



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

电路分析基础

第四版

全程导学及习题全解

上册

主编 庄海涵 主审 孙 琦

- ◆知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆习题详解 精确解答教材习题
- ◆提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

TN7
6=4A



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOLJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

TN7/6=4A

:1

2007

电路分析基础

第四版

全程导学及习题全解

上册

主编 庄海涵 主审 孙 琦

- ◆ 知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆ 习题详解 精确解答教材习题
- ◆ 提高练  更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础全程导学及习题全解. 上册 / 庄海涵主编.

—北京: 中国时代经济出版社, 2007.9

(21 世纪高等院校经典教材同步辅导)

ISBN 978-7-80221-383-8

I. 电... II. 庄... III. 电路分析—高等学校—教学参考资料

IV. TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 104187 号

电
路
分
析
基
础
全
程
导
学
及
习
题
全
解
(上
册)

庄
海
涵
主
编

出版者	中国时代经济出版社
地 址	北京东城区东四十条 24 号 青蓝大厦 11 层东办公区
邮 编	100007
电 话	(010)68320825 (发行部) (010)88361317 (邮购)
传 真	(010)68320634
发 行	各地新华书店
印 刷	北京鑫海达印刷有限公司
开 本	787 × 1092 1/16
版 次	2007 年 9 月第 1 版
印 次	2007 年 9 月第 1 次印刷
印 张	11.75
字 数	200 千字
印 数	1~5000 册
定 价	14.50 元
书 号	ISBN 978-7-80221-383-8

版权所有 侵权必究

前 言

本书是与李瀚荪先生的《电路分析基础》(第四版)教材配套编写的学习辅导用书。全书严格遵照教材内容进行编写,每章分为四部分内容:本章知识要点、思考题解答、练习题解答及习题全解。内容涵盖了原教材中全部的573道习题,并给出了详细的解题过程。可作为电路课程学习过程中的参考书,也可作为考研专业课复习的参考资料。本章知识要点将各章的基本概念做出总结与汇总,使各章基本概念的架构、内容清晰化。思考题解答与练习题解答是在原教材没有标准答案或答案不全的基础上做出的,可在初学时随课上内容作同步练习。虽然简单,但对基本概念的理解与消化有很大帮助。习题全解部分给出了教材全部习题的详细解题过程。其中不乏一些难度较大的习题,在一些具有代表性的习题解答完毕之后,做出相应的注解。注解中解释了解题的核心思想,所涉及的基本概念,或者此题在实际工程中的应用背景。注解是本书习题集的一大特色,对理解习题背后所蕴含的基本概念的理解有很大帮助,建议读者仔细阅读。

对于电路这门课程来说,是属于利用数学工具解释物理现象的学科,并且具有很强的应用背景,是今后学习“模拟电子技术”、“数字电子技术”等课程必不可少的基础课程。其核心是对电学物理现象的理解与运用,如果能够掌握抽象数学背后所要表达的真正物理现象,就能够熟练掌握这门课程的核心。在一些有较抽象概念的章节,比如第七、八两章讨论频率响应时所用的相量空间的方法,第六章所讨论的电路动态相应问题。由于问题本身的抽象性,发展出许多现成的可套用的方法,如果不理解问题本身所描述的物理现象而只是生搬硬套这些方法,就不可避免的出现许多错误。笔者认为只有在真正的理解基本物理概念后才能正确、熟练运用这些简化方法。并且建议在初学或复习时应从最基本的概念入手,建立电路的原始模型后进行求解。

本书由庄海涵编写。全书由孙琦老师主审。此书的出版要特别感谢王天磊、侯钢、郭一凡、胡涛等给予的大力支持和帮助。本书在编写过程中得到中国时代经济出版社的领导和有关编辑的帮助、支持,在此表示衷心的感谢!对《电路分析基础》教材作者李瀚荪老师,表示衷心的感谢!

在本书编写过程中,参考了近年来国内外相关的教材和参考书,吸收了很多有益的经验,受到了不少启示,对为本书编写和出版给予帮助和支持的人士,在此表示衷心的感谢!

由于时间仓促,编者的水平有限,书中的错误和不妥之处在所难免,敬请读者不吝指正。

编 者

2007年8月

目 录

第一章 集总参数电路中电压、电流的约束关系	(1)
本章知识要点	(1)
思考题解答	(4)
练习题解答	(8)
习题全解	(17)
第二章 网孔分析和节点分析	(38)
本章知识要点	(38)
思考题解答	(39)
练习题解答	(40)
习题全解	(43)
第三章 叠加方法与网络函数	(61)
本章知识要点	(61)
思考题解答	(62)
练习题解答	(63)
习题全解	(66)
第四章 分解方法及单口网络	(82)
本章知识要点	(82)
思考题解答	(85)
练习题解答	(87)
习题全解	(95)
第五章 电容元件与电感元件	(118)
本章知识要点	(118)
思考题解答	(120)

练习题解答	(122)
习题全解	(124)
第六章 一阶电路	(132)
本章知识要点	(132)
思考题解答	(135)
练习题解答	(138)
习题全解	(144)
第七章 二阶电路	(173)
本章知识要点	(173)
思考题解答	(174)
练习题解答	(175)
习题全解	(177)

第一章 集总参数电路中电压、电流的约束关系

本章知识要点

一、电路及集总电路模型

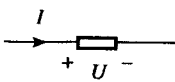
称为“集总电路”的先决条件是电路尺寸远小于使用时最高工作频率所对应的波长,从而对每一个单一的电磁现象抽象出一个“集总元件”,如电阻、电感、电容,并用数学方法加以定义。由集总元件组成的电路称为集总电路。

二、电路变量 电流、电压及功率

每单位时间内通过导体截面积的电荷叫做电流 $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ 。电压,也称电位差。表明 a、b 两点间单位正电荷从 a 点转移到 b 点时所获得或失去的能量 $u = \frac{dw}{dq}$ 。

为了解决判断真实电流方向和电压极性的困难,引入电流参考方向和电压参考极性的概念。从而使电路计算成为可能,电流参考方向用“→”表示,电压参考方向用“+”、“-”表示。当计算结果为正时表示真实方向(极性)同参考方向相同,否则相反。

关联参考方向是指如图方向定义,电流从电压参考方向正极流入,负极流出,从而只须标明两参考方向的任意一个即可,这种定义是从元器件特性出发,根据人们的习惯以及为了简化定义而决定的。



元件吸收能量的速率由功率 p 表示为 $p(t) = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u(t)i(t)$,此公式为电压电流取关联参考方向时的计算公式。

对于功率也可事先定义其参考方向,吸收或提供。若电压参考极性、电流参考方向、功率参考方向已定义,则功率所应采用的公式如表 1-1。

表 1-1 计算功率所应采用的公式

电压 电流	功 率	吸收	提供
	关联参考方向	$p = ui$	$p = -ui$
	非关联参考方向	$p = -ui$	$p = ui$

则当计算结果取正时,说明实际功率方向与功率参考方向相同,反之相反。

三、基尔霍夫定律

1. 电荷守恒:电荷即不能被创造也不能被消灭,由此可得出 KCL。KCL:对于集总电路中的某个节点,在任意时刻,流入电荷数等于流出电荷数,即 $\frac{dq}{dt}=0$,从而 $\sum_{k=1}^K i_k(t) = 0$ 。

运用 KCL 分析电路时须要注意:

(1) 节点可不局限于某一个“点”,可以是任意闭合曲面(线)所包围的电路,即流入(流出)闭合曲面(线)的电流和为 0。

(2) 对于连入节点的每一支路,必须指定其电流参考方向,并且在逻辑上,流入节点时取负,流出取正。当然在公式中也可以流入为正,流出为负,并不影响结果。

2. 能量守恒:对于集总电路总体来说,任意时刻能量即不能被创造也不能被消灭,只能从一个元件传递到另一个元件上去,即 $\frac{dw}{dt}=0$ 。由此定律出发,建立整个集总电路的能量方程,可得出 KVL。KVL:对于任意集总电路中任一回路,在任意时刻,沿回路的所有支路电压降的代数和为 0,即 $\sum_{k=1}^K u_k(t) = 0$ 。

应用 KVL 分析电路时应注意:

(1) KVL 适用于任意的假想回路。

(2) 在应用 KVL 前,必须指定各支路的电压参考极性,以及回路绕行方向。当极性与绕行方向关联时取正号,反之取负号。当然也可规定非关联时取正号,关联时取负号,并不影响计算结果。

KCL 和 KVL 是分析电路的两条最基本的定律,也是整个电路分析理论的基础定律,今后此两条定律会贯穿全书的各个章节,所以理解和掌握,以及熟练运用 KCL 和 KVL 就显得尤其重要。

四、电阻元件

1. VCR(voltage current relation):集总元件的两端电压与输入电流之间的关系,称作 VCR。

2. 一般电阻的定义: $R = \frac{u(t)}{i(t)}$ 或 $G = \frac{i(t)}{u(t)}$, R 、 G 为常数。称 R 为元件的电阻值, G 为元件的电导值(conductance),有时也称此种电阻为线性电阻(linear resistor)。

广义电阻的定义:若某个两端元件在任意时刻满足代数关系: $f(u, i) = 0$, 则此两端元件为电阻元件。

对于线性电阻有 $f(u, i) = u - iR = 0$ 或 $f(u, i) = Gu - i = 0$ 。

3. 电阻分类:线性、非线性(nonlinear)、时不变(time-invariant)、时变(time-variant)、双向性(bilateral)、单向性(unilateral)、无源性(passitive)、有源性(active)。

VCR 不随时间而改变称为时不变电阻,反之为时变。

VCR 关于原点对称时称为双向性电阻,反之称为非双向性电阻。当反相偏置电阻为无穷大时称为单向性电阻,如理想二极管。

VCR 位于一三象限(在关联参考方向下)为无源电阻,其吸收功率 $w(t) = \int_{-\infty}^t u(\tau) i(\tau) d\tau \geq 0$, 反之为有源电阻,也称其为负电阻。

对于实际的电阻器件由于其 VCR 并不是一尘不变的,而随时间、温度的变化而变化,而且当其通过的电流过大时,VCR 也会发生弯曲。所以严格说来,实际的电阻器件应属于时变非线性电阻,但其特性误差在额定使用范围内是可以接受的,所以可以抽象为线性时不变电阻器件。

五、电压源和电流源

1. 电压源:VCR 为平行于 i 轴且纵坐标为 u_s 的一条直线。

电压源特性:端电压是常数 U_s 或只与时间有关的函数 $u_s(t)$ (如信号发生器),与流过它的电流无关,通过它的电流是任意的。VCR 位于一二象限,可以提供能量,也可以吸收能量。

2. 电流源:VCR 是平行于 u 轴且横坐标为 i_s 的直线。

电流源特性:通过它的电流为一常数 I_s ,或为只与时间 t 有关的函数 $i_s(t)$,与其两端电压大小无关,其两端电压大小只与外接电路有关。VCR 处于一四象限,所以即可提供能量,也可吸收能量,属于有源器件。

六、受控源

受控源分为,电压控制电压源(VCVS),电压控制电流源(VCCS),电流控制电压源(CCVS),电流控制电流源(CCCS)。它是从实际元器件中抽象出来的一种理想模型,在电路中用棱形表示,旁边注明受控系数和控制量。其特点有:

(1) 受控源的输出量与控制量呈线性关系,但不影响控制量大小。

(2) 受控源在具体实现时往往须借助运算放大器等有源器件,所以受控源同样是有源器件,其提供的功率来自外电路。

七、分压公式和分流公式

由于这两种电路是电阻网络中最常见,也是最基本的网络形式,所以这两个公式被单独提出。

$$1. \text{ 串联电阻的分压 } u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u \quad u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u$$

$$2. \text{ 并联电阻的分流 } i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i \quad i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i$$

八、两类约束 KCL 和 KVL 方程的独立性

1. KCL、KVL 和元件 VCR 是对电路中各电压变量、电流变量施加的全部约束。与一个节点相连的各支路,其电流必须受 KCL 约束,与一个回路相连的各支路,其电压必须受到 KVL 的约束。这种只取决于互连形式的约束,称为拓扑约束(topological constraints)。

2. (1) 若电路中有 n 个节点,则独立的 KCL 数为 $n-1$ 个,且为任意的 $n-1$ 个。

(2) 若电路中有 b 个支路,则一般产生 $n-(b-1)$ 个网孔拓扑结构,且 $b-(n-1)$ 个 KVL 相互独立。

(3) b 条支路,就有 $2b$ 个独立电压、电流变量。 b 个 VCR, $n-1$ 个 KCL, $b-(n-1)$ 个 KVL, 相互独立。共有 $b+n-1+b-(n-1)=2b$ 个独立方程,所以可解出所有 $2b$ 个独立变量。

九、支路分析

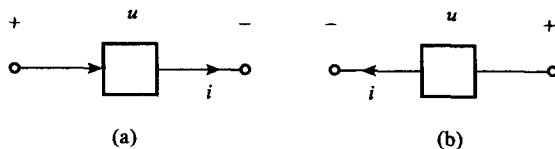
一般的电路分析方法如上节分析,就是在定义了电流参考方向电压参考极性后列写所有独立的 KCL 和 KVL,以及 VCR,解出所有的电路和变量。但在实际计算中,VCR 往往非常简单,

而且要求求解的变量仅限于某个电压值,或某个电流值,所以可以先将 VCR 与 KVL 相结合,再与 KCL 联立,解出电流值,称之为支路电流法。或先将 VCR 与 KCL 结合,再与 KVL 联立,解出各节点的电压,称为节点电压法。

思考题解答

1-1 试结合教材例 1-1,运用参考方向的概念为使用教材(1-2)式建立符号规则。

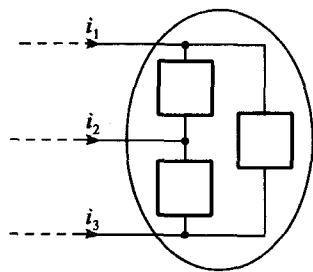
【解答】 对于参考方向的定义包括两个方面:电压极性和电流方向。电流方向也就是 $+q$ 的流动方向,但若若要利用教材(1-2)式,两个方向就必须对应起来,即为当定义电流从一端向另一端流动为正时,由于是放出能量, w 为正。所以电流必应从高电位处流向低电位处,从而可知根据 w 使得电流方向与电压极性关联起来。在放能时 w 为正的前题下,可以定义两种参考方向,如答 1-1 图所示。



答 1-1 图

1-2 思考题 1-2 中所示虚线为电路中包围若干元件的封闭面,与外界有三条支路相连,其支路电流为 i_1 、 i_2 和 i_3 ,如图中所示,它们是线性相关的吗?其约束关系如何?

【解答】 所学的 KCL 定律是源自于电荷守恒定律,即电荷在一个节点即不能被产生也不能被消灭,而节点不能积累电荷,从而流入节点电荷等于流出节点电荷。据此可以断定当一个封闭曲面内的“空间”不能积累电荷时,流入此曲面的各电流之和必然等于流出此曲面的电流。而在实际器件中绝大多数元器件都满足不累积电荷的条件,如电容、电感、电阻。所以在只有电阻、电感、电容和一般电压源、电流源的电路中,图中的三电流是线性相关的 $i_1 + i_2 + i_3 = 0$ 虚线所围部分可看作是“广义节点”。



思考题 1-2 图 电路中的一个封闭面

1-3 判断下列说法是否正确:

(1) 在节点处各支路电流的方向不能均设为流向节点,否则将只有流入节点的电流而无流出节点的电流(结合思考题 1-2)。

(2) 利用节点 KCL 方程求解某一支路电流时,若改变接在同一节点所有其他已知支路电流的参考方向,将使求得的结果有符号的差别。

(3) 从物理意义上来说,KCL 应对电流的实际方向说才是正确的,但对电流的参考方向来说也必然是正确的。

【解答】 (1) 这种说法是错误的。电流方向的定义只是为方便计算而定义的“任意假想”方

向,实际电流与参考电流方向一致时,取“+”号,反之取“负”号。所以可建立 $\sum i=0$ 的方程,最后根据解的正负号及参考方向来判定是流入节点还是流出节点。

(2) 这种说法是错误的。参考方向的定义仅仅影响本支路求解结果的符号,这是因为无论方向如何定义,实际方向是不变的。

(3) 这种说法有偏颇。KCL定理是一种物理现象的抽象,电流有了参考方向就可以用数学的语言来描述这个定理,一个是内容,一个是表述手段,不存在说法对错的问题。

1-4 接续教材例1-4,试分别在下列各情况下,重新求解 u_5 :

- (1) 另设 u_5 的参考极性;
- (2) 沿逆时针方向列写KVL方程;
- (3) 改变所有已知电压的参考极性。

【解答】 (1) 由于改变参考极性只是改变了参考极性和真实极性的正反关系,所以 $u_5=5$ V,表明真实极性是左负右正的。

(2) 从a点出发,看电压降。

$$u_6 + u_5 - u_1 - u_3 - u_2 + u_1 = 0$$

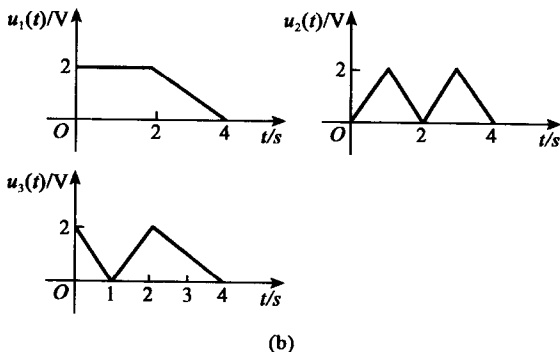
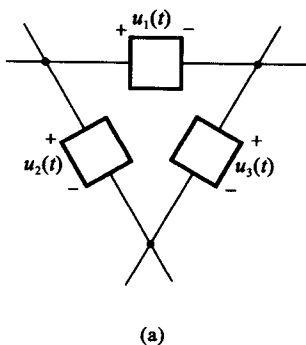
(3) 改变所有电压参考极性,从a点出发顺时针看电压降,列KVL方程。

$$u_6 + u_5 - u_1 - u_3 - u_2 + u_1 = 0$$

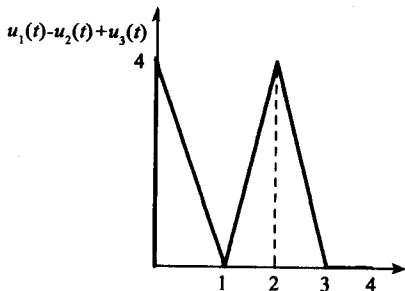
$$u_5 = -u_1 + u_2 + u_3 + u_4 - u_6$$

已知电压为实际电压,所以当参考极性变时,所有已知电压反号可得 $u_5=5$ V。

1-5 思考题1-5图(a)所示电路中, $u_1(t)$ 、 $u_2(t)$ 、 $u_3(t)$ 的波形是否可能如思考题1-5图(b)所示?为什么?



思考题1-5图



答1-5图

【解答】 根据KVL定律

$$u_1(t) - u_2(t) + u_3(t) = 0, \text{任意时刻 } t$$

将三者波形代入上面式子左侧可得波形如答1-5图所示,所以不满足KVL关系。

从而不可能是如思考题1-5图(b)波形所示。

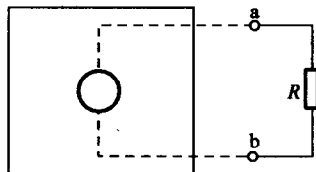
1-6 $R=0$ 时伏安特性曲线是怎样的?(该曲线称为

“短路特性”。) $R=\infty$ 时又如何? (该曲线称为“开路特性”)

【解答】 $R=0$ 时的伏安特性曲线就是电流轴, 此时两端电压永远为 0, 而电流可以为任意值。

$R=\infty$ 时, VCR 为电压轴, 此时电压可以为任意值, 但电流永远为 0。

1-7 思考题 1-7 图所示方框内为一电源元件, 当 $R=1\ \Omega$ 时, $u_{ab}=7\text{ V}$ 。(1) 若电源元件为电流源, 问当 $R=2\ \Omega$ 及 $R=1/2\ \Omega$ 时, u_{ab} 各为多少? (2) 若为电压源, 问当 $R=2\ \Omega$ 及 $R=1/2\ \Omega$ 时, u_{ab} 又各为多少?



思考题 1-7 图

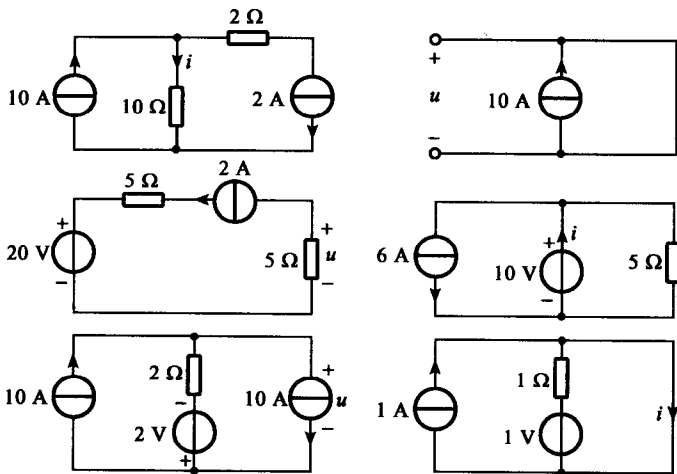
【解答】 (1) 若为电流源, 则 $i_s = \frac{u_{ab}}{R} = \frac{7}{1} = 7\text{ A}$ 。

当 $R=2\ \Omega$ 时, $u_{ab} = i_s \cdot R = 2 \times 7 = 14\text{ V}$ 。

当 $R=\frac{1}{2}\ \Omega$ 时, $u_{ab} = i_s \cdot R = \frac{1}{2} \times 7 = 3.5\text{ V}$ 。

(2) 若为电压源 $u_s = u_{ab} = 7\text{ V}$ 电压源两端电压不会变化, 所以电阻变化时 $u_{ab} \equiv u_s = 7\text{ V}$ 。

1-8 试回答思考题 1-8 图所示各电路中的 u 及 i 为多少?



思考题 1-8 图

【解答】 图 1 中, 根据 KCL, $i = 10 - 2 = 8\text{ A}$

图 2 中, 由于导线短路, $u = 0\text{ V}$

图 3 中, $u = -i_s \times 5 = -10\text{ V}$

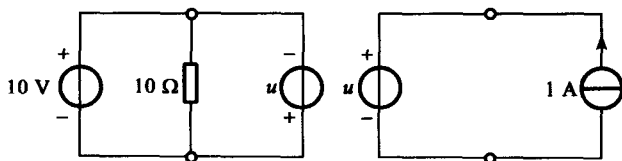
图 4 中, $i = 6 + \frac{10}{5} = 8\text{ A}$

图 5 中, 由于两个电流源存在, 使中间回路电流为 0, 所以电阻两端电压为 0, 从而 $u = u_s = -2\text{ V}$ 。

图 6 中, $1\ \Omega$ 电阻两端电压就是电压源电压, 所以 $i = 1 + \frac{1}{1} = 2\text{ A}$ 。

1-9 思考题 1-9 题图所示两电路中, 问 u 允许取何值?

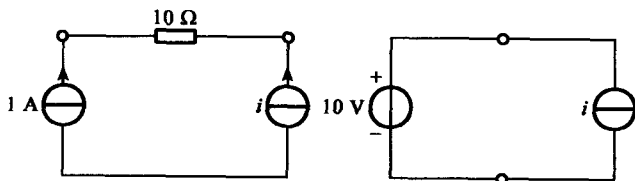
【解答】图1中, u 的取值由于是与电压源并联, 为了达到满足 KVL 定律的目的, 所以 $u = -10 \text{ V}$ 。



思考题 1-9 图

图2中, 电压源的 VCR 与电流源的 VCR 垂直, 所以无论 u 取何值都会与电流源 VCR 相交。

1-10 在思考题 1-10 图所示两电路中, 问 i 允许取何值?



思考题 1-10 图

【解答】图1中, 受 KCL 限制回路中电流值只能有一个, 所以 $i = -1 \text{ A}$ 。

图2中, i 取值任意, 分析过程同思考题 1-9 图2。

1-11 R_1 与 R_2 并联, 若总电流为 i , 则用 i 和 R_1 、 R_2 表示的分流公式是怎样的? 若与分压公式作比较, 你将得出什么规律?

【解答】根据两电阻端电压相同可得 $R_1 i_1 = R_2 i_2$ 。

而由 KCL $i_1 + i_2 = i$ 。

所以可解得

$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i \quad i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i$$

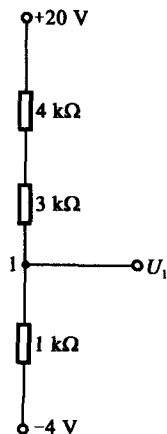
稍作变换, 分子分母同除以 $R_1 \cdot R_2$, 得

$$i_1 = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} i \quad i_2 = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} i$$

与电压分压公式比较可见, 电压是按照电阻分配的, 而电流是按照电导分配的。

1-12 思考题 1-12 图所示电路中, U_1 应为 -1 V , 如果测得电压 U_1 为 20 V , 电路出现了什么故障? 如果测得的 U_1 为 6 V , 又是什么故障?

【解答】 U_1 为 20 V , 说明上面电阻中没有电流则 1 点与 20 V 电压源短路, 或下方 $1 \text{ k}\Omega$ 电阻出现断路。



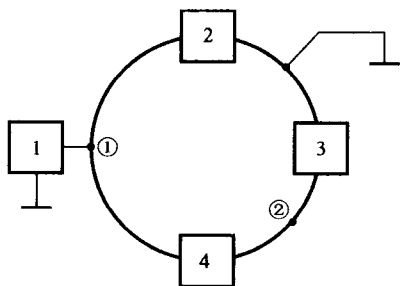
思考题 1-12 图

若 $U_1=6\text{V}$, 则支路中电流为 $i=\frac{20-6}{7}=2\text{mA}$

下端电源电压为 $U=6-2\times 1=4\text{V}$

所以出现此问题最有可能的情况是下端的电压源极性接反了。

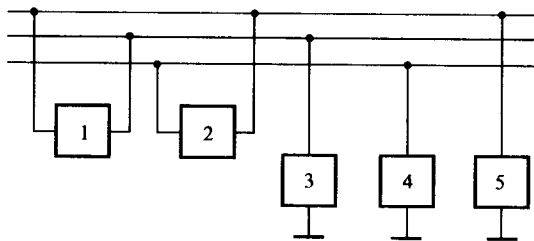
1-13 思考题 1-13 图所示电路中有几个网孔? 指出哪些元件是串联的或并联的? 若节点①与②相连接, 再回答上述问题。



思考题 1-13 图

【解答】 将两个地线用导线连接, 则可清晰看到电路有 2 个网孔。元件 1 和元件 2 的两端电压相连, 为并联; 3、4 为串联。若①②点相连, 则有三个网孔, 但由于 4 被短路, 网孔失效 (除非 4 中有电源)。此时, 1、2、3 三元件并联。

1-14 思考题 1-14 图所示电路有几个节点? 哪些元件是串联的或并联的?



思考题 1-14 图

【解答】 由于已经有地点定义, 所以有 3 个节点。1 与 3 是串联, 2 与 4 是串联, 无直接并联元件。

练习题解答

1-1 试计算练习题 1-1 图所示各元件吸收或提供的功率, 其电压、电流为:

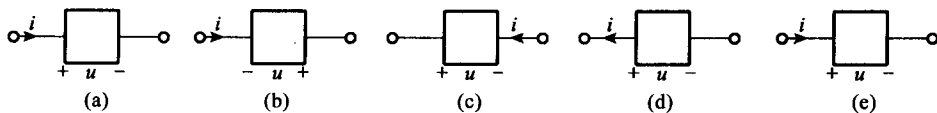
图(a): $u=-2\text{ V}$, $i=1\text{ A}$

图(b): $u=-3\text{ V}$, $i=2\text{ A}$

图(c): $u=2\text{ V}$, $i=-3\text{ A}$

图(d): $u=10\text{ V}$, $i=5e^{-2t}\text{ mA}$

图(e): $u=10\text{ V}$, $i=2\sin t\text{ mA}$



练习题 1-1 图

【解答】 图(a):参考方向关联方向,所以应按吸收功率计算。

$p = u \cdot i = -2 \cdot 1 = -2 \text{ W}$, 吸收 -2 W 功率相当于实际提供 2 W 功率。

图(b):参考方向取非关联方向,所以应按提供功率计算。

$p = u \cdot i = -3 \cdot 2 = -6 \text{ W}$, 提供 -6 W 功率相当于实际消耗 6 W 功率。

图(c):参考方向为非关联方向,所以应按提供功率计算。

$p = u \cdot i = 2 \cdot -3 = -6 \text{ W}$, 提供 -6 W 功率相当于实际消耗 6 W 功率。

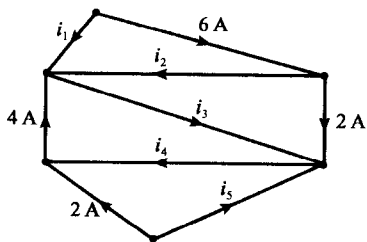
图(d):参考方向非关联,所以应按提供功率计算。

$p = 10 \times 5e^{-2t} = 50e^{-2t} \text{ W}$, 符号为正,说明提供 $50e^{-2t} \text{ W}$ 功率。

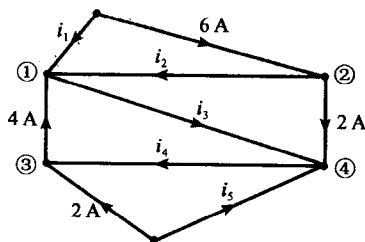
图(e):参考方向为关联参考方向,所以是吸收功率。

$p = u \cdot i = 10 \times 2 \sin t = 20 \sin t \text{ mW}$ 符号为正,说明实际吸收 $20 \sin t \text{ W}$ 功率。

1-2 电路如练习题 1-2 图所示,已知的电流已标示于图,试求 i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 和 i_5 。



练习题 1-2 图



解 1-2 图

【解答】 标出各节点号如解 1-2 图所示, i_1 与 6 A 处于同一支路。

$$i_1 = -6 \text{ A}$$

对于节点②, $i_2 + 2 = 6$ $i_2 = 4 \text{ A}$

对于节点①来说,

$$i_1 + i_2 + 4 - i_3 = 0 \quad i_3 = 4 - 6 + 4 = 2 \text{ A}$$

考查节点③,

$$i_4 + 2 = 4 \quad i_4 = 2 \text{ A}$$

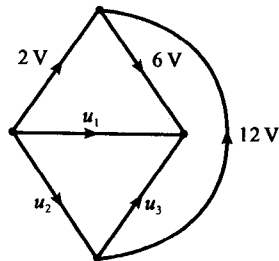
i_5 和 2 A 属同一支路,所以 $i_5 = -2 \text{ A}$ 。

1-3 电路如练习题 1-3 图所示,试求 u_1 、 u_2 、 u_3 。

【解答】 图中有三个网孔,三个回路。

对于上面的三角网孔, $2 + 6 - u_1 = 0$ $u_1 = 8 \text{ V}$ 。

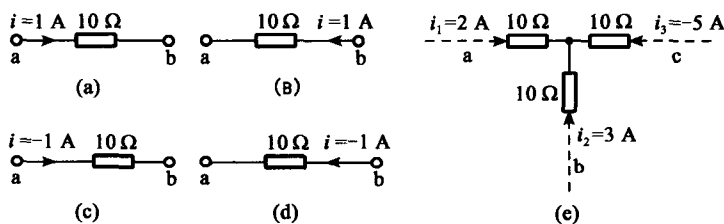
对于最右侧网孔, $u_3 - 6 - 12 = 0$ $u_3 = 18$ 。



练习题 1-3 图

对于由 u_2 、2 V、12 V 围成回路, $u_2 + 12 - 2 = 0$ $u_2 = -10$ V。

1-4 求练习题 1-4 图(a)、(b)、(c)、(d)的 u_{ab} 以及图(e)的 u_{ab} 、 u_{bc} 、 u_{ac} 。



练习题 1-4 图

【解答】 (a) u_{ab} 与 i 呈关联方向, $u_{ab} = i \cdot 10 = 10$ V。

(b) u_{ab} 与 i 非关联, $u_{ab} = -i \cdot 10 = -10$ V。

(c) u_{ab} 与 i 是关联方向, $u_{ab} = i \cdot 10 = -1 \cdot 10 = -10$ V。

(d) u_{ab} 与 i 是非关联方向, $u_{ab} = -i \cdot 10 = -10 \cdot (-1) = 10$ V。

(e) $u_{ab} = 10i_1 - 10i_2 = 2 \times 10 - 3 \times 10 = -10$ V

$$u_{bc} = i_2 \cdot 10 - i_3 \times 10 = 3 \times 10 + 5 \times 10 = 80$$
 V

$$u_{ac} = 10i_1 - 10i_3 = 20 + 50 = 70$$
 V。

1-5 一个 40 k Ω 、10 W 的电阻,使用时至多能允许多大电流流过?

【解答】 10 W 电阻的最大承受功率为 10 W,再高将会使元件发热甚至烧毁。

$$\therefore P_{\max} = I_{\max}^2 \cdot R, \quad I_{\max} = \sqrt{\frac{P_{\max}}{R}} = \sqrt{\frac{10}{40 \times 10^3}} = \frac{\sqrt{10}}{200} \text{ mA} = 15.81 \text{ mA}。$$

1-6 练习题 1-6 图所示电路中,已知 $u_{bc} = -2$

V, $u_{cd} = 4$ V, $u_{de} = -9$ V, $u_{ef} = 6$ V, $u_{af} = 10$ V。求 u_{ab} 、

u_{bc} 、 u_{ca} 、 i_1 、 i_2 、 i_3 。

【解答】 在左侧网孔根据 KVL 关系,

$$u_{ab} = u_{af} + u_{fe} + u_{eb} = 10 - 6 - (-2) = 6$$
 V

在右侧网孔,根据 KVL 关系,

$$u_{bc} = u_{se} + u_{ed} + u_{dc} = -2 - (-9) - 4 = 3$$
 V

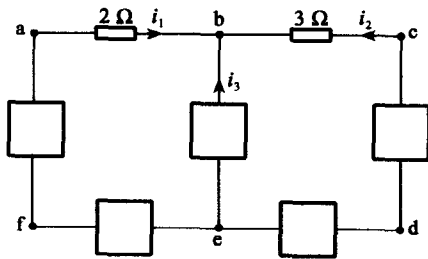
$$\therefore u_{ac} = u_{ab} + u_{bc} = 9$$
 V

$$i_1 = \frac{u_{ab}}{2 \Omega} = 3 \text{ A} \quad i_2 = \frac{u_{cb}}{3 \Omega} = -\frac{u_{bc}}{3} = -1 \text{ A}$$

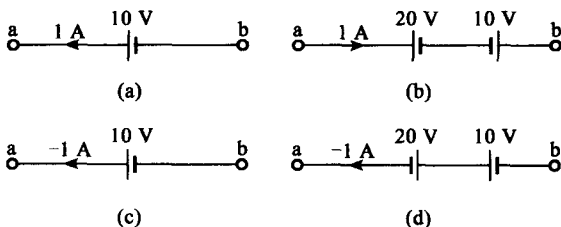
在 b 节点处,根据 KCL 关系可得

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0 \quad i_3 = -i_1 - i_2 = -2 \text{ A}。$$

1-7 求练习题 1-7 图所示各段电路的 U_{ab} 。(答案与所标电流有关吗?)



练习题 1-6 图



练习题 1-7 图

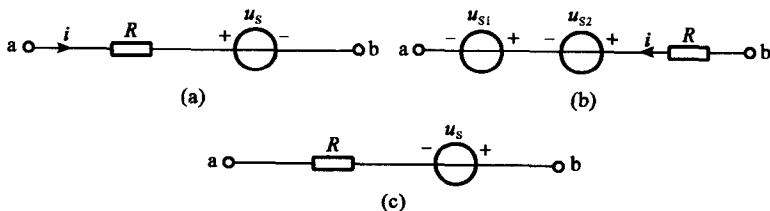
【解答】 (a) $U_{ab} = 10 \text{ V}$, 电源电压。

(b) $U_{ab} = 20 - 10 = 10 \text{ V}$ 。

(c) $U_{ab} = 10 \text{ V}$, 无电阻, 所以与电流无关。

(d) $U_{ab} = -20 + 10 = -10 \text{ V}$ 。

1-8 求练习题 1-8 图所示各段电路的 u_{ab} 或 i , 并计算各段电路功率。已知, 在图(a)中, $i = 2 \text{ A}$, $R = 2 \Omega$, $u_S = 4 \text{ V}$; 图(b)中 $i = 1 \text{ A}$, $R = 4 \Omega$, $u_{S1} = 2 \text{ V}$, $u_{S2} = -6 \text{ V}$; 图(c)中, $u_{ab} = 10 \text{ V}$, $R = 5 \Omega$, $u_S = -2 \text{ V}$ 。



练习题 1-8 图

【解答】 (a) $u_{ab} = u_S + i \cdot R = 4 + 2 \times 2 = 8 \text{ V}$

$p = i \cdot u_{ab} = 2 \times 8 = 16 \text{ W}$, 由于是关联方向, 所以 p 是吸收功率。

(b) $u_{ab} = -u_{S1} - u_{S2} - i \cdot R = -2 - (-6) - 1 \times 4 = 0 \text{ V}$

$p = u_{ab} \cdot i = 0 \text{ W}$, 由于 0 W , 所以无所谓是吸收功率还是提供。

(c) $i = \frac{u_{ab} + u_S}{R} = \frac{10 - 2}{5} = 1.6 \text{ A}$, 从 a 至 b 。

$p = i \cdot u_{ab} = 10 \cdot 1.6 = 16 \text{ W}$, 由于是关联方向, 所以是吸收功率。

1-9 若练习题 1-8 图(a)、(b)中电流为零, u_{ab} 各为多少? 若电流方向改变, 大小不变, u_{ab} 又各为多少?

【解答】 若电流为 0,

(a) $u_{ab} = u_S = 4 \text{ V}$

(b) $u_{ab} = -u_{S1} - u_{S2} = -2 - (-6) = 4 \text{ V}$

若电流大小不变方向相反, 则有

(a) $u_{ab} = u_S - iR = 4 - 2 \times 2 = 0 \text{ W}$