

第1章 基本概念

1.1 知识要点总结

一、电路分析中的基本物理量

1. 电流及参考方向：通常把单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流，其数学表达式为：

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

电流的实际方向规定为正电荷运动方向，而参考方向是任意假设的，若电流的参考方向与实际方向一致，则 $i > 0$ 电流为正值；若电流的参考方向与实际方向相反，则 $i < 0$ 电流为负值。

2. 电压及参考方向：电路中 a、b 两点间的电压在数值上等于电场力把单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功，其数学表达式为：

$$u_{ab} = \frac{dw}{dq}$$

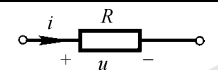
电压的实际方向(也称实际极性)规定为电压降方向，而参考方向(也称参考极性)是任意假设的，如果电压的实际极性与参考极性一致，则 $u > 0$ 电压为正值，若电压的实际极性与参考极性相反，则 $u < 0$ ，电压为负值。

关联参考方向：电流的参考方向与电压的参考极性一致。

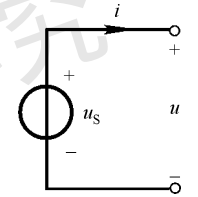
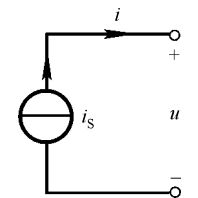
3. 功率：单位时间内吸收(或产生)的电能量，其数学表达式为： $p = \frac{dw}{dt}$ ，另外功率还等于电压与电流的乘积，如果 u 与 i 为关联

参考方向，则 $p = ui$ ；如果 u 与 i 为非关联参考方向，则 $p = -ui$ 。计算功率所得结果中，若 $p > 0$ 则表明该段电路吸收(消耗)功率；若 $p < 0$ 则表明该段电路提供(产生)功率。

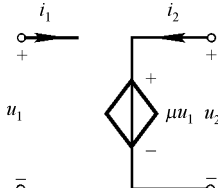
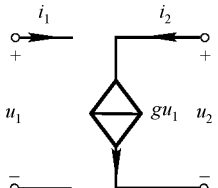
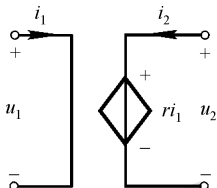
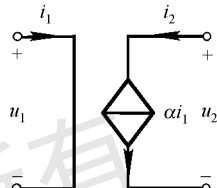
二、线性电阻元件

元件符号	电路符号	VAR	功率	物理特性
R		$u = Ri$	$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R}$	消耗电能

三、理想电压源、电流源及特性

元件符号	电路符号	VAR	特性
u_S		$u = u_S$	<ol style="list-style-type: none"> 理想电压源的电压由它本身确定，而流过它的电流则由与之连接的外电路决定 当 $u = U_S$ (常数) 时，称为直流电压源；当 $u_S = 0$ 时，电压源支路相当于短路
i_S		$i = i_S$	<ol style="list-style-type: none"> 理想电流源的电流由它本身确定，而它两端的电压则由与之连接的外电路决定 当 $i = I_S$ (常数) 时，称为直流电流源；当 $i_S = 0$ 时，电流源支路相当于开路

四、线性受控源

代号	VCCS	VCCS	CCVS	CCCS
名称	电压控制电压源	电压控制电流源	电流控制电压源	电流控制电流源
符号				
控制量	u_1	u_1	i_1	i_1
被控量	u_2	i_2	u_2	i_2
VAR	$u_2 = \mu u_1$	$i_2 = g u_1$	$u_2 = r i_1$	$i_2 = \alpha i_1$

五、基尔霍夫定律

名称	基尔霍夫电流定律	基尔霍夫电压定律
简称	KCL	KVL
公式	$\sum i = 0$ 或 $\sum i_{\lambda} = \sum i_{\text{出}}$	$\sum u = 0$
说明	可用于一个节点，也可用于一个闭合面	可应用于闭合回路，也可以推广应用于回路的部分电路中

1.2 填空题和选择题

1.2.1 填空题

- 理想电压源的电流由_____决定。
- 如图 1.2.1 所示, 若已知通过元件的电荷为 $q(t) = 4 \sin(3t) \text{ C}$, 求 $t > 0$ 时, 电流 $i(t) = \underline{\hspace{2cm}}$ A。
- 一段电路的端电压为 u , 端电流为 i , 在关联参考方向下, 当 $p = ui > 0$ 时, 该段电路_____功率。(吸收、产生)
- 已知电路元件的参考方向和伏安特性如图 1.2.2 所示, 则元件的电阻为_____ Ω 。



图 1.2.1

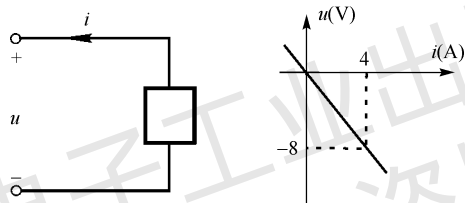


图 1.2.2

- 图 1.2.3 所示电压源的提供功率 $P = \underline{\hspace{2cm}}$ W。
- 图 1.2.4 所示电路中, $i = \underline{\hspace{2cm}}$ A, 若用导线将 a、b 短路, 则电流 $i = \underline{\hspace{2cm}}$ A。

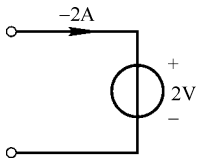


图 1.2.3

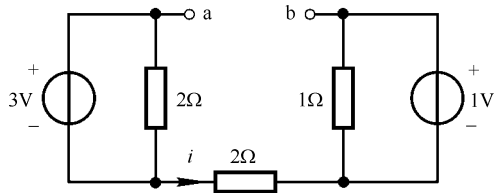


图 1.2.4

- 图 1.2.5 所示电路中的电流 $i = \underline{\hspace{2cm}}$ A, 电压 $u = \underline{\hspace{2cm}}$ V。

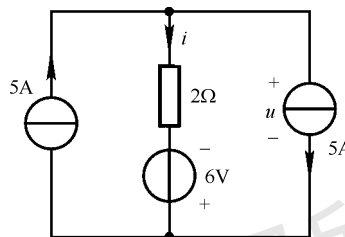


图 1.2.5

- 图 1.2.6 所示电路中的电流 $i = \underline{\hspace{2cm}}$ A。

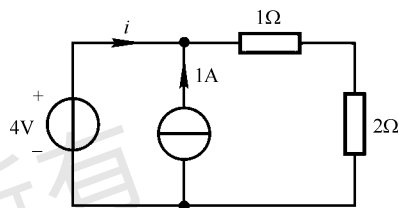


图 1.2.6

- 电路如图 1.2.7 所示, 求电流源产生的功率 $P = \underline{\hspace{2cm}}$ W。

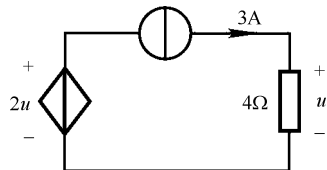


图 1.2.7

- 受控源的分类_____、_____、_____、_____。

1.2.2 选择题

- 电压是_____。
 - 两点之间的物理量, 且与零点选择有关
 - 两点之间的物理量, 与路径选择有关
 - 两点之间的物理量, 与零点选择和路径选择都无关
 - 以上说法都不对
- 流过一个理想独立电压源的电流_____。

- A. 可以任意值, 仅取决于外电路, 与电压源无关
- B. 可以任意值, 仅取决于电压源, 与外电路无关
- C. 必定大于零, 取决于外电路与电压源本身
- D. 可以任意值

3. 图 1.2.8 所示电路中, 当 R 增大时, 流过 R_L 的电流将_____。

- A. 减少
- B. 增大
- C. 不变
- D. 不确定

4. 图 1.2.9 所示电路中, 电压源产生的功率为_____ W。

- A. 15
- B. -15
- C. 5
- D. -5

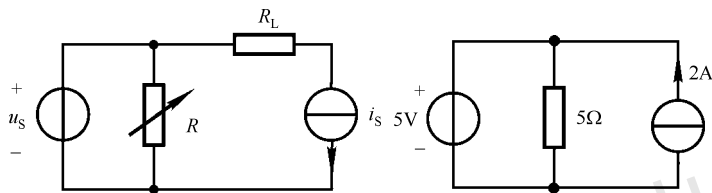


图 1.2.8

图 1.2.9

5. 基尔霍夫定律与_____。

- A. 电网络结构有关, 与元件性质无关
- B. 电网络结构无关, 与元件特性有关
- C. 仅适用于线性电路中
- D. 在特定条件下才能使用

1.3 习题 1

1. 若流入某元件正端的电流 $i(t) = 2e^{-3t}$ mA，求 $0 < t < 4$ s 期间流入该元件的总电荷量。

解：

2. 试计算一台平均功率为 5kW 的空调在 2 小时内消耗多少电能。

解：

3. 图 1.3.1 所示为某电子元件两端的电压和流过的电流波形，求该元件在 $0 < t < 4$ s 期间吸收的总能量。

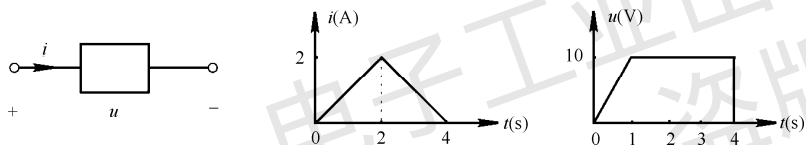


图 1.3.1

解：

4. 求图 1.3.2 中各元件的功率。

- (1) 求元件 1 吸收的功率 P_1 ；
- (2) 求元件 2 吸收的功率 P_2 ；
- (3) 求元件 3 产生的功率 P_3 ；
- (4) 求元件 4 产生的功率 P_4 。

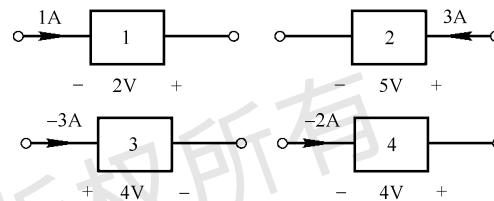


图 1.3.2

解：

5. 各元件的电压、电流参考方向如图 1.3.3 所示。

- (1) 若元件1吸收功率为10W，求 U_1 ；
- (2) 若元件2吸收功率为-10W，求 I_2 ；
- (3) 若元件3产生功率为10W，求 I_3 ；
- (4) 若元件4产生功率为20W，求 U_4 。

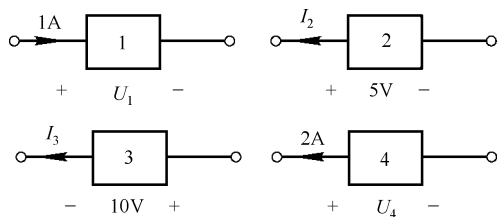
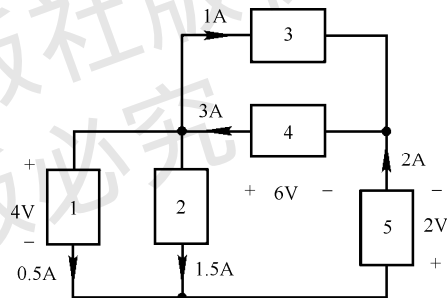


图 1.3.3

解：

(2) 若按0.6元/kW·h计算，求该灯不间断地亮一年所需的电费。

7. 求解电路后，验证结果是否正确的方法之一是核对电路中所有元件的功率是否平衡，即一部分电路元件提供的总功率等于另一部分电路元件吸收的总功率。试校验图 1.3.4 所示电路的解答是否正确。



解：

图 1.3.4

6. 一个30W的白炽灯接于220V的电源上，一直在楼梯暗处点亮着，求：

- (1) 流过灯泡的电流；

8. 求解图 1.3.5 所示电路中的 U 、 I 及电压源和电流源的功率。

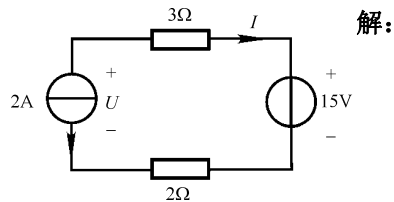


图 1.3.5

10. 求图 1.3.7 所示电路中的电流 I_1 、 I_2 及各电源提供的功率。

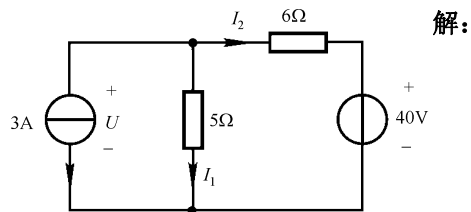


图 1.3.7

9. 求图 1.3.6 所示电路中的 U_S 、 I 和 R 。

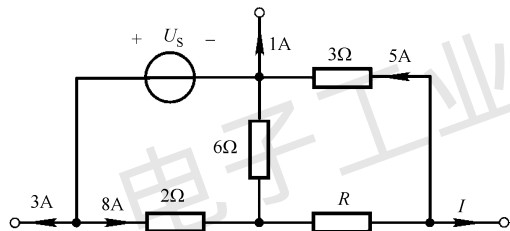


图 1.3.6

解:

11. 在图 1.3.8 所示电路中, 求出 I_S 与 U 的值。

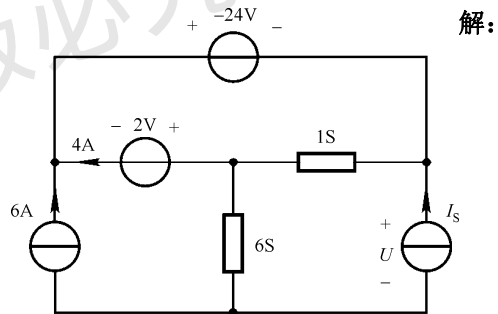


图 1.3.8

12. 求图 1.3.9 所示电路中 a 点电位及 b 点电位。

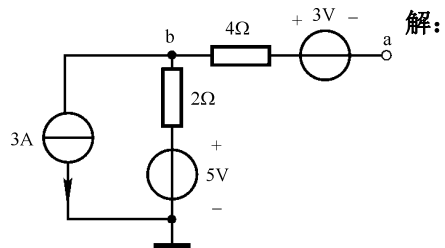


图 1.3.9

13. 图 1.3.10 所示电路中，若 $I = 0A$ ，求 R 的值。

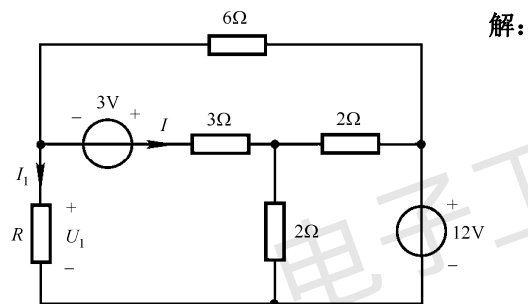


图 1.3.10

14. 电路如图 1.3.11 所示，求受控源的功率。

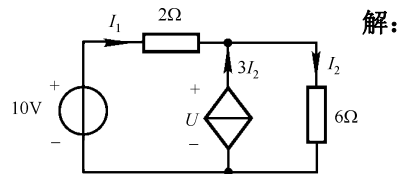


图 1.3.11

15. 求图 1.3.12 所示电路中的电流 I 。

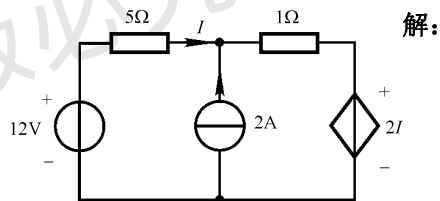


图 1.3.12