

第01章

电路的基本概念和基本定律

课外作业参考解答

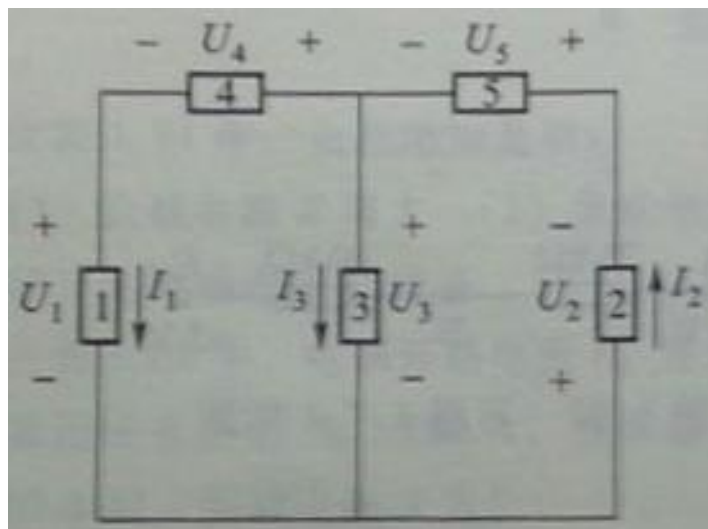
1. 下图中五个元件代表电源或负载。电流和电压的参考方向如图所示所示，今通过实验测量得知

$$I_1 = -4A \quad I_2 = 6A \quad I_3 = 10A$$

$$U_1 = 140V \quad U_2 = -90V \quad U_3 = 60V$$

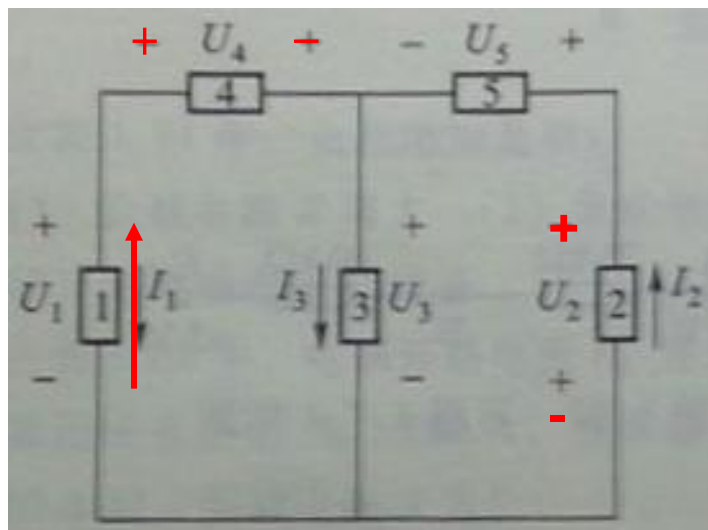
$$U_4 = -80V \quad U_5 = 30V$$

- (1) 试画出各电流的实际方向和各电压的实际极性;
- (2) 判断哪些元件是电源, 哪些是负载;
- (3) 计算各元件的功率, 电源发出的功率和负载取用的功率是否平衡?



1. 解:

(1) 各元件的电流和电压的实际方向可根据参考方向各实验测量结果确定: 实验测量结果为正值, 说明实际方向与参考方向相同; 实验测量结果为负值, 说明实际方向与参考方向相反. 以下题解图标出了各电流的实际方向和各电压的实际极性 (标红色的元件为改变了电流方向或电压极性的元件).



(2) 电压与电流实际方向相同的元件吸收电能, 为负载; 电压与电流实际方向相反的元件释放电能. 因此, 根据以上题解图知, 元件1和2为电源; 元件3, 4和5为负载.

(3) 因为各元件电压, 电流为关联参考方向, 故吸收的功率分别为

$$P_1 = U_1 I_1 = 140 \times (4)W = -560W$$

$$P_2 = U_2 I_2 = (-90) \times 4W = -540W$$

$$P_3 = U_3 I_3 = 60 \times 10W = 600W$$

$$P_4 = U_4 I_1 = (-80) \times (-4)W = 320W$$

$$P_5 = U_5 I_2 = 30 \times 6W = 180W$$

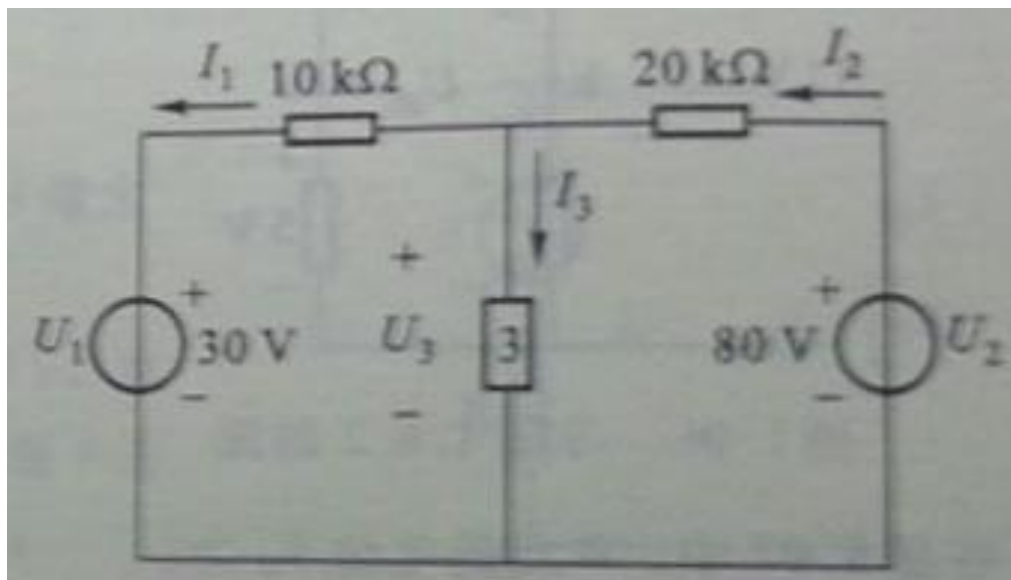
$$\text{电源发出的功率} \sum P_{\text{发}} = P_1 + P_2 = (560 + 540)W = 1100W$$

$$\text{负载吸收的功率} \sum P_{\text{吸}} = P_3 + P_4 + P_5 = (600 + 320 + 180)W = 1100W$$

$$\sum P_{\text{发}} = \sum P_{\text{吸}}$$

二者相等, 整个电路的功率平衡.

2. 下图中,已知 $I_1 = 3\text{mA}$, $I_2 = 1\text{mA}$.试确定电路元件3中的电流 I_3 和其两端电压 U_3 ,并说明它是电源还是负载.校验整个电路的功率是否平衡.



2. 解:

由KCL, 列写电流方程 $I_2 = I_1 + I_3$, 有 $I_3 = I_2 - I_1 = (1 - 3)mA = -2mA$

由KVL, 列写右侧回路的电压方程 $-U_2 + 20I_2 + U_3 = 0$

有 $U_3 = U_2 - 20I_2 = (80 - 20 \times 1)V = 60V$

元件3中的 I, U 的实际方向相反, 释放能量, 因此是电源.

电路中各元件吸收的功率

$P_1 = U_1 I_1 = 30 \times 3mW = 90mW$, 为负载

$P_2 = -U_2 I_2 = (-80 \times 1)mW = -80mW$, 为电源

$P_3 = U_3 I_3 = 60 \times (-2)mW = -120mW$, 为电源

$P_{R1} = I_1^2 R_1 = 3^2 \times 10mW = 90mW$, 为负载

$P_{R2} = I_2^2 R_2 = 1^2 \times 20mW = 20mW$, 为负载

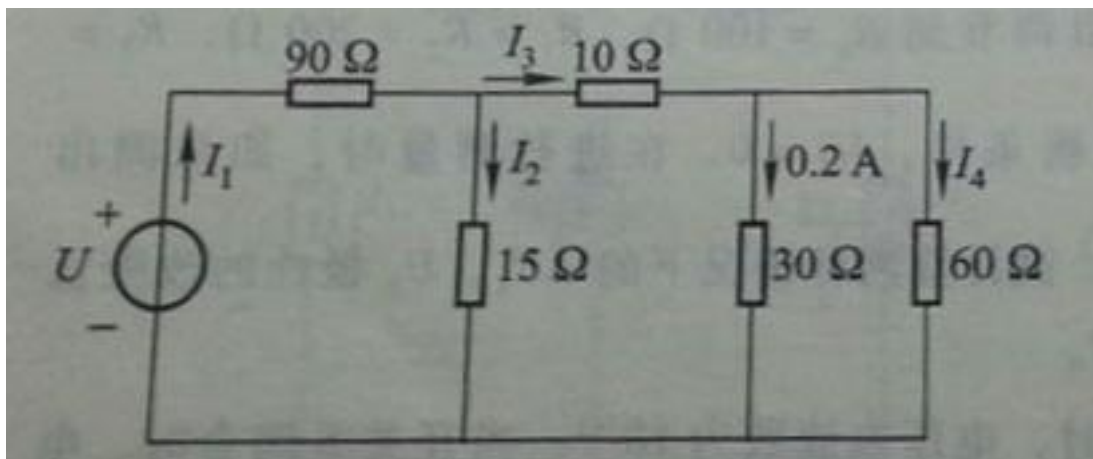
各电源发出的功率 $\sum P_{\text{发}} = P_2 + P_3 = (80 + 120)mW = 200mW$

各负载吸收的功率 $\sum P_{\text{吸}} = P_1 + P_{R1} + P_{R2} = (90 + 90 + 20)mW = 200mW$

$$\sum P_{\text{发}} = \sum P_{\text{吸}}$$

二者相等, 整个电路的功率平衡.

3. 计算下图所示电路中的电流 I_1, I_2, I_3, I_4 和电压 U .



3. 解:

设 I_1, I_2, I_3, I_4 流过的电阻上对应的电压分别为 U_1, U_2, U_3, U_4

由图可知, $U_4 = 0.2 \times 30V = 6V$, 有 $I_4 = \frac{U_4}{60} = \frac{6}{60} A = 0.1A$

$$I_3 = I_4 + 0.2 = (0.1 + 0.2)A = 0.3A$$

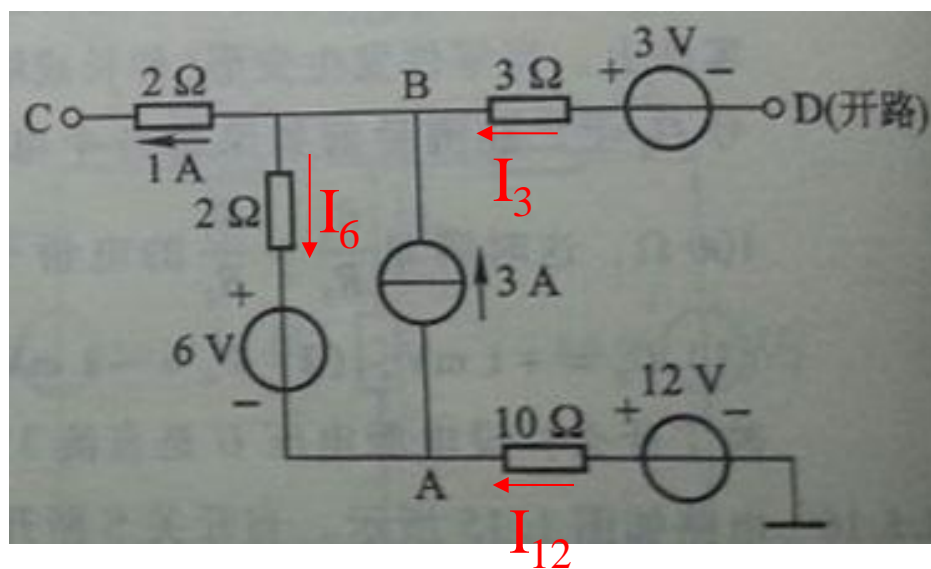
$$U_3 = 10I_3 = 0.3 \times 10V = 3V$$

$$U_2 = U_3 + U_4 = (3 + 6)V = 9V, I_2 = \frac{U_2}{15} = \frac{9}{15} A = 0.6A$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = (0.6 + 0.3)A = 0.9A, U_1 = 90I_1 = 90 \times 0.9V = 81V$$

$$U = U_1 + U_2 = (81 + 9)V = 90V$$

4. 试求下图所示电路中的 A, B, C, D 各点电位.



4. 解:

设3V, 6V, 12V电压源支路的电流分别为 I_3 , I_6 , I_{12} (图中红色箭头所示)

由广义KCL可得: $I_3 + I_{12} = 1$,

因D开路, 故 $I_3 = 0$, 有 $I_{12} = 1A$

对结点B, 列写KCL方程 $I_6 + 1 = I_3 + 3$, 有 $I_6 = I_3 + 3 = 1 = 2A$

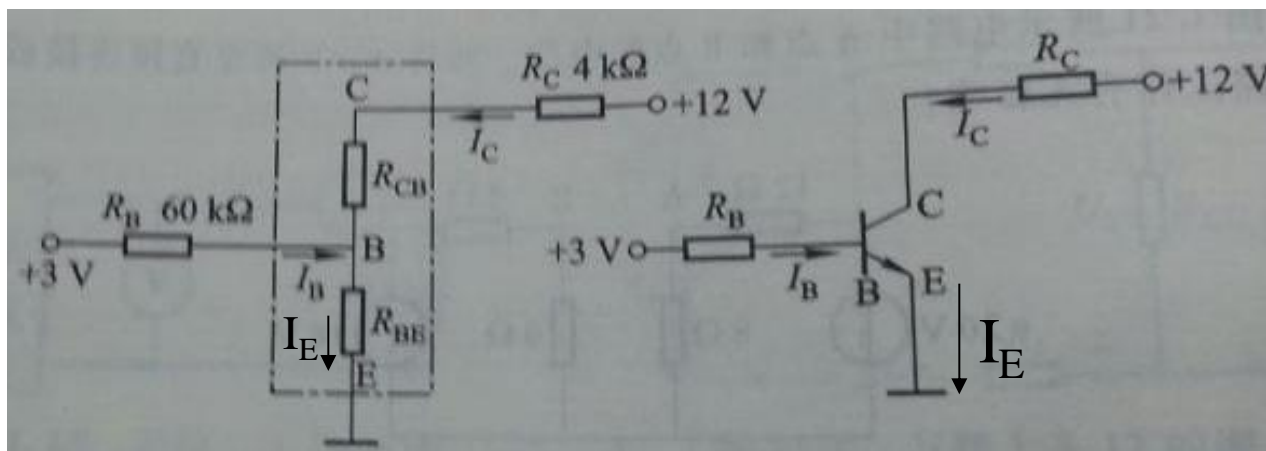
$$V_A = 12 - I_{12} \times 10 = (12 - 1 \times 10)V = 2V$$

$$V_B = V_A + 6 + I_6 \times 2 = (2 + 6 + 2 \times 2)V = 12V$$

$$V_C = V_B - 1 \times 2 = (12 - 1 \times 2)V = 10V$$

$$V_D = V_B + I_3 \times 3 - 3 = V_B - 3 = (12 - 3)V = 9V$$

5. 下图所示是晶体管静态(直流)工作时的等效电路。图中 $I_C = 1.5\text{mA}$, $I_B = 0.04\text{mA}$. 试求 CB 间和 BE 间的等效电阻 R_{CB} 和 R_{BE} , 并计算 C 点和 B 点的电位 V_C 和 V_B .



5. 解:

由KCL, 有 $I_E = I_B + I_C = (0.04 + 1.5) \text{ mA} = 1.54 \text{ mA}$

B点电位 $V_B = 3 - I_B \cdot R_B = (3 - 0.04 \times 10^{-3} \times 60 \times 10^3) \text{ V} = 0.6 \text{ V}$

C点电位 $V_C = 12 - I_C \cdot R_C = (12 - 1.5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^3) \text{ V} = 6 \text{ V}$

BE间等效电阻 $R_{BE} = \frac{V_B}{I_E} = \frac{0.6}{1.54 \times 10^{-3}} \Omega \approx 390 \Omega$

CB间等效电阻 $R_{CB} = \frac{V_C - V_B}{I_C} = \frac{6 - 0.6}{1.50 \times 10^{-3}} \Omega = 3.6 \Omega$