

---

# 第一章

## 习 题

1-1 若某用电设备上通过的电流分别由 (a) 4 秒内 60 库仑; (b) 2 分钟内 15 库仑电荷稳定形成的, 求电流大小。

解:  $i(t) = \frac{dq}{dt}$

$$(a) \quad i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{60}{4} = 15A \quad (b) \quad i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{15}{2 \times 60} = 0.125A$$

1-2 一电灯泡内有 0.5A 电流通过, 时间为 4 秒, 共产生 240J 的能量, 求电灯泡的电压降。

解: 因为  $i(t) = \frac{dq}{dt}$ , 所以  $u(t) = \frac{dW}{dq} = \frac{1}{i(t)} \cdot \frac{dW}{dt}$ 。

$$u(t) = \frac{dW}{dq} = \frac{1}{i(t)} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{1}{0.5} \cdot \frac{240}{4} = 120V$$

1-3 日常生活中常用的电能衡量单位为度, 1 度电=1 千瓦时, 求:

① 60W 灯泡消耗 1 度电可持续多长时间?

② 100W 电灯泡 1 小时消耗多少焦耳热量?

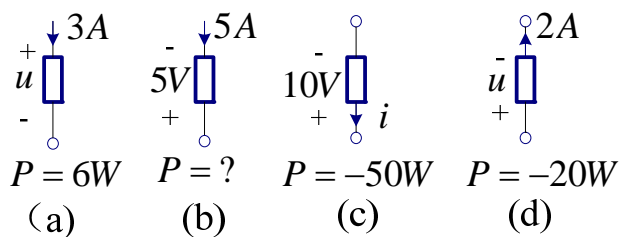
解: ①  $t = \frac{1000}{60} = \frac{50}{3}$  小时

② 因为  $p = \frac{W}{t}$ , 所以  $W = p \cdot t = 100 \times 60 \times 60 = 3.6 \times 10^5 J$

1-4 12V 汽车蓄电池向启动电动机提供 250A 电流, 设电池共有  $4 \times 10^6$  焦耳化学能, 问可以持续多长时间?

解: 因为  $p = \frac{W}{t}$ , 所以  $t = \frac{W}{p} = \frac{W}{u \cdot i} = \frac{4 \times 10^6}{12 \times 250} = \frac{4}{3} \times 10^3 s$

1-5 已知电路某段支路中各电量如题图 1-1 所示，求图中未知电量。



题图 1-1

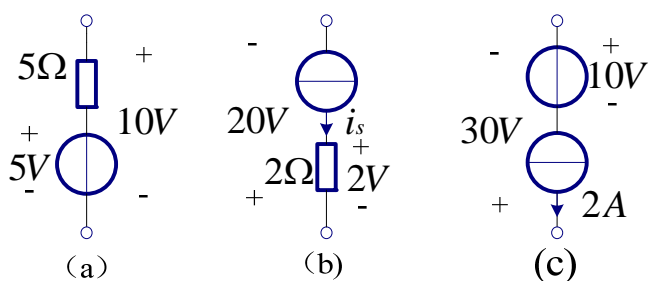
解：(a)  $P = ui \Rightarrow u = \frac{P}{i} = \frac{6}{3} = 2\text{V}$

(b)  $P = -ui = -25\text{V}$

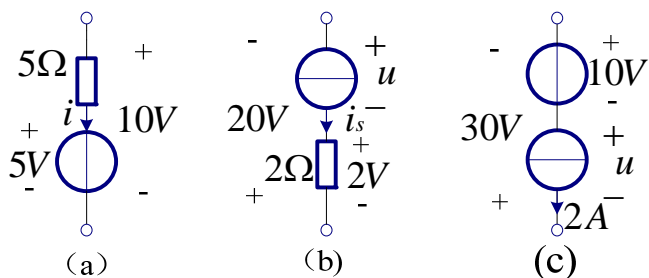
(c)  $P = -ui \Rightarrow i = -\frac{P}{u} = -\frac{-50}{10} = 5\text{A}$

(d)  $P = ui \Rightarrow u = \frac{P}{i} = \frac{-20}{2} = -10\text{V}$

1-6 求题图 1-2 各段电路上各元件的功率。



题图 1-2



解：(a) 支路电流为：  $i = \frac{u_R}{R} = \frac{10-5}{5} = 1\text{A}$ ，电流的参考方向如图所示。

电阻的功率为:  $P_R = i^2 R = 5W$

电压源的功率为:  $P_u = ui = 5W$

(b) 支路电流为:  $i_s = \frac{u_R}{R} = \frac{2}{2} = 1A$ 。

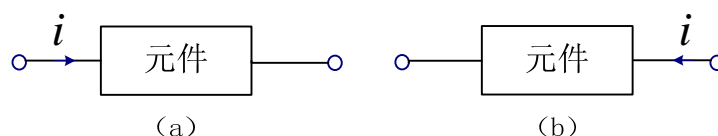
电阻的功率为:  $P_R = i^2 R = 2W$

电流源两端电压的参考方如图所示, 电流源功率为:  $P_i = ui_s = (-20 - 2) \times 1 = -22W$

(c) 电流源两端电压的参考方如图所示, 电流源功率为:  $P_i = ui_s = (-30 - 10) \times 2 = -80W$

电压源功率为:  $P_u = 10 \times 2 = 20W$

1-7 已知题图 1-3 的各支路放出功率  $P = 50W$ , 电流  $i = 10A$ , 求元件的电压  $u$ , 并标明电压的真实极性。



题图 1-3

解: 假定元件的电压与电流是关联参考方向, 则元件功率为:

$$P = ui = 10u = -50W$$

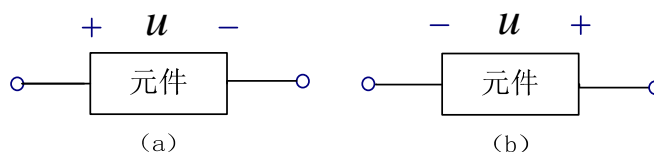
$$\therefore u = -5V$$

所以元件电压的真实极性是与假定参考方向相反, 即与元件的电流是非关联参考方向。

(a) 元件电压的真实极性是左负右正。

(b) 元件电压的真实极性是左正右负。

1-8 已知题图 1-4 的各支路吸收功率  $P = 80W$ , 电压  $u = 16V$ , 求元件的电流  $i$ , 并标明支路电流的真实方向。



题图 1-4

解：假定元件的电流与电压是关联参考方向，则元件功率为：

$$P = ui = 16i = 80W$$

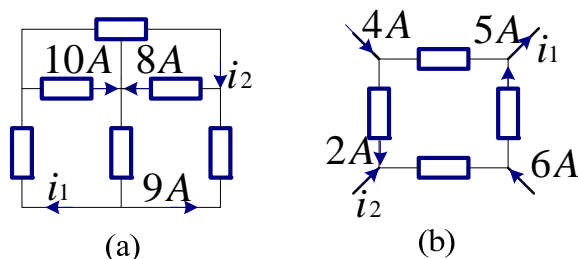
$$\therefore i = 5A$$

所以元件电流的真实方向是与假定参考方向一直，即与元件的电压是非关联参考方向。

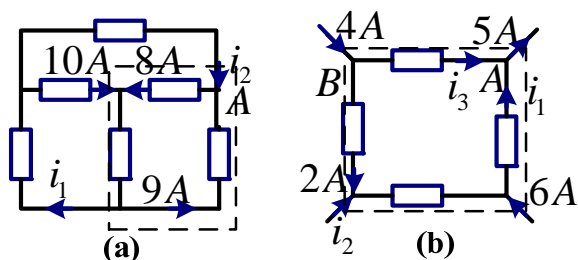
(a) 元件电流的真实方向是由左至右。

(b) 元件电流的真实方向是由右至左。

1-9 已知某电路如题图 1-5 所示，求电流  $i_1$  和  $i_2$ 。



题图 1-5



解：(a) 对 A 节点列 KCL 方程，有：  $i_2 + 9 = 8 \Rightarrow i_2 = -1A$ ；

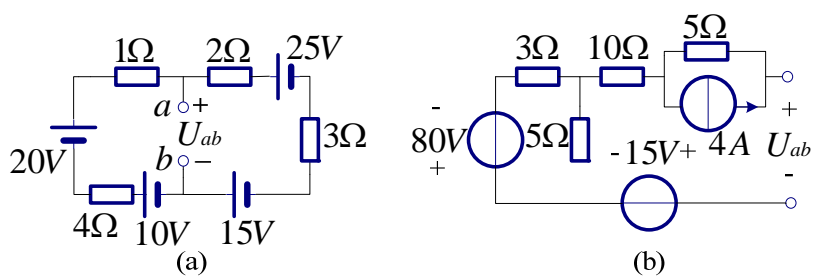
如图，对虚线表示的封闭面列 KCL 方程，有：  $i_1 = i_2 + 10 = 9A$

(b) 对 B 节点列 KCL 方程，有：  $i_3 + 2 = 4 \Rightarrow i_3 = 2A$ ；

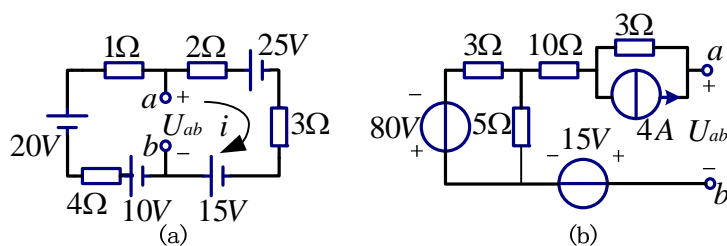
对 A 节点列 KCL 方程，有：  $i_3 + i_1 = 5 \Rightarrow i_1 = 3A$

如图，对虚线表示的封闭面列 KCL 方程，有：  $i_2 + 4 + 6 = 5 \Rightarrow i_2 = -5A$

1-10 求题图 1-6 所示电路的电压  $U_{ab}$ 。



题图 1-6



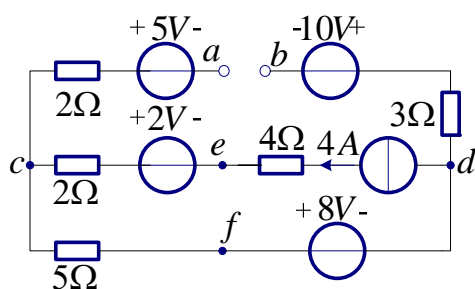
解：(a) 选回路的电流方向为顺时针方向，则有：

$$2i + 25 + 3i - 15 - 10 + 4i - 20 + i = 0 \Rightarrow i = 2A$$

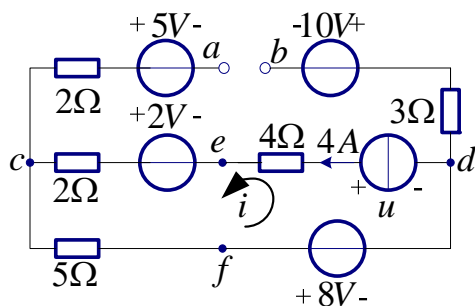
$$U_{ab} = 2i + 25 + 3i - 15 = 20V$$

$$(b) \quad U_{ab} = 3 \times 4 + \frac{5}{5+3} \times (-80) - 15 = -53V$$

1-11 求题图 1-7 中的电压  $U_{ab}$ 、 $U_{cd}$ 、 $U_{ef}$ 。



题图 1-7



解：如图所示，设环路电流为  $i$ ，则  $i = 4A$

电流源的端电压参考方向如图所示，沿逆时针方向对环路列 KVL 方程，有：

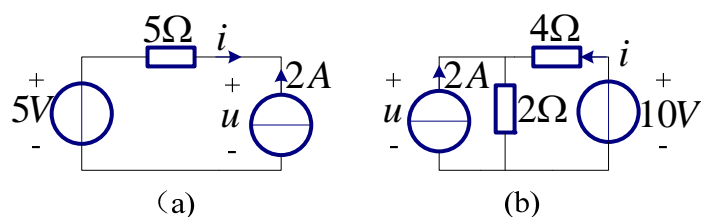
$$-2 + 2i + 5i + 8 - u + 4i = 0 \Rightarrow u = 11i + 6 = 50V$$

所以  $U_{cd} = -2i + 2 - 4i + u = 28V$  或  $U_{cd} = 5i + 8 = 28V$

$$U_{ab} = -5 + U_{cd} + 10 = 33V$$

$$U_{ef} = -2 + 2i + 5i = 26V \text{ 或 } U_{ef} = -4i + u - 8 = 26V$$

1-12 求题图 1-8 中电压  $u$  和电流  $i$  的值。



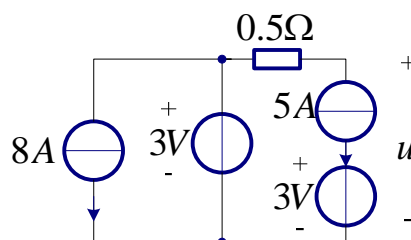
题图 1-8

解：(a)  $i = -2A$  ,  $u = -5i + 5 = 15V$

(b) 对右边的回路，按逆时针方向列写 KVL 方程：  $4i + 2 \times (i + 2) - 10 = 0 \Rightarrow i = 1A$  ,

$$u = 2 \times (i + 2) = 6V$$

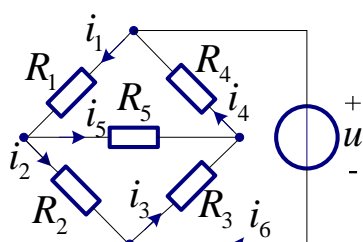
1-13 求题图 1-9 所示电路中的电压  $u$  。



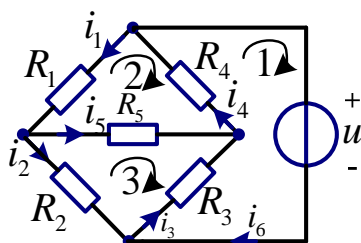
题图 1-9

解:  $u = -0.5 \times 5 + 3 = 0.5\text{V}$

1-14 在题图 1-10 的电路中, 有几个节点? 几条支路? 几个网孔? 写出每个节点的 KCL 方程和每个网孔的 KVL 方程。



题图 1-10



解: 有四个节点, 六个支路, 三个网孔, 节点的 KCL 方程如下:

$$i_4 = i_1 + i_6; \quad i_1 = i_2 + i_5; \quad i_4 = i_5 + i_3; \quad i_3 = i_2 + i_6$$

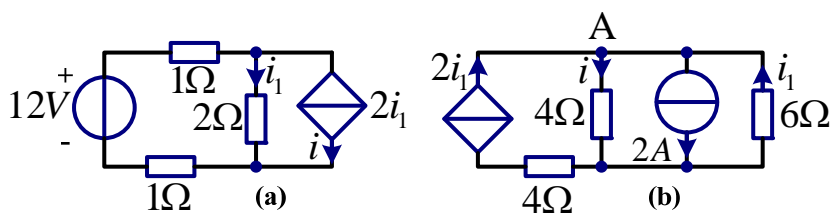
网孔的 KVL 方程为:

$$1\text{网孔: } R_4 i_4 + u + R_3 i_3 = 0;$$

$$2\text{网孔: } -R_4 i_4 - R_5 i_5 - R_1 i_1 = 0;$$

$$3\text{网孔: } R_5 i_5 - R_3 i_3 - R_2 i_2 = 0$$

1-15 求题图 1-11 电路中的电流  $i$  的值。



题图 1-11

解：(a) 列写左边回路的 KVL 方程： $(1+1) \times (i_1 + 2i_1) + 2i_1 - 12 = 0 \Rightarrow i_1 = 1.5\text{A}$

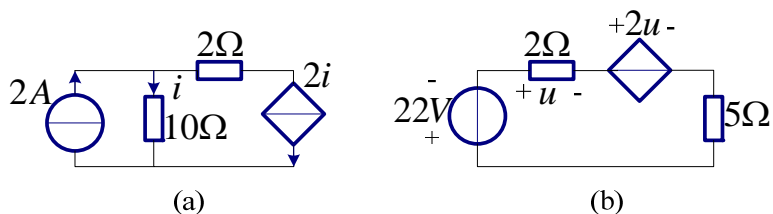
则  $i = 2i_1 = 3\text{A}$

(b) 对 A 节点列写 KCL 方程： $2i_1 + i_1 = i + 2$

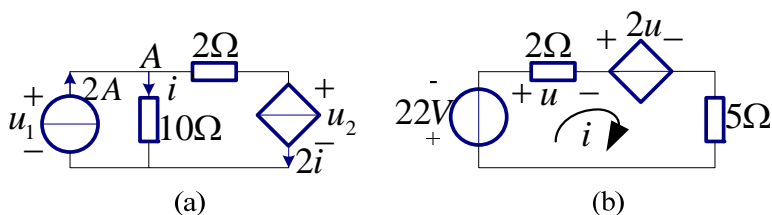
4 欧姆电阻和 6 欧姆电阻的端电压相同，则  $4i = -6i_1$

将上述两个方程联解，得：  $i = -\frac{2}{3}\text{A}$

1-16 求题图 1-12 所示电路独立源和受控源的功率，并验证功率平衡关系。



题图 1-12



解：(a) 对节点 A 列 KCL 方程，有：  $i + 2i = 2 \Rightarrow i = \frac{2}{3}\text{A}$

独立电流源的端电压参考方向如图所示，  $u_1 = 10i = \frac{20}{3}\text{V}$ 。

受控电流源的端电压参考方向如图所示，  $u_2 = -2 \times 2i + 10i = 4\text{V}$



各元件的功率为：  $P_{2A} = -2u_1 = -\frac{40}{3} \text{ W}$  ,  $P_{10\Omega} = 10i^2 = \frac{40}{9} \text{ W}$  ,

$$P_{2\Omega} = 2 \times (2i)^2 = \frac{32}{9} \text{ W} , \quad P_{2i} = 2i \times u_2 = \frac{16}{3} \text{ W} .$$

$$\sum P = P_{2A} + P_{10\Omega} + P_{2\Omega} + P_{2i} = 0 , \text{ 证毕。}$$

(b) 对回路按照顺时针方向列写 KVL 方程，得：  $2i + 2u + 5i + 22 = 0$  。

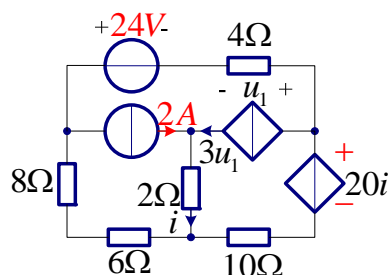
又因为  $u = 2i$  , 得：  $i = -2\text{A}$  ,  $u = -4\text{V}$  。

各元件的功率为：  $P_{22V} = 22i = -44\text{W}$  ,  $P_{2\Omega} = ui = 8\text{W}$  ,

$$P_{2u} = 2ui = 16\text{W} , \quad P_{5\Omega} = 5i^2 = 20\text{W} .$$

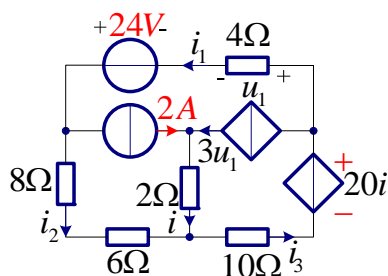
$$\sum P = P_{22V} + P_{2\Omega} + P_{2u} + P_{5\Omega} = 0 , \text{ 证毕。}$$

1-17 电路如题图 1-13 所示，求图中各电源（包括受控源）输出的功率。（修改其中几个参数，不然比较难以计算）



题图 1-13

解：



设各支路的电流分别为  $i_1$  ,  $i_2$  ,  $i_3$  , 参考方向如图所示。

---

列写各节点的 KCL 方程:  $i_1 = \frac{u_1}{4}$ ,  $i_2 = i_1 - 2 = \frac{u_1}{4} - 2$ ,  $i = 3u_1 + 2$ ,  $i_3 = 3u_1 + i_1 = \frac{13u_1}{4}$

列写最大的回路的 KVL 方程:

$$\begin{aligned} u_1 - 24 + (8+6) \times i_2 + 10i_3 - 20i &= 0 \\ \Rightarrow u_1 - 24 + (8+6) \times (\frac{u_1}{4} - 2) + 10 \times \frac{13u_1}{4} - 20 \times (3u_1 + 2) &= 0 \\ \Rightarrow u_1 - 24 + \frac{7u_1}{2} - 28 + \frac{65u_1}{2} - 60u_1 - 40 &= 0 \\ \Rightarrow -23u_1 &= 92 \\ \Rightarrow u_1 &= -4V \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = \frac{u_1}{4} = -1A \\ i_2 = \frac{u_1}{4} - 2 = -3A \\ i = 3u_1 + 2 = -10A \\ i_3 = \frac{13u_1}{4} = -13A \end{cases}$$

对于 24V 电压源:  $P_{24V} = -24i_1 = 24W$

对于 2A 电流源:  $P_{2A} = (8i_2 + 6i_2 - 2i) \times 2 = (-24 - 18 + 20) \times 2 = -44W$

对于受控电压源:  $P_{20i} = -20i \times i_3 = -20 \times 10 \times 13 = -2600W$

对于受控电流源:  $P_{3u_1} = 3u_1 \times (20i - 10i_3 - 2i) = -3 \times 4 \times (-200 + 130 + 20) = 600W$

其他元件:

$$P_{4\Omega} = 4 \times i_1^2 = 4W$$

$$P_{8\Omega} = 8 \times i_2^2 = 72W$$

$$P_{6\Omega} = 6 \times i_2^2 = 54W$$

$$P_{2\Omega} = 2 \times i^2 = 200W$$

$$P_{10\Omega} = 10 \times i_3^2 = 1690W$$