



即总电阻： $R = [(R_4 + R_5) // R_7 + R_2] // R_1 // (R_3 + R_6)$ 。

(2) 用等效替代法，可把除 R_1 外的其他电阻等效为一个电阻 R_2 ，AB 间 R_1 与等效电阻 R_2 为并联关系，则：

$$R_1 = 12\Omega \text{ 时， } R_{AB} = R_1 \times R_2 / (R_1 + R_2) = 12 \times R_2 / (12 + R_2) = 4\Omega, \text{ 解得： } R_2 = 6\Omega$$

$$R_1' = 6\Omega \text{ 时， 则： } R_{AB}' = R_1' R_2 / (R_1' + R_2) = 6 \times 6 / (6 + 6)\Omega = 3\Omega, \text{ 故 A、B 间电阻变为 } 3\Omega。$$

【考点】电路的简化，电路的串并联，节点法，等效替代法。

【题型 2】利用节点法作出等效电路图

利用以下几步作出等效电路图：

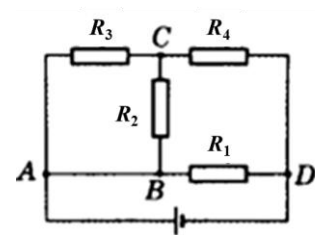
(1)“去电表”：电流表看作导线，电压表看作断路，去掉原图中的电表。

(2)“定串并”：确定各支路干路用电器的串并关系；

(3)“顺导线”：等效图左端标为电源正极，向右先画出干路以及干路上的用电器，最右端取为电源负极。对于支路部分，每次再从电源正极开始，作出各自支路的用电器直到负极；如此往复，作出各个支路；

(4)“定电表”：将去掉的电表加入到相应位置。

【典例 3】分析电路中的串并情况，写出总电阻的表达式，作出等效电路图。



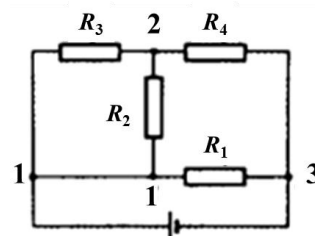
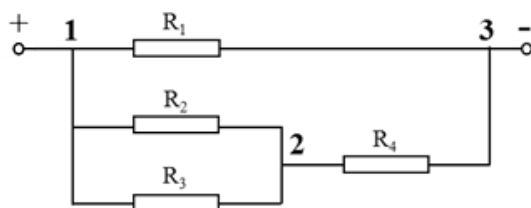
【答案】如图

【解析】如右图，按照节点法的步骤进行标点，通过节点法两个推论可知，

电路的串并联情况为： R_2 与 R_3 并联，与 R_4 串联，再与 R_1 并联。

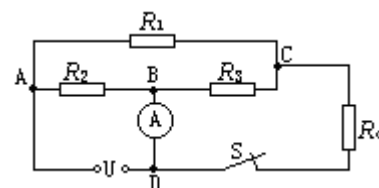
总电阻 $R = (R_2 // R_3 + R_4) // R_1$

可根据以上分析作出等效电路图如下：



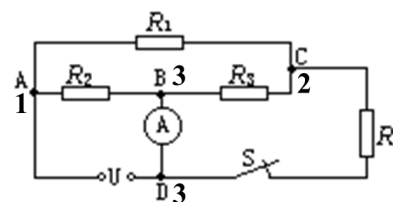
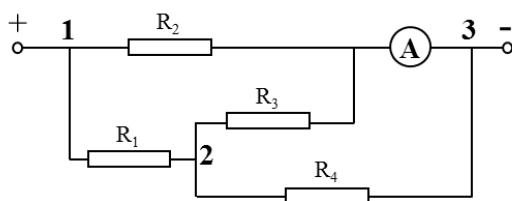
【考点】电路的简化，电路的串并联，节点法，等效电路图。

【典例 4】如图所示电路，电源的电压 $U = 10V$ ，电阻 $R_1 = 5\Omega$ ， $R_2 = R_3 = R_4 = 10\Omega$ ，电流表的内阻忽略不计。求当电键 S 闭合时电流表的示数。



【答案】1.5A

【解析】如右图，按照节点法的步骤进行标点，通过节点法两个推论可知，电路的串并联情况为： R_3 与 R_4 并联，与 R_1 串联，再与 R_2 并联。可根据以上分析作出等效电路图。



由等效电路图可知，电流表示数为通过 R_2 与 R_3 电流之和。

R_3 、 R_4 并联后与 R_1 串联的电流： $I = U/R = 10/(5+5) A = 1A$ 。

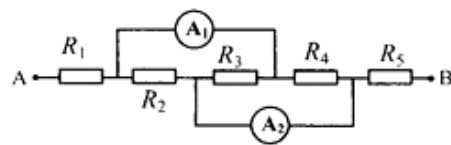
通过 R_3 的电流：因为 R_3 与 R_4 阻值相同，原电流对分，为 $I_3 = I_4 = 0.5A$ 。

求通过 R_2 的电流（ R_2 接在电源两端）： $I_2 = U/R = 10/10 A = 1A$ 。

电流表电流表示数： $I_A = I_2 + I_3 = 1.5A$

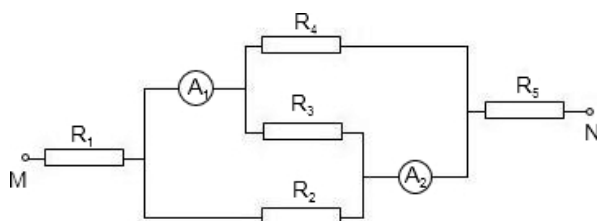
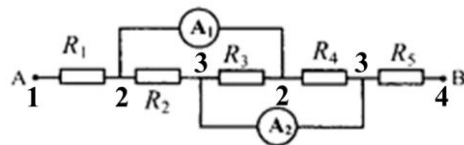
【考点】电路的简化，电路的串并联，节点法，等效电路图，并联电路的电流关系。

【典例 5】如图所示，电流表 A_1 和 A_2 的示数分别为 3A 和 2A，若将 R_2 、 R_3 、 R_4 中的某两个电阻互换，其它条件不变，发现两电表的示数不变。则通过 R_1 的电流是多少？



【答案】4A 或 3.5A

【解析】如右图，按照节点法的步骤进行标点，通过节点法两个推论可知，电路的串并联情况为： R_1 与 R_3 与 R_4 三者并联，而后与 R_1 、 R_5 串联。可根据以上分析作出等效电路图，如下图所示：



(1)若互换 R_2 、 R_3 的位置，两电流表的示数不变，则 $R_2=R_3$ ，因为电流表 A_2 的示数为 2A，所以 $I_2=I_3=1A$ ；因为电流表 A_1 的示数为 3A，则 $I_4+I_3=3A$ ；所以 $I_4=2A$ ；

所以通过 R_1 的电流： $I_1=I_2+I_3+I_4=1A+1A+2A=4A$ ；

(2)若互换 R_4 、 R_3 的位置，两电流表的示数不变，则 $R_4=R_3$ ，因为电流表 A_1 的示数为 3A，所以 $I_4=I_3=1.5A$ ；因为电流表 A_2 的示数为 2A，则 $I_2+I_3=2A$ ；所以 $I_2=0.5A$ ；

所以通过 R_1 的电流： $I_1=I_2+I_3+I_4=0.5A+1.5A+1.5A=3.5A$ 。

故答案为：4A 或 3.5A。

【考点】电路的简化，电路的串并联，节点法，等效电路图，并联电路的电流关系。