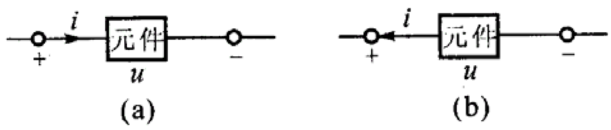
1-1 说明图(a),(b)中：

(1)u,i 的参考方向是否关联？

(2)ui 乘积表示什么功率？

(3) 如果在图(a)中 $u>0,i<0$；图(b)中 $u>0,i>0$，元件实际发出还是吸收功率？



题 1-1 图

解 提示 注意 u,i 的参考方向.在 u 与 i 关联参考方向下，若 $p=ui>0$，则吸收功率；$p=ui<0$，则发出功率.在 u 与 i 非关联参考方向下，$p>0$，发出功率；$p<0$，则吸收功率.

(1) 图(a)中 u,i 的参考方向是关联的；图(b)中 u,i 的参考方向为非关联的.

(2) 图(a)中 ui 乘积表示元件吸收功率；图(b)中 ui 乘积表示元件发出功率.

(3) 图(a)中，由于 $u>0,i<0$，则 $p=ui<0$，因此在关联参考方

向下表示元件实际是发出功率.

在图(b)中，由于 $u>0$，$i>0$，则 $p=ui>0$，因此在非关联参考方向下表示元件实际是发出功率.

1-2 若某元件端子上的电压和电流取关联参考方向，而 $u=170\cos(100\pi t)\text{V}$，$i=7\sin(100\pi t)\text{A}$. 求：

(1) 该元件吸收功率的最大值；

(2) 该元件发出功率的最大值.

解 (1) $p(t)=ui=170\cos(100\pi t)\times 7\sin(100\pi t)\text{W}$

$=595\sin(200\pi t)\text{W}$

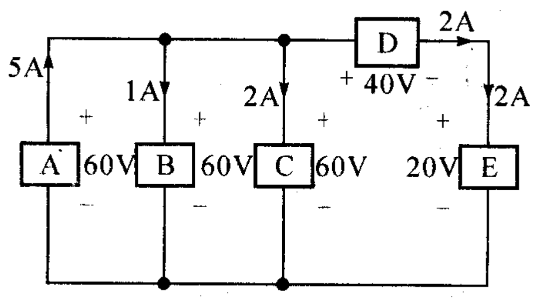
当 $\sin(200\pi t)>0$ 时，$p(t)>0$，元件吸收功率；

当 $\sin(200\pi t)=1$ 时，元件吸收功率为最大，即 $p_{\max}=595\text{W}$.

(2) 当 $\sin(200\pi t)<0$ 时，$p(t)<0$，元件实际发出功率；

当 $\sin(200\pi t)=-1$ 时，元件发出最大功率，即 $p_{\max}=595\text{W}$.

1-3 试校核图中电路所得解答是否满足功率平衡.（提示：求解电路以后，校核所得结果的方法之一是核对电路中所有元件的功率平衡，即元件发出的总功率应等于其他元件吸收的总功率）.



题 1-3 图

解 因为　元件 A 电压、电流为非关联参考方向，所以

$p_A=60\times 5=300(\text{W})>0$，为发生功率.

又因为　元件 B、C、D、E 电压、电流为关联参考方向，所以

$p_B=60\times 1=60(\text{W})>0$，为吸收功率.

$p_C=60\times 2=120(\text{W})>0$，为吸收功率.

$p_D = 40 \times 2 = 80(\mathrm{W}) > 0$，为吸收功率.

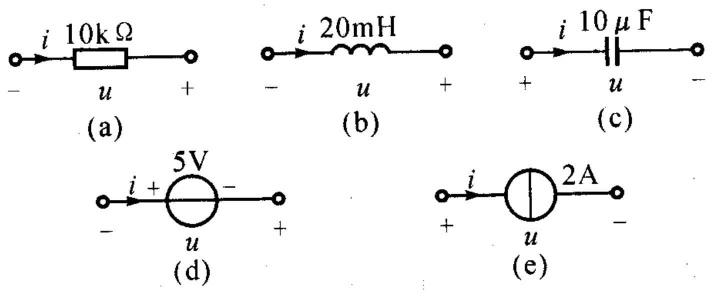
$p_E = 20 \times 2 = 40(\mathrm{W}) > 0$，为吸收功率.

电路吸收的总功率

$p_{吸} = p_B + p_C + p_D + p_E = 60 + 120 + 80 + 40 = 300(\mathrm{W})$.

所以元件 A 发出的总功率等于其余元件吸收的总功率，满足功率平衡.

1-4 在指定的电压 u 和电流 i 参考方向下，写出各元件 u 和 i 的约束方程(元件的组成关系).



题 1-4 图

解 解题点拨 注意在 u,i 关联参考方向下，电阻、电感、电容元件 u,i 关系分别为：$u = Ri$，$u = L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$，$i = C\dfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$. 在 u,i 非关联参考方向下，电阻、电感、电容元件 u,i 关系分别为：$u = -Ri$，$u = -L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$，$i = -C\dfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$.

图(a) 中电阻元件 u 和 i 在非关联参考方向下的约束方程为：

$$u = -Ri = -10^4 i$$

图(b) 中电感元件 u 和 i 在非关联参考方向下的约束方程为：

$$u = -L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = -0.02\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

图(c) 中电容元件 u 和 i 在关联参考方向下的约束方程为：

$$i = C\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} = 10^{-5}\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$$

图(d) 中电压源元件的约束方程为：

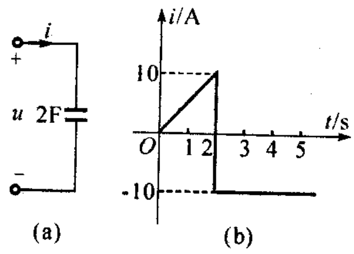
$$u = -5\text{V}$$

图(e) 中电流源元件的约束方程为：

$$i = 2\text{A}$$

1-5 图(a) 电容中电流 i 的波形如图(b) 所示，现已知 $u(0) = 0$，试求 $t = 1\text{s}, t = 2\text{s}$ 和 $t = 4\text{s}$ 时电容电压 u.

解 提示 先写出电流 $i(t)$ 的分段函数，再根据 $u(t) = u(0) + \dfrac{1}{C}\int_0^t i(\xi)\mathrm{d}\xi$ 求出 $u(t)$ 的分段函数.



题 1-5 图

根据图(b) 可知电容中电流 $i(t)$ 函数表达式为：

$$i(t) = \begin{cases} 0 & t \leqslant 0 \\ 5t & 0 \leqslant t < 2\text{s} \\ -10 & t > 2\text{s} \end{cases}$$

根据图(a) 关联参考方向以及电容元件 u, i 积分关系，有：

$$t = 1\text{s 时}, u_C(1) = u_C(0) + \frac{1}{C}\int_0^1 i(t)\mathrm{d}t = 0 + \frac{1}{2}\int_0^1 5t\ \mathrm{d}t$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{5}{2}t^2 \Big|_0^1 = 1.25\text{V}$$

$$t = 2\text{s 时}, u_C(2) = u_C(0) + \frac{1}{C}\int_0^2 i(t)\mathrm{d}t = 0 + \frac{1}{2}\int_0^2 5t\ \mathrm{d}t$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{5}{2}t^2 \Big|_0^2 = 5\text{V}$$

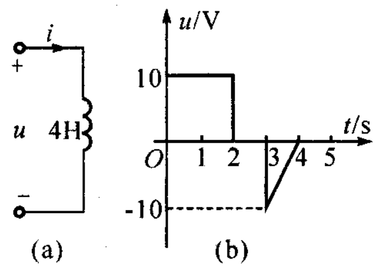
$$t = 4\text{s 时}, u_C(4) = u_C(2) + \frac{1}{C}\int_2^4 i(t)\mathrm{d}t = 5 + \frac{1}{2}\int_2^4 (-10)\ \mathrm{d}t$$

$$= 5 + \frac{1}{2} \times (-10)t \Big|_2^4 = -5\text{V}$$

1-6 图(a) 中 $L = 4\text{H}$，且 $i(0) = 0$，电压的波形如图(b) 所示. 试求当 $t = 1\text{s}, t = 2\text{s}, t = 3\text{s}$ 和 $t = 4\text{s}$ 时电感电流 i.

解 根据图(b) 可知电感电压 $u(t)$ 函数表达式为：

$$u(t)=\begin{cases}0 & t<0\\ 10 & 0<t<2\mathrm{s}\\ 0 & 2\mathrm{s}<t<3\mathrm{s}\\ 10t-40 & 3\mathrm{s}<t<4\mathrm{s}\\ 0 & t>4\mathrm{s}\end{cases}$$



题 1－6 图

根据图(a)关联参考方向以及电感元件 i,u 积分关系有：

$$t=1\mathrm{s}\text{时},i(1)=i(0)+\frac{1}{L}\int_0^1 u(t)\mathrm{d}t=0+\frac{1}{4}\int_0^1 10\ \mathrm{d}t$$

$$=\frac{1}{4}\times 10t\Big|_0^1=2.5(\mathrm{A})$$

$$t=2\mathrm{s}\text{时},i(2)=i(0)+\frac{1}{L}\int_0^2 u(t)\mathrm{d}t=0+\frac{1}{4}\int_0^2 10\ \mathrm{d}t$$

$$=\frac{1}{4}\times 10t\Big|_0^2=5(\mathrm{A})$$

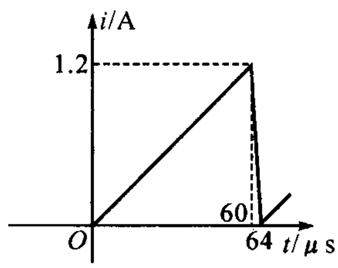
$$t=3\mathrm{s}\text{时},i(3)=i(2)+\frac{1}{L}\int_2^3 u(t)\mathrm{d}t=5+\frac{1}{4}\int_2^3 0\ \mathrm{d}t$$

$$=5(\mathrm{A})$$

$$t=4\mathrm{s}\text{时},i(4)=i(3)+\frac{1}{L}\int_3^4 u(t)\ \mathrm{d}t=5+\frac{1}{4}\int_3^4(10t-40)\ \mathrm{d}t$$

$$=3.75(\mathrm{A})$$

1－7 若已知显像管行偏转线圈中的周期性行扫描电流如图所示，现已知线圈电感为 0.01H，电阻略而不计，试求电感线圈所加电压的波形.



题 1－7 图

解 提示 写出电流 $i(t)$ 的分段函数，根据 $u_L(t)=L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$，求出电感线圈电压 $u_L(t)$ 的分段函数.

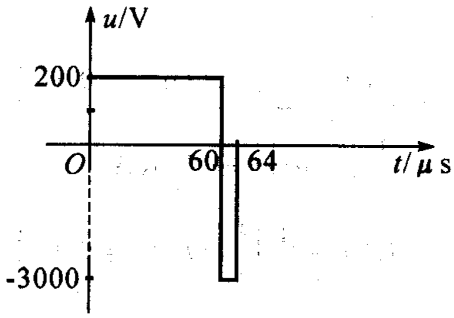
电流 $i(t)$ 可根据题 1－7 图所示表达为：

$$i(t)=\begin{cases}\dfrac{1.2}{60}\times 10^6 t & 0<t<60\mu\mathrm{s}\\ 3\times 10^5(64\times 10^{-6}-t) & 60\mu\mathrm{s}<t<64\mu\mathrm{s}\end{cases}$$

因为 $$u_L(t)=L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

所以 $$u_L(t)=0.01\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}=\begin{cases}2\times10^2 & 0<t<60\mu s\\ -3\times10^3 & 60\mu s<t<64\mu s\end{cases}$$

电感线圈所加电压的波形如题解 1－7 图所示．说明电感的电压可以是时间的间断函数．

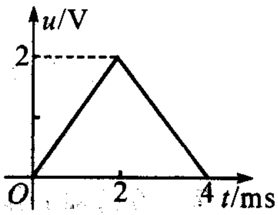


题解 1－7 图

1－8 2μF 的电容上所加电压 u 的波形如图所示．求：

（1）电容电流 i；（2）电容电荷 q；

（3）电容吸收的功率 p．



题 1－8 图

解 （1）根据题 1－8 图，可得到电压 $u(t)$ 的函数表达式为：

$$u(t)=\begin{cases}0 & t\leqslant 0\\ 10^3t & 0\leqslant t\leqslant 2\text{ms}\\ 4-10^3t & 2\text{ms}\leqslant t\leqslant 4\text{ms}\\ 0 & 4\text{ms}\leqslant t\end{cases}$$

又根据电容元件的 u，i 的微分关系，得 2μF 的电容中电流 $i(t)$ 的函数表达式为：

$$i(t)=C\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}=2\times10^{-6}\frac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}$$

$$=\begin{cases}0 & t<0\\ 2\times10^{-3} & 0<t<2\text{ms}\\ -2\times10^{-3} & 2\text{ms}<t<4\text{ms}\\ 0 & 4\text{ms}<t\end{cases}$$

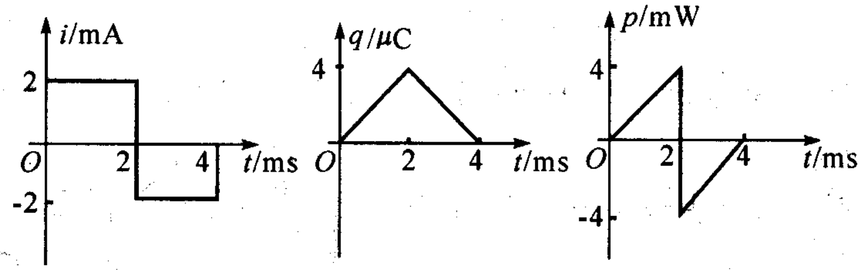
(2) 因为 $C = \dfrac{q}{u}$，所以有：

$$q(t) = C \cdot u(t) = \begin{cases} 0 & t \leqslant 0 \\ 2 \times 10^{-3} t & 0 \leqslant t \leqslant 2\text{ms} \\ 2 \times 10^{-6}(4 - 10^3 t) & 2\text{ms} \leqslant t \leqslant 4\text{ms} \\ 0 & 4\text{ms} \leqslant t \text{ ms} \end{cases}$$

(3) 在电容上取电压、电流为关联参考方向时，电容元件吸收的功率为：

$$p(t) = u(t)i(t) = \begin{cases} 0 & t \leqslant 0 \\ 2t & 0 \leqslant t < 2\text{ms} \\ -2 \times 10^{-3}(4 - 10^3 t) & 2\text{ms} < t < 4\text{ms} \\ 0 & 4\text{ms} \leqslant t \text{ ms} \end{cases}$$

$i(t)$，$q(t)$，$p(t)$ 波形如题解 1-8 图所示.

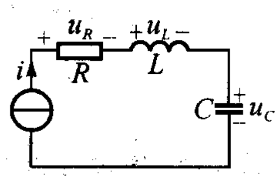


题解 1-8 图

1-9 电路如图所示，其中 $R = 2\Omega$，$L = 1\text{H}$，$C = 0.01\text{F}$，$u_C(0) = 0$. 若电路的输入电流为：

(1) $i = 2\sin(2t + \dfrac{\pi}{3})\text{A}$；　(2) $i = e^{-t}\text{A}$.

试求两种情况下，当 $t > 0$ 时的 u_R，u_L 和 u_C 值.



题 1-9 图

解 提示　利用电阻、电感、电容的伏安关系，$u_R = Ri$，$u_L = L\dfrac{di}{dt}$，$u_C = u_C(0) + \dfrac{1}{C}\int_0^t i(\xi)d\xi$.

(1) 若 $i = 2\sin(2t + \dfrac{\pi}{3})\text{A}$，则有

$$u_R(t) = Ri(t) = 4\sin(2t + \frac{\pi}{3})(\mathrm{V})$$

$$u_L(t) = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = 1 \times 2\left[\cos(2t + \frac{\pi}{3})\right] \times 2 = 4\cos(2t + \frac{\pi}{3})(\mathrm{V})$$

$$u_C(t) = u_C(0) + \frac{1}{C}\int_0^t i(\xi)\mathrm{d}\xi = 0 + \frac{1}{0.01}\int_0^t 2\sin(2\xi + \frac{\pi}{3})\mathrm{d}\xi$$

$$= \left[50 - 100\cos(2t + \frac{\pi}{3})\right](\mathrm{V})$$

(2) 若 $i = \mathrm{e}^{-t}\mathrm{A}$，则有

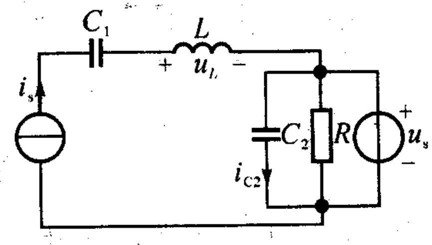
$$u_R(t) = Ri(t) = 2\mathrm{e}^{-t}(\mathrm{V})$$

$$u_L(t) = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = 1 \times (-\mathrm{e}^{-t}) = -\mathrm{e}^{-t}(\mathrm{V})$$

$$u_C(t) = u_C(0) + \frac{1}{C}\int_0^t i(\xi)\mathrm{d}\xi = \frac{1}{0.01}\int_0^t \mathrm{e}^{-\xi}\mathrm{d}\xi$$

$$= 100(1 - \mathrm{e}^{-t})(\mathrm{V})$$

1-10 电路如图所示，设 $u_s(t) = U_m\cos(\omega t)$，$i_s(t) = I\mathrm{e}^{-\alpha t}$，试求 $u_L(t)$ 和 $i_{C2}(t)$.



题 1-10 图

解　根据电感、电容元件的伏安关系，可得出：

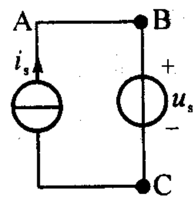
$$u_L(t) = L \cdot \frac{\mathrm{d}i_s(t)}{\mathrm{d}t} = LI\mathrm{e}^{-\alpha t}(-\alpha)$$

$$= -\alpha LI\mathrm{e}^{-\alpha t}$$

$$i_{C2}(t) = C_2\frac{\mathrm{d}u_s(t)}{\mathrm{d}t}$$

$$= C_2U_m[-\sin(\omega t)]\omega = -\omega C_2U_m\sin(\omega t)$$

1-11 电路如图所示，其中 $i_s = 2\mathrm{A}$，$u_s = 10\mathrm{V}$.



题 1-11 图

(1) 求 2A 电流源和 10V 电压源的功率；

(2) 如果要求 2A 电流源的功率为零，在 AB 线段内应插入何种元件？分析此时各元件的功率；

(3) 如果要求 10V 电压源的功率为零，则应在 BC 间并联何种元件？分析此时各元件的功率.

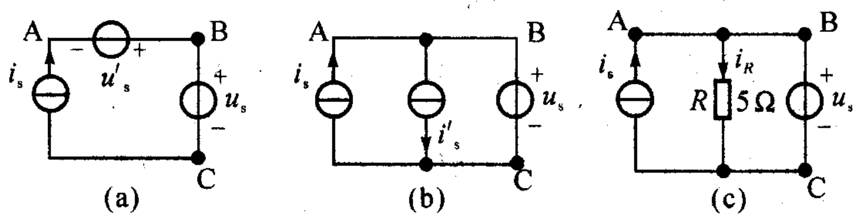
解 提示　注意电流源 i_s 的两端电压等于 u_s，而电压源 u_s 中的电流等于 i_s.

(1) 2A 电流源发出的功率　$p_{i_s} = u_s i_s = 10 \times 2W = 20W$.

10V 电压源吸收的功率　$p_{u_s} = u_s i_s = 10 \times 2W = 20W$.

(2) 若要 2A 电流源的功率为零，则需要使其端电压为零. 在 AB 线段内插入与 u_s 电压源方向相反数值相等的电压源 u_s'，如题解 1－11 图(a) 所示. 分析此时电流源的功率 $p_{i_s} = 0 \times i_s = 0$；插入的电压源发出功率 $p_{u_s'} = 20W$，原来的电压源吸收功率 $p_{u_s} = 20W$.

(3) 若要 10V 电压源的功率为零，则需要使流经电压源的电流为零. 在 BC 间并联电流源 i_s'，其方向与 i_s 电流源相反，数值与 i_s 相等，如题解 1－11 图(b) 所示. 或并联 $R = u_s/i_s = 5\Omega$ 的电阻，如题解图(c) 所示.



题解 1－11 图

说明　在图(b) 中，因 $i_s = i_s'$，由 KCL 可知，流经 u_s 的电流为零，所以 u_s 的功率为零. 原电流源发出功率 $p_{i_s} = u_s i_s = 20W$；并入的电流源 i_s' 吸收功率 $p_{i_s'} = 20W$.

在图(c) 中，流经电阻的电流为 $i_R = \dfrac{u_s}{R} = 2A$. 由 KCL 可知，流经电压源 u_s 的电流为零，因此，u_s 的功率为零. 此时原电流源发出功率 $p_{i_s} = u_s i_s = 20W$；并入的电阻 R 消耗功率 $p_R = \dfrac{u_s^2}{R} = 20W$.

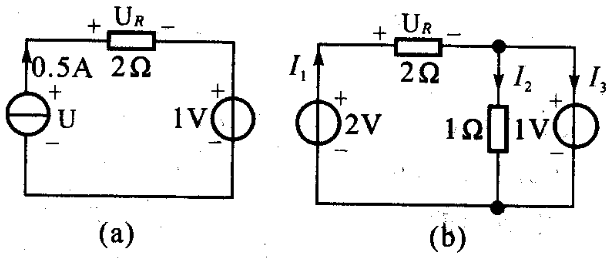
1－12 试求图示电路中每个元件的功率.

解　图(a) 中，由于流过电阻和电压源的电流为 0.5A，而电流源的两端电压 U 为：$U = U_R + U_s = (2 \times 0.5 + 1)V = 2V$.

所以电路中每个元件的功率为：

$$P_R = I^2 R = 0.5^2 \times 2W = 0.5W \quad （吸收功率）$$

$$P_{u_s} = U_s I_s = 1 \times 0.5W = 0.5W \quad （吸收功率）$$



题1-12图

$$P_{i_s}=UI_s=2\times0.5\text{W}=1\text{W}\quad(\text{吸收功率})$$

图(b)中,2Ω电阻上的电压　　$U_R=(2-1)\text{V}=1\text{V}$

2V电压源中的电流　$I_1=\dfrac{U_R}{2}=\dfrac{1}{2}\text{A}=0.5\text{A}$

1Ω电阻中的电流　$I_2=\dfrac{1}{1}\text{A}=1\text{A}$

1V电压源中的电流　$I_3=I_1-I_2=(0.5-1)\text{A}=-0.5\text{A}$

故每个元件的功率为：

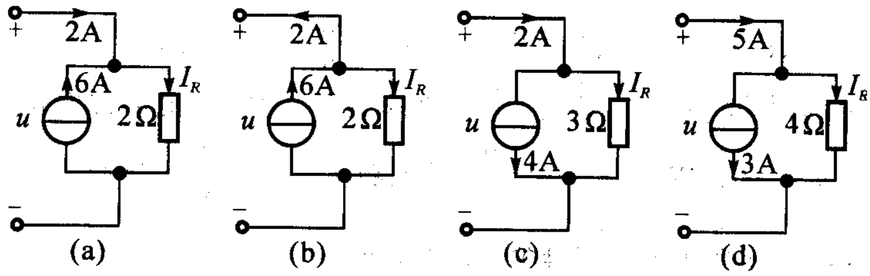
2Ω电阻消耗功率：　$P_{2\Omega}=U_RI_1=1\times0.5\text{W}=0.5\text{W}$

1Ω电阻消耗功率：　$P_{1\Omega}=1\times1\text{W}=1\text{W}$

2V电压源发出功率：$P_{2\text{V}}=2\times I_1=2\times0.5\text{W}=1\text{W}$

1V电压源发出功率：$P_{1\text{V}}=1\times(-I_3)=0.5\text{W}$

1-13 试求图中各电路的电压U,并讨论其功率平衡.



题1-13图

解　**解题点拨**　注意讨论功率平衡就是任何一个电路中所有吸收功率支路之和等于所有发出功率支路之和.针对本题可利用KCL先计算电阻电流I_R,再根据欧姆定律算出电阻电压,从而得出端电压U,最后计算功率.

图(a) 中：　$I_R = (2+6)\text{A} = 8\text{A}$

$U = U_R = 2 \times I_R \text{V} = 16\text{V}$

电阻消耗功率　$P_R = 2 \times I_R^2 = 2 \times 8^2 \text{W} = 128\text{W}$

电流源发出功率　$P_{i_s} = 6 \times U = 6 \times 16\text{W} = 96\text{W}$

外加电路发出功率　$P = 2 \times U = 2 \times 16\text{W} = 32\text{W}$

显然　$P + P_{i_s} = P_R$，即外加电路发出的功率和电流源发出的功率都被电阻消耗掉.

图(b) 中：　$I_R = 6 - 2 = 4(\text{A})$

$U = U_R = 2 \times I_R = 8(\text{V})$

电阻消耗功率　$P_R = 2 \times I_R^2 = 32(\text{W})$

电流源发出功率　$P_{i_s} = 6 \times U = 6 \times 8 = 48(\text{W})$

外加电路吸收功率　$P = 2 \times U = 2 \times 8 = 16(\text{W})$

显然　$P_{i_s} = P + P_R$，即电流源发出的功率被电阻消耗了 32W，还有 16W 被外电路消耗.

图(c) 中：　$I_R = 2 - 4 = -2(\text{A})$

$U = U_R = 3 \times I_R = -6(\text{V})$

电阻消耗功率　$P_R = 3 \times I_R^2 = 12(\text{W})$

电流源发出功率　$P_{i_s} = 4(-U) = 24(\text{W})$

外加电路吸收功率　$P = 2(-U) = 12(\text{W})$

显然　$P_{i_s} = P + P_R$，即电流源发出的功率被电阻消耗了 12W，还有 12W 被外电路消耗.

图(d) 中：　$I_R = 5 - 3 = 2(\text{A})$

$U = U_R = 4 \times I_R = 8(\text{V})$

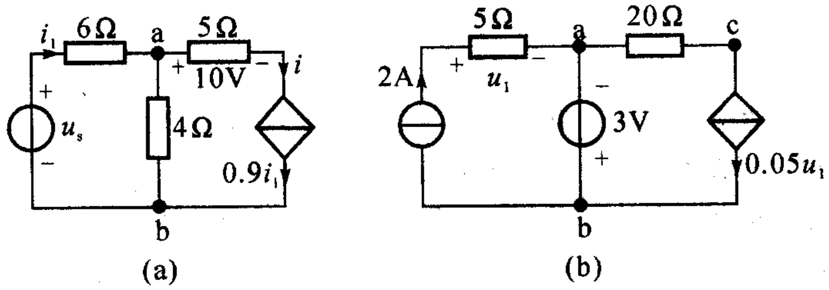
电阻消耗功率　$P_R = 4 \times I_R^2 = 16(\text{W})$

电流源吸收功率　$P_{i_s} = 3U = 24(\text{W})$

外加电路发出功率　$P = 5U = 40(\text{W})$

显然　$P = P_{i_s} + P_R$，即外加电路发出的功率，其中一部分被电阻消耗掉，其余部分被电流源所消耗.

1-14 电路如图所示，试求：(1) 电流 i_1 和 u_{ab}[图(a)]；(2) 电压 u_{ab}[图(b)].



题 1-14 图

解　提示　对图(a)来讲，先求出 i 和 i_1，然后根据 KCL 求电阻 4Ω 中的电流，即可得到电压 u_{ab}. 对图(b)来讲，先求出 u_1，然后根据欧姆定律求电阻 20Ω 上的电压，再根据 KVL 可求得 u_{ab}.

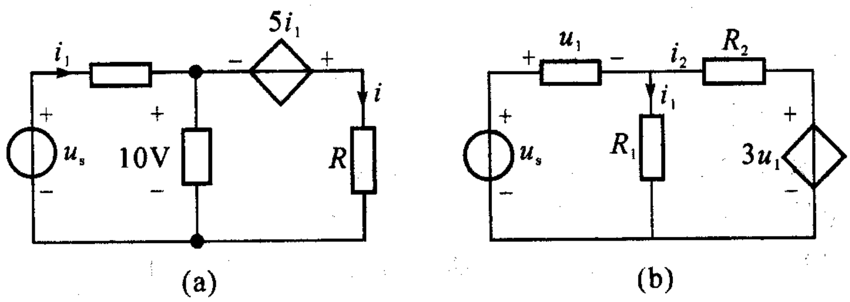
(1) 图(a)中，因为　$0.9i_1 = i = \frac{10}{5}\text{A} = 2\text{A}$,

所以
$$i_1 = \frac{2}{0.9}\text{A} \approx 2.222\text{A}$$
$$u_{ab} = 4(i_1 - i) = 4(i_1 - 0.9i_1)$$
$$= 4 \times 0.1 \times \frac{2}{0.9}\text{V} \approx 0.899\text{V}$$

(2) 图(b)中，因为　$u_1 = 5 \times 2\text{V} = 10\text{V}$,

所以
$$u_{ca} = 20(-0.05u_1) = -10\text{V}$$
$$u_{cb} = u_{ca} + u_{ab} = -10\text{V} + (-3)\text{V} = -13\text{V}$$

1-15 对图示电路：



题 1-15 图

(1) 已知图(a)中，$R = 2\Omega, i_1 = 1\text{A}$，求电流 i；

(2) 已知图(b)中，$u_s = 10\text{V}, i_1 = 2\text{A}, R_1 = 4.5\Omega, R_2 = 1\Omega$，求 i_2.

解　提示　应用KVL列写电路方程求解.同时注意受控源的控制量.

(1) 图(a)中，对图中右边的回路，按顺时针绕向列KVL方程：

$$Ri - 10 - 5i_1 = 0$$

则
$$i_1 = \frac{10+5i_1}{R} = \frac{10+5\times 1}{2}\text{A} = 7.5\text{A}$$

(2) 图(b)中，电阻 R_1 两端电压 $u_{R_1} = R_1 \cdot i_1 = 4.5 \times 2\text{V} = 9\text{V}$

对图中左边的回路，按顺时针绕向列KVL方程：

$$R_1 i_1 - u_s + u_1 = 0$$

则
$$u_1 = u_s - R_1 i_1 = 10\text{V} - 4.5\times 2\text{V} = 1\text{V}$$

对图中右边的回路，按顺时针绕向到KVL方程：

$$R_2 i_2 + 3u_1 - u_{R_1} = 0$$

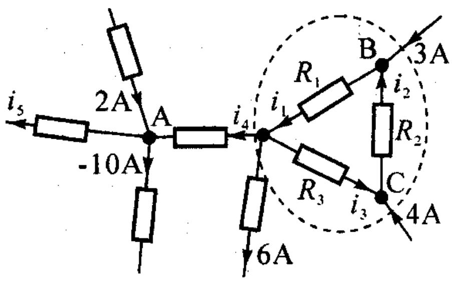
则
$$i_2 = \frac{u_{R_1} - 3u_1}{R_2} = \frac{9-3\times 1}{1}\text{A} = 6\text{A}$$

1-16 对图示电路，若：

(1) R_1, R_2, R_3 值不定；

(2) $R_1 = R_2 = R_3$.

在以上两种情况下，尽可能多地确定其他各电阻中的未知电流.



题 1-16 图

解　提示　应用KCL列写电流方程进行求解.KCL不仅适用于电路中的结点，而且对部分电路的闭合面也同样适用.

(1) 若 R_1, R_2, R_3 值不定，i_1, i_2, i_3 不能确定.对图中所示闭合面列KCL方程.

$$i_4 = (3+4-6)\text{A} = 1\text{A}$$

对结点 A 列KCL方程，可得

$$i_5 = i_4 + 2\text{A} - (-10)\text{A} = 13\text{A}$$

(2) 若 $R_1 = R_2 = R_3$，对右边回路和 B, C 结点列KVL和KCL方程有

$$\begin{cases} R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_3 i_3 = 0 \\ i_1 = 3 + i_2 \\ i_2 = 4 + i_3 \end{cases}$$

把 $R_1 = R_2 = R_3$ 代入，并整理上述方程得

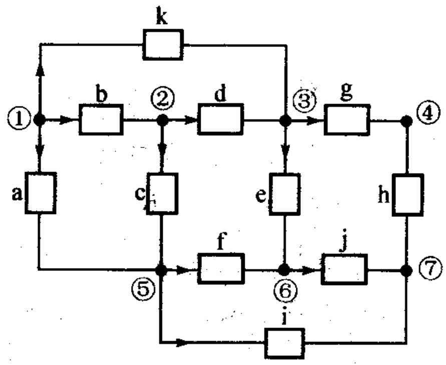
$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ i_1 - i_2 = 3 \\ i_2 - i_3 = 4 \end{cases}$$

解得 $i_1 = \frac{10}{3}\text{A},\ i_2 = \frac{1}{3}\text{A},\ i_3 = -\frac{11}{3}\text{A}.$

i_4，i_5 的值同(1)情况，即 $i_4 = 1\text{A},\ i_5 = 13\text{A}.$

1－17 在图示电路中，已知 $u_{12} = 2\text{V},\ u_{23} = 3\text{V},\ u_{25} = 5\text{V},\ u_{37} = 3\text{V},\ u_{67} = 1\text{V}$，尽可能多地确定其他各元件的电压.

解 提示 应用KVL列写电路方程，求解各元件的电压.



题 1－17 图

根据已知条件可确定如下元件的电压：

$u_b = u_{12} = 2\text{V},\ u_d = u_{23} = 3\text{V},$

$u_c = u_{25} = 5\text{V},\ u_j = u_{67} = 1\text{V}.$

对回路(①②⑤①)列 KVL 方程有

$$u_a = u_{15} = u_{12} + u_{25} = 2\text{V} + 5\text{V} = 7\text{V}$$

对回路(①②③①)列 KVL 方程有

$$u_k = u_{13} = u_{12} + u_{23} = 2\text{V} + 3\text{V} = 5\text{V}$$

对回路(②③④⑦⑥⑤②)列 KVL 方程有

$$u_f = u_{56} = u_{52} + u_{23} + u_{37} + u_{76} = -u_{25} + u_{23} + u_{37} - u_{67} = (-5 + 3 + 3 - 1)\text{V} = 0\text{V}$$

对回路(③④⑦⑥③)列 KVL 方程有

$$u_e = u_{36} = u_{37} + u_{76} = u_{37} - u_{67} = 3\text{V} - 1\text{V} = 2\text{V}$$

对回路(⑤⑥⑦⑤)列 KVL 方程有

$$u_i = u_{57} = u_{56} + u_{67} = 0 + 1 = 1\text{V}$$

1-18 对上题所示电路，指定各支路电流的参考方向，然后列出所有结点处的 KCL 方程，并说明这些方程中有几个是独立的.

解 各支路电流的参考方向如上题电路图中所示. 设流出结点的电流为正，各结点的 KCL 方程分别为

结点 ① $\quad i_a + i_b + i_k = 0$

结点 ② $\quad -i_b + i_c + i_d = 0$

结点 ③ $\quad -i_d + i_e + i_g - i_k = 0$

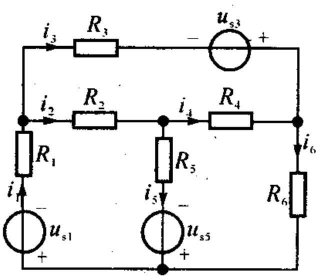
结点 ⑤ $\quad -i_a - i_c + i_f + i_i = 0$

结点 ⑥ $\quad -i_e - i_f + i_j = 0$

结点 ⑦ $\quad -i_i - i_j - i_g = 0$

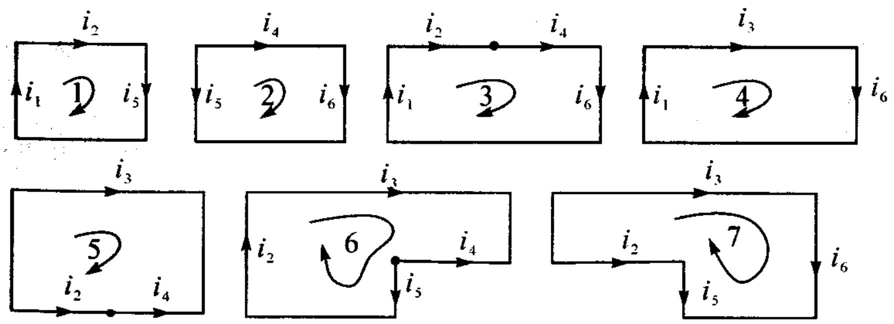
把以上 6 个方程相加，得到 $0 = 0$ 的结果，说明这 6 个方程不是相互独立的，但是其中任意 5 个方程是相互独立的.

1-19 电路如图所示，按指定的电流参考方向列出所有可能的回路的 KVL 方程. 这些方程都独立吗？



题 1-19 图

解 图所示电路共有 7 个回路，取每个回路的方向为顺时针绕向，则 7 个回路的示意图如下图所示.



对上面 7 个回路分别列写 KVL 方程为：

回路 1： $R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_5 i_5 = -u_{s_1} + u_{s_5}$

回路 2： $R_4 i_4 - R_5 i_5 + R_6 i_6 = -u_{s_5}$

回路 3：　$R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_4 i_4 + R_6 i_6 = -u_{s_1}$

回路 4：　$R_1 i_1 + R_3 i_3 + R_6 i_6 = u_{s_3}$

回路 5：　$-R_2 i_2 + R_3 i_3 - R_4 i_4 = u_{s_3}$

回路 6：　$R_1 i_1 + R_3 i_3 - R_4 i_4 + R_5 i_5 = -u_{s_1} + u_{s_3} + u_{s_5}$

回路 7：　$-R_2 i_2 + R_3 i_3 - R_5 i_5 + R_6 i_6 = u_{s_3} - u_{s_5}$

从以上方程中不难找到有如下关系存在，即：

回路 1 + 回路 2 = 回路 3

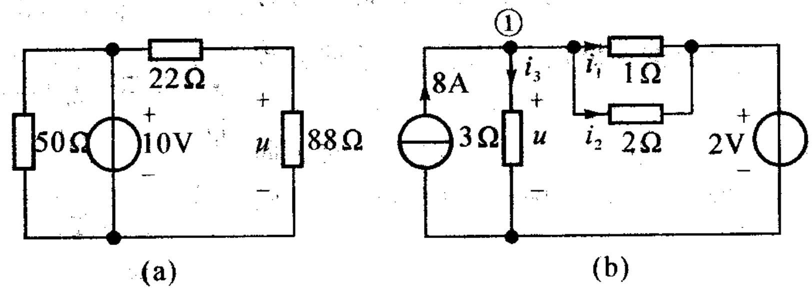
回路 1 + 回路 5 = 回路 6

回路 2 + 回路 5 = 回路 7

回路 1 + 回路 2 + 回路 5 = 回路 4

由此说明回路 1，2，5 可以推得回路 3，4，6，7 方程. 同样从回路 4，5，6 可以推导出回路 1，2，3，7 方程等. 这说明本题中 7 个回路的 KVL 方程不是相互独立的，独立的方程个数只有三个.

1-20 利用 KCL 和 KVL 求解图示电路中的电压 u.



题 1-20 图

解　提示　列 KVL 方程时，应尽量选取没有电流源的回路，因为电流源两端的电压是未知量.

在图(a)中，22Ω 电阻和 88Ω 电阻串联后，承受 10V 电压源电压，则 88Ω 电阻上的电压 u 为

$$u = \frac{88}{22+88} \times 10 = 8(\text{V})$$

在图(b)中，对结点 ① 列写 KCL 方程为

$$i_1 + i_2 + i_3 = 8(\text{A}) \tag{1}$$

对 1Ω 和 2Ω 电阻组成回路，按顺时针绕向列写 KVL 方程有：

$$i_1 - 2i_2 = 0 \qquad (2)$$

对 1Ω、3Ω 和 2V 电压源组成回路，按顺时针绕向列写 KVL 方程有

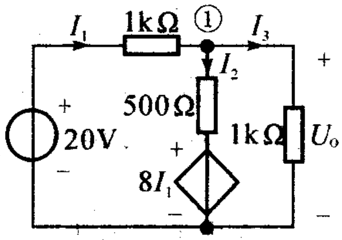
$$i_1 - 3i_3 = -2 \qquad (3)$$

联立求解方程(1)，(2)，(3)，可得

$$i_3 = 2\text{A}$$

故 $$u = 3i_3 = 6\text{V}$$

1-21 试求图示电路中控制量 I_1 及 U_o。



题 1-21 图

解 提示 对独立结点和独立回路分别列写 KCL 方程和 KVL 方程。

对结点 ① 和两个网孔分别列写 KCL 和 KVL 方程，有

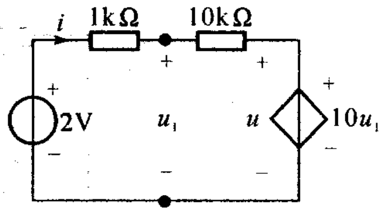
$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ 1000I_1 + 500I_2 + 8I_1 = 20 \\ 1000I_3 - 500I_2 - 8I_1 = 0 \end{cases}$$

联立求解上述三个方程，得

$$I_1 = 14.94\text{mA}, \qquad I_3 = 5.06\text{mA}$$

所以 $$U_o = 1000I_3 = 5.06\text{V}$$

1-22 试求图示电路中控制量 u_1 及 u。



题 1-22 图

解 对单回路，按顺时针绕向，列写 KVL 方程，有

$$1000i + 10 \times 10^3 i + 10u_1 = 2 \qquad (1)$$

而 $$u_1 = 10 \times 10^3 i + 10u_1 \qquad (2)$$

由方程(2)得：$i = \dfrac{-9u_1}{10^4}$ 代入方程(1)中，有

$$11 \times 10^3 \times \frac{-9u_1}{10^4} + 10u_1 = 2\text{V}$$

$$u_1 = \frac{2}{0.1}\text{V} = 20\text{V}$$

$$u = 10u_1 = 200\text{V}$$