

电路

第四版

同步辅导及习题全解

赠

学习卡
考试宝典



华腾教育
HUA TENG EDUCATION

高等学校教材经典同步辅导丛书电学类(二)
配高教社《电路》第四版 邱关源 主编

电路

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心
丛书主编 清华大学 何联毅
本书主编 清华大学 夏应龙

中国矿业大学出版社

第四版

TM13-42
1004

出版社

高等学校教材经典同步辅导丛书

电 路

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 何联毅

本书主编 清华大学 夏应龙

中国矿业大学出版社

TM13
1004

图书在版编目(CIP)数据

电路同步辅导及习题全解/夏应龙主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2006. 8

(高等学校教材经典同步辅导丛书)

ISBN 7 - 81107 - 399 - 4

I. 电… II. 夏… III. 电路—高等学校—教学参考资料 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 086935 号

书 名 电路同步辅导及习题全解

主 编 夏应龙

责任编辑 罗 浩

出版发行 中国矿业大学出版社

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 本册印张 20.625 本册字数 450 千字

版次印次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

总 定 价 132.50 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

本套丛书四大特色

本书在编写时充分考虑到您在学习过程中的需求，史无前例地把课后习题按照难易程度分成了三个等级，分别用○代表“简单”习题，◎代表“中等难度”习题，●代表“较高难度”习题，这是目前所有辅导书都没有的创新！针对不同的等级我们给出了不同程度的讲解，对于简单习题我们提供了详尽的解题过程，对于中等难度习题我们在简单习题的基础上，添加对该题的详尽分析；对于较高难度习题，我们在中等难度解答的基础上，更是对该题进行总结，以便举一反三，使您能够掌握重点、巩固所学。

特色一



课后习题分等级，开差异化习题全解之先河。

特色二



赠送考试宝典
考试学习无忧

本书附

赠的考试宝典，它包括

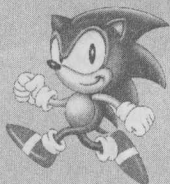
以下丰富内容：

1. 知识卡片：这部分集中了教材中的精华部分，我们精选教材的重要公式、定理、定义，把教材中的重点难点知识进行总结，使您在最短的时间掌握最多的知识；
2. 为了让大家更零距离的接触考试，我们还特意整理了名校考研真题、名校期末真题、期末模拟试题各一套让您提前预热，掌握所学；
3. 期末考试常考50道试题索引，这是我们对全国100多所知名高校期中、期末考试题的研究总结出的常考易考的经典题目，对于那些重要的题，我们在正文中将对该题用加灰底的方式特别标注出来，如○1.9。有了这些常考题型，相信大家考试时一定会胸有成竹。

本套丛书四大特色

特色三

网络学习卡
开拓学习新天地



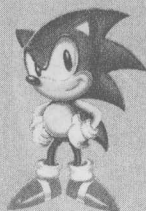
现在是网络时代，我们的服务因此也是全方位的。通过随书赠送的学习卡，只要登陆华腾教育网(www.huatengedu.com.cn)，您就可以获得在线学习、在线下载、论坛交流、信息浏览、各种课程课件下载、各种考研真题、课后习题全解下载等精彩服务内容。

本书

全部由专家执笔，编写严谨，具有较强的针对性、指导性和补充性等特点。内文结构安排合理，栏目设置系统实用，可以使您事半功倍地掌握更多知识。

特色四

内容合理
结构科学



高等学校教材

经典同步辅导丛书编委会

主任：清华大学 王 飞
副主任：清华大学 夏应龙
中国矿业大学 李瑞华

编 委(按姓氏笔画排序)：

于志慧	王 焯	甘 露	师文玉
吕现杰	朱凤琴	刘胜志	刘淑红
严奇荣	李 丰	李凤军	李 冰
李 波	李炳颖	李 娜	李晓光
李晓炜	李雅平	李燕平	何联毅
邹绍荣	宋 波	张旭东	张守臣
张国良	张鹏林	张 慧	陈晓东
范亮宇	孟庆芬	唐亚楠	韩国生
韩艳美	曾 捷		

前言

PREFACE

《电路》是电子、通信、电力、自动化、计算机、自动控制等专业学科的一门重要的专业基础课,也是报考上述专业硕士研究生的专业基础考试课程。为了帮助读者更好地学好这门课程,掌握更多知识,我们根据多年的教学经验编写了这本《电路习题全解》。书中对教材中的习题做了详细的解答,对一些概念性较强的题目给出了基本理论和解题方法,并对重点、难点和疑点作了注释。

本书作为一类习题性的辅助教材,旨在使读者掌握更多的知识扩展解题思路。考虑到读者的不同情况,我们在内容上做了以下安排:

1. **学习要求:**根据考试大纲的要求,总结各章重要知识点。
2. **知识网络图:**以图表的形式贯穿各章知识网络,提纲挈领,统领全章,使知识体系更加系统化。
3. **课后习题全解:**本书给出了各章课后习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程,而且还对解题思路或方法作了简要的说明。

编写本书时,依据大学本科现行教材及教学大纲的要求,参考了清华大学、北京大学、同济大学、浙江大学、人民大学、复旦大学等高等院校的教材,并结合教学大纲的要求进行编写。

我们衷心希望本书提供的内容能够对读者在掌握课程内容、提高解题能力上有所帮助。同时,由于编者的水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

华腾教育教学与研究中心

目录

CONTENTS

第一章 电路模型和电路定律	1
学习要求	1
知识网络图	1
课后习题全解	2
第二章 电阻电路的等效变换	17
学习要求	17
知识网络图	17
课后习题全解	18
第三章 电阻电路的一般分析	30
学习要求	30
知识网络图	30
课后习题全解	31
第四章 电路定理	45
学习要求	45
知识网络图	45
课后习题全解	46
第五章 含有运算放大器的电阻电路	64
学习要求	64
知识网络图	64

课后习题全解	65
第六章 一阶电路	70
学习要求	70
知识网络图	71
课后习题全解	71
第七章 二阶电路	99
学习要求	99
知识网络图	99
课后习题全解	100
第八章 相量法	112
学习要求	112
知识网络图	112
课后习题全解	112
第九章 正弦稳态电路的分析	123
学习要求	123
知识网络图	124
课后习题全解	124
第十章 含有耦合电感的电路	157
学习要求	157
知识网络图	157
课后习题全解	158
第十一章 三相电路	172
学习要求	172
知识网络图	172
课后习题全解	173
第十二章 非正弦周期电流电路和信号的频谱	189
学习要求	189

知识网络图	190
课后习题全解	190
第十三章 拉普拉斯变换	203
学习要求	203
知识网络图	203
课后习题全解	204
第十四章 网络函数	223
学习要求	223
知识网络图	223
课后习题全解	223
第十五章 电路方程的矩阵形式	239
学习要求	239
知识网络图	240
课后习题全解	240
第十六章 二端口网络	260
学习要求	260
知识网络图	261
课后习题全解	261
第十七章 非线性电路简介	276
学习要求	276
知识网络图	276
课后习题全解	276
第十八章 均匀传输线	284
学习要求	284
知识网络图	285
课后习题全解	285



第一章

电路模型和电路定律

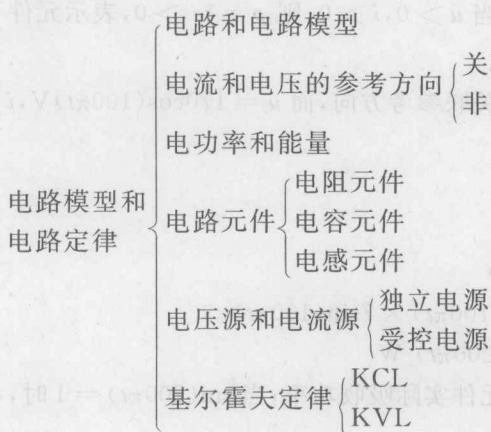


学习要求

1. 了解电路模型的概念和电路的基本变量。
2. 理解电压、电流的参考方向与实际方向的关系,电压与电流的关联参考方向的概念。
3. 掌握功率的计算、功率的吸收与发出。
4. 掌握电阻、电容、电感、独立电源和受控源的定义及伏安关系。
5. 掌握基尔霍夫定律:KCL 和 KVL。



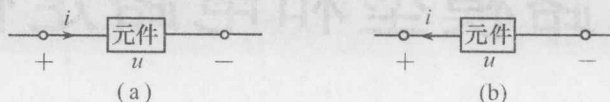
知识网络图



课后习题全解

○1-1 说明题1-1图(a)、(b)中:

- (1) u 、 i 的参考方向是否关联?
- (2) u 、 i 乘积表示什么功率?
- (3) 如果在题1-1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 (1) 当流过元件的电流的参考方向, 从该元件的标示电压正极性的一端指向负极性的一端, 即电流的参考方向与元件两端电压降落的方向一致, 称电压和电流的参考方向关联, 所以(a)图中 u 、 i 的参考方向是关联的; (b)图中 u 、 i 的参考方向是非关联的。

(2) 当取元件的 u 、 i 参考方向为关联参考方向时, 定义 $p = ui$ 为元件吸收的功率; 当取元件的 u 、 i 参考方向为非关联时, 定义 $p = ui$ 为元件发出的功率。所以(a)图中的 ui 表示元件吸收的功率; (b)图中的 ui 表示元件发出的功率。

(3) 在电压、电流参考方向关联的条件下, 代入 u 、 i 数值, 经计算, 若 $p = ui > 0$, 表示元件实际吸收了功率; 若 $p < 0$, 表示元件吸收负功率, 实际是发出功率。(a)图中, 若 $u > 0, i < 0$, 则 $p = ui < 0$, 表示元件吸收了负功率, 实际发出功率。在电压、电流参考方向非关联的条件下, 代入 u 、 i 数值, 经计算, 若 $p = ui > 0$, 为正值, 表示元件实际是发出功率; 若 $p < 0$, 为负值, 表示元件发出负功率, 实际是吸收功率。所以(b)图中, 当 $u > 0, i > 0$, 则 $p = ui > 0$, 表示元件实际发出功率。

○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

$$\begin{aligned}
 p(t) &= u(t)i(t) \\
 &= 170\cos(100\pi t) \times 7\sin(100\pi t) \\
 &= 595\sin(200\pi t) \text{ W}
 \end{aligned}$$

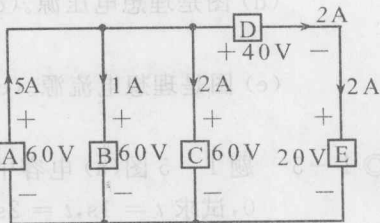
(1) 当 $\sin(200\pi t) > 0$ 时, $p(t) > 0$, 元件实际吸收功率; 当 $\sin(200\pi t) = 1$ 时, 元件吸收最大功率:



$$p_{\max} = 595 \text{ W}$$

(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: $p_{\max} = 595 \text{ W}$

- 1-3 试校核题 1-3 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它元件吸收的总功率)。



题 1-3 图

解 由题 1-3 图可知, 元件 A 的电压、电流为非关联参考方向, 其余元件的电压、电流均为关联参考方向。所以各元件的功率分别为:

$$p_A = 60 \times (-5) = -300 \text{ W} < 0, \text{ 为发出功率}$$

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

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

$$p_D = 40 \times 2 = 80 \text{ W} > 0, \text{ 为吸收功率}$$

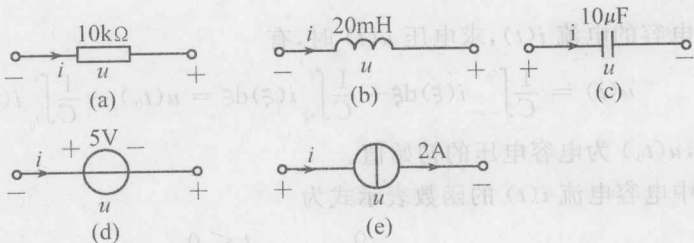
$$p_E = 20 \times 2 = 40 \text{ W} > 0, \text{ 为吸收功率}$$

电路吸收的总功率为

$$p = p_B + p_C + p_D + p_E = 60 + 120 + 80 + 40 = 300 \text{ W}$$

即, 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 (a) 图为线性电阻元件, 其电压、电流关系满足欧姆定律。(a) 图电阻元件 u 和 i 的约束方程为:

$$u = -Ri = -10 \times 10^3 i$$

(b) 图为线性电感元件。(b) 图电感元件 u 和 i 的约束方程为:

$$u = -20 \times 10^{-3} \frac{di}{dt}$$



(c) 图为线性电容元件。(c) 图电容元件 u 和 i 的约束方程为:

$$i = 10 \times 10^{-6} \frac{du}{dt} = 10^{-5} \frac{du}{dt}$$

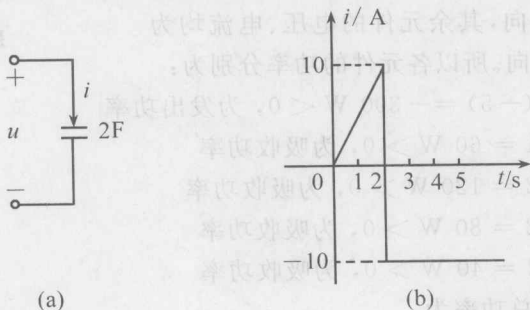
(d) 图是理想电压源。(d) 图的约束方程为:

$$u = -5V$$

(e) 图是理想电流源。(e) 图的约束方程为:

$$i = 2A$$

◎ 1-5 题 1-5 图(a) 电容中电流 i 的波形如题 1-5 图(b) 所示, 现已知 $u(0) = 0$, 试求 $t = 1s, t = 2s$ 和 $t = 4s$ 时的电容电压 u 。



题 1-5 图

分析 电容两端电压、电流的关系为 $i(t) = C \frac{du(t)}{dt}$, $u(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^{t_0} i(\xi) d\xi +$

$\frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\xi) d\xi$, 根据公式求解即可。

解 已知电容的电流 $i(t)$, 求电压 $u(t)$ 时, 有

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^{t_0} i(\xi) d\xi + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\xi) d\xi = u(t_0) - \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\xi) d\xi$$

式中, $u(t_0)$ 为电容电压的初始值。

本题中电容电流 $i(t)$ 的函数表示式为

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

根据 u, i 积分关系, 有

$t = 1s$ 时,

$$u(1) = u(0) + \frac{1}{C} \int_0^1 i(t) dt = 0 + \frac{1}{2} \int_0^1 5t dt = \frac{1}{2} \times \left(\frac{5}{2} t^2 \right) \Big|_0^1 = 1.25V$$

$t = 2s$ 时,

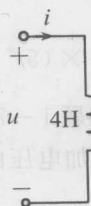


$$\begin{aligned}
 u(2) &= u(0) + \frac{1}{C} \int_0^2 i(t) dt \\
 &= 0 + \frac{1}{2} \int_0^2 5t dt = \frac{1}{2} \times \left(\frac{5}{2} t^2 \right) \Big|_0^2 = 5V
 \end{aligned}$$

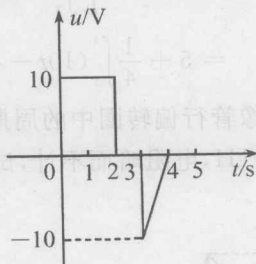
$t = 4s$ 时,

$$\begin{aligned}
 u(4) &= u(2) + \frac{1}{C} \int_2^4 i(t) dt \\
 &= 5 + \frac{1}{2} \int_2^4 (-10) dt = 5 + \frac{1}{2} \times (-10t) \Big|_2^4 = -5V
 \end{aligned}$$

○ 1-6 题 1-6 图(a) 中 $L = 4H$, 且 $i(0) = 0$, 电压的波形如题 1-6 图(b) 所示。试求当 $t = 1s, t = 2s, t = 3s$ 和 $t = 4s$ 时的电感电流 i 。



(a)



(b)

题 1-6 图

解 电感元件 u, i 关系的积分形式为

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u(\xi) d\xi$$

本题中电感电压的函数表示式为

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

应用 u, i 积分关系式, 有

$t = 1s$ 时,

$$\begin{aligned}
 i(1) &= i(0) + \frac{1}{L} \int_0^1 u(t) dt \\
 &= 0 + \frac{1}{4} \int_0^1 10 dt = \frac{1}{4} \times (10t) \Big|_0^1 = 2.5A
 \end{aligned}$$

$t = 2s$ 时,

$$\begin{aligned}
 i(2) &= i(1) + \frac{1}{L} \int_1^2 u(t) dt = \left[\frac{1}{5} + (0) \right]_1^2 = (2) \text{ A} \\
 &= 2.5 + \frac{1}{4} \int_1^2 10 dt = 2.5 + \frac{1}{4} \times (10t) \Big|_1^2 = 5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

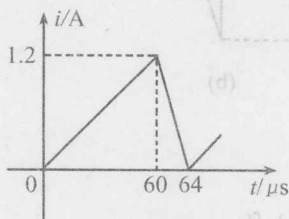
$t = 3 \text{ s}$ 时,

$$\begin{aligned}
 i(3) &= i(2) + \frac{1}{L} \int_2^3 u(t) dt = \left[\frac{1}{5} + (2) \right]_2^3 = (4) \text{ A} \\
 &= 5 + \frac{1}{4} \int_2^3 0 dt = 5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

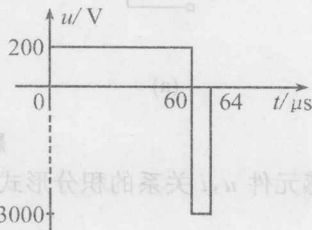
示 $t = 4 \text{ s}$ 时, 则 $i(4) = i(3) + \frac{1}{L} \int_3^4 u(t) dt = 5 + \frac{1}{4} \int_3^4 0 dt = 5 \text{ A}$

$$\begin{aligned}
 i(4) &= i(3) + \frac{1}{L} \int_3^4 u(t) dt \\
 &= 5 + \frac{1}{4} \int_3^4 (10t - 40) dt = 5 + \frac{1}{4} \times (5t^2 - 40t) \Big|_3^4 = 3.75 \text{ A}
 \end{aligned}$$

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



题 1-7 图



题解 1-7 图

分析 根据图示可写出 $i(t)$ 的表达式, 由 $u_c(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ 即可求解。

解 电流 $i(t)$ 的函数表示式为

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

根据电感元件 u, i 的微分关系, 得电压的函数表示式为

$$u(t) = 0.01 \frac{di(t)}{dt} = \begin{cases} 2 \times 10^2 & 0 \leq t \leq 60 \mu\text{s} \\ -3 \times 10^3 & 60 < t \leq 64 \mu\text{s} \end{cases}$$

$u(t)$ 的波形如题解 1-7 图, 说明电感的电压可以是时间的间断函数。

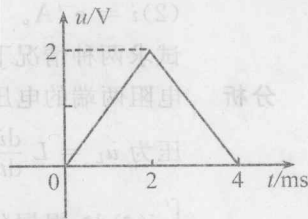
- ◎ 1-8 $2 \mu\text{F}$ 的电容上所加电压 u 的波形如题 1-8 图所示。求:

(1) 电容电流 i ;



- (2) 电容电荷 q ;
 (3) 电容吸收的功率 p 。
 解 (1) 电压 $u(t)$ 的函数表示式为

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



题 1-8 图

根据电容元件 u, i 的微分关系, 得电流 $i(t)$ 的函数表示式为:

$$i(t) = 2 \times 10^{-6} \frac{du(t)}{dt} = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \\ 2 \times 10^{-3} & 0 < t \leq 2\text{ms} \\ -2 \times 10^{-3} & 2 < t \leq 4\text{ms} \\ 0 & t > 4\text{ms} \end{cases}$$

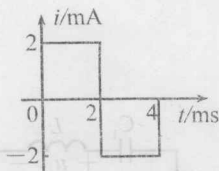
- (2) 因为 $C = \frac{q}{u}$, 所以有

$$q(t) = Cu(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \\ 2 \times 10^{-3} t & 0 < t \leq 2\text{ms} \\ 2 \times 10^{-6} (4 - 10^3 t) & 2 < t \leq 4\text{ms} \\ 0 & t > 4\text{ms} \end{cases}$$

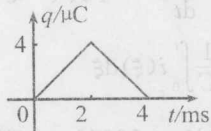
- (3) 在电容元件上电压、电流参考方向关联时, 电容元件吸收的功率为

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

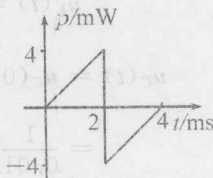
$i(t), q(t), p(t)$ 波形如题解 1-8 图所示。



(a)



(b)



(c)

题解 1-8 图

- ◎ 1-9 电路如题 1-9 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) $i = 2\sin(2t + \frac{\pi}{3})\text{A}$;