悠风丛书

SHUZI DIANZI JISHU JICHU

QUANCHENG XUEXI ZHIDAO YU XITI JINGJIE

数字电子技术基础

全程学习指导与习题精解

主 编⊙肖红军 丁伟 石会 廖启新

适合高教五版

基础知识归纳 重点难点提示

课后习题解析 考试真题检测

南京出版社

SHUZI DIANZI JISHU JICHU

QUANCHENG XUEXI ZHIDAO YU XITI JINGJIE

数字电子技术基础

全程学习指导与习题精解

主 编⊙肖红军 丁 伟 石 会 廖启新

适合高教五版

基础知识归纳　　重点难点提示

课后习题解析　　考试真题检测

南京出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术基础全程学习指导与习题精解/肖红军等主编. —南京:南京出版社,2012.8
(炫风丛书)
ISBN 978-7-5533-0025-2

Ⅰ.①数… Ⅱ.①肖… Ⅲ.①数字电路—电子技术—高等学校—教学参考资料 Ⅳ.①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 160620 号

书　　名:数字电子技术基础全程学习指导与习题精解
作　　者:肖红军　丁　伟　石　会　廖启新
出版发行:南京出版社
社址:南京市成贤街 43 号 3 号楼　**邮编**:210018
网址:http://www.njcbs.com　**电子信箱**:njcbs1988@163.com
联系电话:025-83283871、83283864(营销)　025-83283883(编务)

出 版 人:朱同芳
责任编辑:王国钦
装帧设计:周　勇
责任印制:陈南柯
特约编辑:李　香

排　　版:南京新洲印刷有限公司
印　　刷:南京新洲印刷有限公司
开　　本:718×1005 毫米　1/16
印　　张:17.5
字　　数:550 千字
版　　次:2012 年 9 月第 1 版
印　　次:2012 年 9 月第 1 次印刷
书　　号:ISBN 978-7-5533-0025-2
定　　价:25.00 元

营销分类:教育

序

随着我国经济体制和教育体制改革的不断深入,高等教育进入了持续快速发展的轨道。从1999年我国实施高校扩招计划至今,高等教育已基本实现了由精英化向大众化的转变。根据教育部的统计,2012年我国普通高校毕业生规模达到680万人,比上年增加20万,而10年前的2002年我国高校毕业生人数仅为135万人。目前高校的在读学生数已高达1300多万人。然而,伴随而来的是每年有相当数量的大学生退学的情况。国内的一项研究表明,退学大学生中32.2%是因为学业成绩达不到学校规定的要求。出现这样的现象,原因是多方面的:一是大学专业课程多,每个学生每学期都要面对10门左右内容各不相同的课程;二是每节课的信息量大,知识点多,学习要求高;三是高中和大学老师的教学方法差别很大,学生按以前的惯例学习,普遍感到比较吃力。再加上大学教材的内容翔实而繁复,缺少对知识点的简明讲解和系统梳理,更缺乏对考点的梯度训练和全真考查。

另外,现代社会对高层次人才的需求更加迫切,每年毕业几百万大学生的现状也推高了人才市场的用人标准。大学本科教育的"集体贬值",引爆了新一轮的考研热。有数据显示,2012年全国研究生入学考试吸引了165.6万名考生参加,比2011年增加14.5万人,再创历史新高。由于考研人数急剧增加,考研竞争愈加激烈,凡是有志于此的大学生越发要取得更加优异的成绩,以确保在考研竞争中掌握主动权。

为了帮助莘莘学子,全面把握教材内容,有效提高学习成绩,我们联手相关高校的专家教授,精心组织出版了这套高校热门专业经典教材学习辅导丛书。这套书涉及的学科有数学、物理、化学、生物以及力学、材料、电子技术、电气工程等,基本上覆盖了高校热门专业的全部基础学科和主干课程。丛书注重对教材知识点的梳理,注重对课后习题的讲解,注重对考点训练的设计,力图帮助读者拓展知识,发散思维,点拨思路,触类旁通,有效提高学习效率,着力减轻学业负担,全面强化应试能力。既为专业课程学习提供同步辅导,又为考研复习提供实际帮助。

为广大读者提供优质服务是我们出版人的职责所在。如果本丛书的出版能得到广大读者的认可,那将是我们莫大的荣幸。

编　者

内容简介

本书是本科生学习数字电子基础课程的辅导材料，可与阎石主编的《数字电子技术基础》(第五版)配套使用，也可作为硕士研究生入学考试的复习参考资料，旨在帮助学生更好地掌握数字电子技术基础课程所涉及的基本概念、基本电路和基本分析方法。

本书每章内容均分为知识点归纳、习题全解和经典习题与全真考题详解三个部分。其中，“知识点归纳”简述该章要点、重点和难点，以便帮助读者抓住要旨，建立整体概念；“习题全解”对该章习题作了全面解析，力图从解题思路、解题方法和解题步骤等方面予以指导，以期使读者提高解题的能力和效率；“经典习题与全真考题详解”精选有代表性、测试价值高的题目，以检验学习效果，提高应试水平。

本书由解放军理工大学肖红军、丁伟、石会、廖启新编写，全书由肖红军统稿。

目 录

第一章 数制和码制

第二章 逻辑代数基础

第三章 逻辑门电路

第四章　组合逻辑电路

第五章　触发器

第六章　时序逻辑电路

第七章　半导体存储器

第八章　可编程逻辑器件

第九章　硬件描述语言

第十章　脉冲波形的产生和整形

第十一章　数-模和模-数转换

第一章
数制和码制

本章基本教学要求是：

(1) 掌握常用数制(十进制、二进制、八进制、十六进制)的表示方法及其相互转换的方法。

(2) 掌握带符号二进制数的表示法及二进制补码运算。

(3) 掌握其他常用的十进制数的编码方法(8421BCD 码、余 3 码、格雷码等)。

知识点归纳

数字电路中除了常用的十进制之外，还有二进制、八进制、十六进制。二进制是以 2 为基数的数制，数字 1 和 0 分别表示两个对立的状态，数字系统中还采用其它编码形式，如 BCD 码和格雷码等。

1.1 常用数制之间的转换

1. 十进制数与二进制数之间的转换

十进制整数转换成二进制整数的规则是“除 2 取余”，即将十进制整数连续除以 2，先得到的余数为最低位 LSB(Least Significant Bit)，依次写出余数即为相应的二进制整数。

十进制小数转换成二进制小数的规则是“乘 2 取整”，即将十进制小数连续乘以 2，先得到的整数为最高位 MSB(Most Significant Bit)，依次写出整数即为相应的二进制小数。

二进制数转换为十进制数时，只需按权展开，并按十进制规则进行计算，即可求出相应的十进制数。

上述方法可推广到任意进制数与十进制数之间的转换。

2. 二进制、八进制、十六进制之间的转换

二进制数转换成八进制数、十六进制数时，需要以小数点为参考点，分别向左、右分组。若转换成八进制数，则三位一组，若转换成十六进制数，则四位一组。每一组二进制数对应一个八进制数或十六进制数。

1.2 带符号二进制数的表示法及运算

1. 带符号二进制数的原、反、补码表示法

带符号二进制数在数字系统中有三种表示方法，即原码、反码和补码表示法。符号位在数值位的前面，符号位为“0”表示正数，符号位为“1”表示负数。

二进制数为正数，原码、反码和补码相同。

二进制数为负数，原码、反码和补码的符号位都是 1，原码的数值位就是该符号数的二进制绝对值，反码的数值位是原码数值位逐位取反，补码数值位是反码数值位的最低位加 1。

n 位带符号二进制数原码、反码和补码的数值范围如下：

原码：$-(2^{n-1}-1)\sim+(2^{n-1}-1)$

反码：$-(2^{n-1}-1)\sim+(2^{n-1}-1)$

补码：$-2^{n-1}\sim+(2^{n-1}-1)$

2. 带符号数的运算

利用补码进行运算时，运算结果仍为补码，两个符号相异的补码相加总能得到正确的结果，而两个相同符号的补码数相加时，可能发生溢出错误。溢出错误原因是运算结果超出了二进制补码的取值范围，通过位数扩展可解决。

1.3 常用的编码

BCD 码是一种用四位二进制数来表示 0～9 这十个十进制数的编码。常用的 BCD 码有 8421BCD

码、余3码、2421BCD码、5421BCD码和余3循环码，其中余3码和余3循环码不是恒权代码，所有BCD码都存在六组禁用码组。

格雷码是一种循环码，形式多种。所有的格雷码都具有两个特点：相邻性和循环性。相邻性是指相邻两组代码之间仅有一位不同，循环性是指最后一组代码和第一组代码也相邻。

习题全解

【题1.1】 为了将600份文件顺序编码，如果采用二进制代码，最少需要用几位？如果改用八进制或十六进制代码，则最少各需要用几位？

【分析】 用二进制编码时应满足：$2^{n-1}<M\leqslant 2^n$，M是待编码的个数，n是需要二进制编码的位数。

【解】 因为$512=2^{10-1=9}<600\leqslant 2^{10}=1\,024$，因此600份文件至少需要10位二进制代码。

因为3位二进制代码对应于1位八进制代码，而4位二进制代码对应于1位十六进制代码，因此10位二进制代码需要4位八进制代码和3位十六进制代码即可。

【题1.2】 将下列二进制整数转换为等值的十进制数。

(1) $(01101)_2$；(2) $(10100)_2$；(3) $(10010111)_2$；(4) $(1101101)_2$。

【分析】 将二进制数转换为十进制数时，按权展开，并十进制数求和。

整数部分：

$$(S)_{10}=k_n2^n+k_{n-1}2^{n-1}+\cdots+k_12^1+k_02^0$$

小数部分：

$$(S)_{10}=k_{-1}2^{-1}+k_{-2}2^{-2}+\cdots+k_{-m}2^{-m}$$

【解】

(1) $(01101)_2=0\times2^4+1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0=13$

(2) $(10100)_2=1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+0\times2^0=20$

(3) $(10010111)_2=1\times2^7+0\times2^6+0\times2^5+1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0=151$

(4) $(1101101)_2=1\times2^6+1\times2^5+0\times2^4+1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0=109$

【题1.3】 将下列二进制小数转换为等值的十进制数。

(1) $(0.1001)_2$；(2) $(0.0111)_2$；(3) $(0.101101)_2$；(4) $(0.001111)_2$。

【分析】 见题1.2分析。

【解】

(1) $(0.1001)_2=1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+0\times2^{-3}+1\times2^{-4}=0.5625$

(2) $(0.0111)_2=0\times2^{-1}+1\times2^{-2}+1\times2^{-3}+1\times2^{-4}=0.4375$

(3) $(0.101101)_2=1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+1\times2^{-3}+1\times2^{-4}+0\times2^{-5}+1\times2^{-6}=0.703125$

(4) $(0.001111)_2=0\times2^{-1}+0\times2^{-2}+1\times2^{-3}+1\times2^{-4}+1\times2^{-5}+1\times2^{-6}=0.234375$

【题1.4】 将下列二进制数转换为等值的十进制数。

(1) $(101.011)_2$；(2) $(110.101)_2$；(3) $(1111.1111)_2$；(4) $(1001.0101)_2$。

【分析】 见题1.2分析。

【解】

(1) $(101.011)_2=1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}+1\times2^{-3}=5.375$

(2) $(110.101)_2=1\times2^2+1\times2^1+0\times2^0+1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+1\times2^{-3}=6.625$

(3) $(1111.1111)_2=1\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+1\times2^{-2}+1\times2^{-3}+1\times2^{-4}=15.9375$

(4) $(1001.0101)_2=1\times2^3+0\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}+0\times2^{-3}+1\times2^{-4}=9.3125$

【题1.5】 将下列二进制数转换为等值的八进制数和十六进制数。

(1) $(1110.0111)_2$；(2) $(1001.1101)_2$；(3) $(0110.1001)_2$；(4) $(101100.110011)_2$。

【分析】 二进制数转换成八进制数时，以小数点为基准，整数部分由右向左每3位分为一组，高位不足3位时添“0”补足3位；小数部分由左向右每3位一组，低位不足3位时也添“0”补足3位，每组3位二进制数对应于1位八进制数。

二进制数转换为十六进制数时，以小数点为基准，整数部分由右向左每4位分为一组，高位不足4位时添“0”补足4位；小数部分由左向右每4位一组，低位不足4位时也添“0”补足4位，每组4位二进

制数对应于 1 位十六进制数。

【解】

(1) $(1110.0111)_2=(001\ 110\ .\ 011\ 100)_2=(16.34)_8$

$(1110.0111)_2=(1110\ .\ 0111)_2=(E.7)_{16}$

(2) $(1001.1101)_2=(001\ 001.110\ 100)_2=(11.64)_8$

$(1001.1101)_2=(1001\ .\ 1101)_2=(9.D)_{16}$

(3) $(0110.1001)_2=(110.100\ 100)_2=(6.44)_8$

$(0110.1001)_2=(0110\ .\ 1001)_2=(6.9)_{16}$

(4) $(101100.110011)_2=(101\ 100.110\ 011)_2=(54.63)_8$

$(101100.110011)_2=(0010\ 1100.1100\ 1100)_2=(2C.CC)_{16}$

【题 1.6】 将下列十六进制数转换为等值的二进制数。

(1) $(8C)_{16}$；(2) $(3D.BE)_{16}$；(3) $(8F.FF)_{16}$；(4) $(10.00)_{16}$。

【分析】 十六进制数转换为二进制数时，只要将每位十六进制数展成 4 位二进制数，并去掉头尾多余的“0”即可。

【解】

(1) $(8C)_{16}=(1000\ 1100)_2$

(2) $(3D.BE)_{16}=(0011\ 1101.1011\ 1110)_2=(11\ 1101.1011\ 111)_2$

(3) $(8F.FF)_{16}=(1000\ 1111.1111\ 1111)_2$

(4) $(10.00)_{16}=(0001\ 0000.00000\ 0000)_2=(1\ 0000)_2$

【题 1.7】 将下列十进制数转换为等值的二进制数和十六进制数。

(1) $(17)_{10}$；(2) $(127)_{10}$；(3) $(79)_{10}$；(4) $(255)_{10}$。

【分析】 含整数和小数两部分的十进制数向二进制数转换时，需分别进行，整数部分转换规则：“除 2 取余”，先得到的余数为最低有效位(LSB)；小数部分转换规则：“乘 2 取整”，先得到的整数为最高有效位(MSB)。

十进制数转换成八进制数、十六进制数时：

方法一：可以通过二进制数转换，二进制数转换成八进制数，则三位一组，若转换成十六进制数，则四位一组，每一组二进制数对应一个八进制数或十六进制数。

方法二：十进制数可以直接转换成八进制数，整数和小数部分分别进行。

整数部分转换规则：“除 8 取余”，先得到的余数为 LSB；小数部分转换规则：“乘 8 取整”，先得到的整数为 MSB；也可以先转换为二进制数后，再转换为十六进制数。

十进制数可以直接转换成十六进制数，整数和小数部分分别进行。

整数部分转换规则：“除 16 取余”，先得到的余数为 LSB；小数部分转换规则：“乘 16 取整”，先得到的整数为 MSB。

此题是十进制整数转换为二进制数和十六进制数。

【解】

(1) 方法一：先将十进制整数转换为二进制数，再 4 位一组二进制数对应于 1 位十六进制数，而得到等值的十六进制数。

2	17	⋯⋯⋯⋯ $1=k_0$	↑ LSB
2	8	⋯⋯⋯⋯ $0=k_1$	
2	4	⋯⋯⋯⋯ $0=k_2$	
2	2	⋯⋯⋯⋯ $0=k_3$	
2	1	⋯⋯⋯⋯ $1=k_4$	MSB
	0		

因此，$(17)_{10}=(10001)_2=(0001\ 0001)_2=(1\ 1)_{16}$。

方法二：十进制整数直接转换为十六进制数。

$$
\begin{array}{r|l l l}
16 & 17 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_0 & \uparrow\ \text{LSB} \\
16 & 1 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_1 & \text{MSB} \\
 & 0 & &
\end{array}
$$

因此，$(17)_{10}=(11)_{16}=(0001\ 0001)_2=(10001)_2$。

(2) 方法一：先将十进制整数转换为二进制数，再 4 位一组二进制数对应于 1 位十六进制数，而得到等值的十六进制数。

$$
\begin{array}{r|l l l}
2 & 127 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_0 & \uparrow\ \text{LSB} \\
2 & 63 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_1 & \\
2 & 31 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_2 & \\
2 & 15 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_3 & \\
2 & 7 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_4 & \\
2 & 3 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_5 & \\
2 & 1 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_6 & \text{MSB} \\
 & 0 & &
\end{array}
$$

因此，$(127)_{10}=(111\ 1111)_2=(0111\ 1111)_2=(7\ \text{F})_{16}$。

方法二：十进制整数直接转换为十六进制数。

$$
\begin{array}{r|l l l}
16 & 127 & \cdots(15)_{10}=(\text{F})_{16}=k_0 & \uparrow\ \text{LSB} \\
16 & 7 & \cdots(7)_{10}=(7)_{16}=k_1 & \text{MSB} \\
 & 0 & &
\end{array}
$$

因此，$(127)_{10}=(7\text{F})_{16}=(0111\ 1111)_2=(111\ 1111)_2$。

(3) 方法一：先将十进制整数转换为二进制数，再 4 位一组二进制数对应于 1 位十六进制数，而得到等值的十六进制数。

$$
\begin{array}{r|l l l}
2 & 79 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_0 & \uparrow\ \text{LSB} \\
2 & 39 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_1 & \\
2 & 19 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_2 & \\
2 & 9 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_3 & \\
2 & 4 & \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_4 & \\
2 & 2 & \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_5 & \\
2 & 1 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_6 & \text{MSB} \\
 & 0 & &
\end{array}
$$

因此，$(79)_{10}=(100\ 1111)_2=(0100\ 1111)_2=(4\ \text{F})_{16}$。

方法二：十进制整数直接转换为十六进制数。

$$
\begin{array}{r|l l l}
16 & 79 & \cdots\cdots(15)_{10}=(\text{F})_{16}=k_0 & \uparrow\ \text{LSB} \\
16 & 4 & \cdots\cdots(4)_{10}=(4)_{16}=k_1 & \text{MSB} \\
 & 0 & &
\end{array}
$$

因此，$(79)_{10}=(4\ \text{F})_{16}=(0100\ 1111)_2=(100\ 1111)_2$。

(4) 方法一：先将十进制整数转换为二进制数，再 4 位一组二进制数对应于 1 位十六进制数，而得到等值的十六进制数。

$$\begin{array}{r|l l l}
2 & 255 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_0 & \uparrow\ \text{LSB} \\
2 & 127 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_1 & \\
2 & 63 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_2 & \\
2 & 31 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_3 & \\
2 & 15 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_4 & \\
2 & 7 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_5 & \\
2 & 3 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_6 & \\
2 & 1 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_7 & \text{MSB} \\
 & 0 & &
\end{array}$$

因此，$(255)_{10}=(1111\ 1111)_2=(\mathrm{F\ F})_{16}$。

方法二：十进制整数直接转换为十六进制数。

$$\begin{array}{r|l l l}
16 & 255 & \cdots\cdots(15)_{10}=(\mathrm{F})_{16}=k_0 & \uparrow\ \text{LSB} \\
16 & 15 & \cdots\cdots(15)_{10}=(\mathrm{F})_{16}=k_1 & \text{MSB} \\
 & 0 & &
\end{array}$$

因此，$(255)_{10}=(\mathrm{F\ F})_{16}=(1111\ 1111)_2$。

【题 1.8】 将下列十进制数转换为等值的二进制数和十六进制数。要求二进制数保留小数点以后 8 位有效数字。

(1) $(0.519)_{10}$；(2) $(0.251)_{10}$；(3) $(0.0376)_{10}$；(4) $(0.5128)_{10}$。

【分析】 见题 1.7 分析。

此处是全小数的十进制数转换为二进制小数和十六进制小数。

要求转换误差不大于 2^{-8}，只要计算到小数点的第 9 位，根据“0 舍 1 入”，保留二进制数小数点 8 位即可。

【解】

(1)

$$\begin{array}{r l}
0.519 & \\
\times\quad 2 & \\
\hline
1.038 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-1}\quad \text{MSB} \\
0.038 & \\
\times\quad 2 & \\
\hline
0.076 & \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-2} \\
0.076 & \\
\times\quad 2 & \\
\hline
0.152 & \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-3} \\
0.152 & \\
\times\quad 2 & \\
\hline
0.304 & \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-4} \\
0.304 & \\
\times\quad 2 & \\
\hline
0.608 & \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-5} \\
0.608 & \\
\times\quad 2 & \\
\hline
1.216 & \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-6}
\end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.216 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.432 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-7}$$

$$\begin{array}{r} 0.432 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.864 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-8}$$

$$\begin{array}{r} 0.864 \\ \times\quad 2 \\ \hline 1.728 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-9}$$

因此，$(0.519)_{10}=(0.1000\ 0100\ 1)_2$

因为小数点的第9位是1，根据“0舍1入”，因此要向前进1位，即小数点的第8位由0变为1，保留二进制数小数点8位。

$(0.519)_{10}=(0.1000\ 0100\ 1)_2\approx(0.1000\ 0101)_2=(0.85)_{16}$。

(2)

$$\begin{array}{r} 0.251 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.502 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-1} \quad \text{MSB}$$

$$\begin{array}{r} 0.502 \\ \times\quad 2 \\ \hline 1.004 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-2}$$

$$\begin{array}{r} 0.004 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.008 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-3}$$

$$\begin{array}{r} 0.008 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.016 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-4}$$

$$\begin{array}{r} 0.016 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.032 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-5}$$

$$\begin{array}{r} 0.032 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.064 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-6}$$

$$\begin{array}{r} 0.064 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.128 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-7}$$

$$\begin{array}{r} 0.128 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.256 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-8}$$

$$\begin{array}{r} 0.256 \\ \times\quad 2 \\ \hline 0.512 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-9}$$

因此，$(0.251)_{10}=(0.0100\ 0000\ 0)_2$

因为小数点的第9位是0，根据“0舍1入”，因此第9位的0要舍去，即小数点的第8位的0保持不变，保留二进制数小数点8位。

$(0.251)_{10}=(0.0100\ 0000)_2=(0.40)_{16}$。

(3)

$$\begin{array}{r} 0.0376 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.0752 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-1}$$

$$\begin{array}{r} 0.0752 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.1504 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-2}$$

$$\begin{array}{r} 0.1504 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.3008 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-3}$$

$$\begin{array}{r} 0.3008 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.6016 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-4}$$

$$\begin{array}{r} 0.6016 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 1.2032 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-5}$$

$$\begin{array}{r} 0.2032 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.4064 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-6}$$

$$\begin{array}{r} 0.4064 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.8128 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-7}$$

$$\begin{array}{r} 0.8128 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 1.6256 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-8}$$

$$\begin{array}{r} 0.6256 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 1.2512 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-9}$$

因此，$(0.0376)_{10}=(0.0000\ 1001\ 1)_2$

因为小数点的第 9 位是 1，根据“0 舍 1 入”，因此要向前进 1 位，即小数点的第 8 位由 1 变为 0，第 7 位由 0 变为 1，保留二进制数小数点 8 位。

$(0.0376)_{10}=(0.0000\ 1001\ 1)_2\approx(0.0000\ 1010)_2=(0.0\text{A})_{16}$。

(4)

$$\begin{array}{r} 0.5128 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 1.0256 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-1}$$

$$\begin{array}{r} 0.0256 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.0512 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-2}$$

$$\begin{array}{r} 0.0512 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.1024 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-3}$$

$$\begin{array}{r} 0.1024 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.2048 \end{array} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-4}$$

$$\begin{array}{r} 0.2048 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.4096 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-5}$$

$$\begin{array}{r} 0.4096 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.8192 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-6}$$

$$\begin{array}{r} 0.8192 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 1.6384 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-7}$$

$$\begin{array}{r} 0.6384 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 1.2768 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-8}$$

$$\begin{array}{r} 0.2768 \\ \times \qquad 2 \\ \hline 0.5536 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-9}$$

因此，$(0.5128)_{10}=(0.10000011\ 0)_2$

因为小数点的第 9 位是 0，根据“0 舍 1 入”，第 9 位的 0 要舍弃，因此小数点的第 8 位的 1 保持不变，保留二进制数小数点 8 位。

$(0.5128)_{10}=(0.1000\ 0011)_2=(0.83)_{16}$。

【题 1.9】 将下列十进制数转换为等值的二进制数和十六进制数。要求二进制数保留小数点以后 4 位有效数字。

(1) $(25.7)_{10}$；(2) $(188.875)_{10}$；(3) $(107.39)_{10}$；(4) $(174.06)_{10}$。

【分析】 见题 1.7 分析。此处是既有整数也有小数的十进制数转换为二进制数和十六进制数，整数部分和小数部分分别转换。

要求二进制转换误差不大于 2^{-4}，只要计算到小数点的第 5 位，根据“0 舍 1 入”，保留二进制数小数点 4 位即可。

【解】

(1)

$$\begin{array}{r|l} 2 & 25 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_0 \\ \hline 2 & 12 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_1 \\ \hline 2 & 6 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_2 \\ \hline 2 & 3 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_3 \\ \hline 2 & 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_4 \\ \hline & 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.7 \\ \times \quad 2 \\ \hline 1.4 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-1}$$

$$\begin{array}{r} 0.4 \\ \times \quad 2 \\ \hline 0.8 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-2}$$

$$\begin{array}{r} 0.8 \\ \times \quad 2 \\ \hline 1.6 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-3}$$

$$\begin{array}{r} 0.6 \\ \times \quad 2 \\ \hline 1.2 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-4}$$

$$\begin{array}{r} \times \quad 2 \\ \hline 0.4 \end{array} \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-5}$$

因此，$(25.7)_{10}=(11001.\ 10110)_2$

因为小数点的第 5 位是 0，根据“0 舍 1 入”，第 5 位的 0 要舍弃，因此小数点的第 4 位的 1 保持不变。

$(25.7)_{10}=(11001.1011)_2=(0001\ 1001.1011)_2=(1\ 9.B)_{16}$。

也可以将整数部分“除 16 取余”，小数部分“乘 16 取整”，得到十六进制数后，再转换为二进制数。

(2)

$$
\begin{array}{r|l}
2 & 188 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_0 \\ \hline
2 & 94 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_1 \\ \hline
2 & 47 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_2 \\ \hline
2 & 23 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_3 \\ \hline
2 & 11 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_4 \\ \hline
2 & 5 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_5 \\ \hline
2 & 2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_6 \\ \hline
2 & 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_7 \\ \hline
 & 0
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{r l}
 & 0.875 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 1.750 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-1} \\
 & 0.750 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 1.500 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-2} \\
 & 0.500 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 1.000 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-3} \\
 & 0.000 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 0.000 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-4} \\
 & 0.000 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 0.000 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-5}
\end{array}
$$

因此，$(188.875)_{10}=(10111100.1110\ 0)_2$

因为小数点的第 5 位是 0，根据“0 舍 1 入”，第 5 位的 0 要舍弃，因此小数点的第 4 位的 0 保持不变。

$(188.875)_{10}=(10111100.1110\ 0)_2=(1011\ 1100.1110)_2=(B\ C.E)_{16}$。

(3)

$$
\begin{array}{r|l}
2 & 107 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_0 \\ \hline
2 & 53 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_1 \\ \hline
2 & 26 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_2 \\ \hline
2 & 13 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_3 \\ \hline
2 & 6 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_4 \\ \hline
2 & 3 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_5 \\ \hline
2 & 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_6 \\ \hline
 & 0
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{r l}
 & 0.39 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 0.78 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-1} \\
 & 0.78 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 1.56 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-2} \\
 & 0.56 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 1.12 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 1=k_{-3} \\
 & 0.12 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 0.24 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-4} \\
 & 0.24 \\
\times & 2 \\ \hline
 & 0.48 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots 0=k_{-5}
\end{array}
$$

因此，$(107.39)_{10}=(1101011.0110\ 0)_2$

因为小数点的第 5 位是 0，根据“0 舍 1 入”，第 5 位的 0 要舍弃，因此小数点的第 4 位的 0 保持不变。

$(107.39)_{10}=(1101011.0110\ 0)_2=(0110\ 1011.0110)_2=(6\ B.6)_{16}$。