

简明离散数学

王存礼 孙俊秀 编著

天津人民出版社

简明离散数学

(CONCISE DISCRETE MATHEMATICS)

王存礼 孙俊秀 编著

51.1571.3

天津人民出版社

简 明 离 散 数 学

王存礼 孙俊秀编著

*

天津人民出版社出版

(天津市张自忠路)

天津宁河印刷厂印刷 新华书店天津发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 19.5 印张 380 千字

1993 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—4000

ISBN7—201—01713—6/G·790

定价:10.80 元

内 容 简 介

《简明离散数学》是以“简明、通俗、实用”为指导，遵循“易教易学”原则，编写的一本普及型教材。

全书共八章，分别介绍了集合论、数理逻辑、代数系统、图论和组合数学五个专题的基础知识。它们是离散数学的基本内容。

离散数学是本世纪 70 年代随着计算机科学发展而产生的一门新的数学分支，有其独自的特点。考虑到广大读者对它的内容和方法比较陌生，学习中有些困难，本书在写法上作了突破性探索，其特点是把教材和学习指导有机地融为一体。请详读本书前言。

本书可作为一般院校、电大和职大计算机等专业的离散数学教材；软件人员水平考试复习用书；也适于具有高中数学水平的各类科技人员和知识青年用来自学离散数学。

前 言

近年来,随着计算机、信息科学的不断发展,各高等院校、电视大学及职工大学的有关专业都开设了《离散数学》,一些在职科技人员也需要掌握离散数学的基础知识和解题方法.但由于学员的基础不同,加之离散数学不同于连续数学,有其独自的特点,不少学员学起来有些困难,希望有一本较通俗的离散数学教材.为满足广大读者的要求,我们根据多年教学的经验,编写了《简明离散数学》一书.

《简明离散数学》是以“简明、通俗、实用”为指导,遵循“易教易学”原则编写的.本书在写法上作了突破性探索,其特点是把教材和学习指导有机地融为一体.具体体现在下述三点:

1 取材上,强调教材内容的三性:

(1)基本性,即要教给学员基本知识;

(2)可接受性,即教材内容要适合学生的智力水平、生活实际和经验;

(3)基础性,即教材内容要对学生学习专业课和未来工作有益,打好基础.

2 编排上,为教和学双方创造方便,按下列原则设计教学梯度:

(1) 由浅入深原则;

(2) 由易到难原则;

(3) 由感性知识到理性知识原则;

(4) 由已知概念到新知概念原则;

(5) 由特殊到一般原则;

(6) 由单一化到综合化原则。

特别地,由于离散数学中定义多、定理多和公式多给读者学习带来了诸多困难,在编写中我们采用了明确课题、突出重点和归纳论述的方法,为教学过程中学生与教材的统一架设了一座桥梁。

3 在选题上,十分重视范例的选择和习题的配置:

(1) 精选范例,通过范例学习,使学生从个别到一般,掌握教材结构,理解带普遍性的规律性知识;同时,结合范例,向读者介绍离散数学中分析问题的方法、解题的思路和解题过程的书写格式。

(2) 习题配置与范例相呼应,并把每节课的习题分为甲、乙两组:

甲组习题,为读者掌握一节课教学内容设置,用以检测应知应会;

乙组习题,为提高读者综合运用所学知识的能力设置;并选有命题和公式的证明题,用以锻炼和检测学生的论证能力。

本书中,通过范例和习题,立意帮助学生达到阅读易懂,作题有路,从而使教学过程中掌握知识与培养能力的统一得到体现。

全书共八章,附习题答案和提示。

本书配套另编一本《离散数学标准化题解》,作为本教材的补充以扩大读者的眼界,加强他们的基础训练,便于准备各种考试。

《简明离散数学》一书,经过了教学实践的检验。自84年完成初稿,在计算机应用专业班和自学考试班作为教材或参考书使用至今,受到学员好评,并根据历届学员的意见,曾先后经过四次修改。本书为深入浅出的普及型教材。

本书可作为一般院校、电大、职大和有关中等专业学校的计算机等专业的离散数学教材,软件人员水平考试复习用书;也适于具有高中数学水平的各类科技人员和知识青年用来自学离散数学。

计算机越来越广泛地应用及其理论的不断发展和完善,标志着人类已进入新技术时代。在新技术时代,要求科技人员利用运

辑语言或数学本身,以准确严密的方式进行工作.学习离散数学,恰好能培养他们这种能力.《简明离散数学》一书的出版,如能给广大读者,特别是青年朋友以帮助,我们将感到由衷地高兴.

本书的“习题解答与提示”由海军勤务学院王东方和天津企业管理(中日)培训中心王朝阳写出.

本书中带*号的部分,可简介或不讲.

在本书编写过程中,郁风梅、陆地、江荷等同志参与做了不少工作.北京师院张宁生先生和天津师大孙玉芝女士分别认真地审阅了初稿和修改稿,提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢.

由于水平有限,本书难免有这样或那样的缺点和不当之处,敬请专家和广大读者批评指正.

编者

1993年6月于天津

目 录

前 言	(1)
第一章 集合论	(1)
引言	(1)
§ 1—1 集合的概念	(1)
一 集合的概念	(1)
二 集合的表示法	(3)
三 集合的基数与分类	(4)
四 集合的图解	(5)
五 集合的相等与包含关系	(5)
六 全集	(9)
习题 1—1	(10)
§ 1—2 集合的运算	(12)
一 集合的运算	(12)
二 集合的运算律	(15)
习题 1—2	(19)
§ 1—3 集合成员表	(20)
一 集合成员表的构造	(21)
二 集合成员表的应用	(23)
习题 1—3	(25)
§ 1—4 幂集与划分	(25)
一 幂集	(26)
二 集合的划分	(29)
习题 1—4	(32)
集合论知识结构表	(35)

第二章 关系	(36)
引言	(36)
§ 2—1 关系的基本概念	(37)
一 二元关系	(37)
二 二元关系的几何意义	(38)
三 几个特殊的二元关系	(40)
四 n 元关系	(41)
习题 2—1	(43)
§ 2—2 关系的基本性质、关系图和关系矩阵	(45)
一 关系的基本性质	(45)
二 关系图	(49)
三 关系矩阵	(52)
习题 2—2	(54)
§ 2—3 关系的运算	(57)
一 关系的交、并、差、补运算	(57)
二 逆关系	(58)
三 复合关系与关系的复合运算	(60)
四 复合关系的矩阵	(64)
五 复合关系的逆运算	(66)
习题 2—3	(68)
§ 2—4 关系的闭包运算	(71)
一 关系的闭包概念	(71)
二 求闭包的方法	(72)
习题 2—4	(77)
§ 2—5 等价关系	(79)
一 等价关系的概念	(79)
二 等价类	(83)
习题 2—5	(86)

§ 2—6 相容关系	(87)
一 相容关系的概念	(87)
二 最大相容类	(90)
三 相容关系与复盖的联系	(92)
习题 2—6	(94)
§ 2—7 序关系	(95)
一 偏序的概念	(96)
二 偏序的哈斯图	(97)
三 偏序集中具有特殊位置的元素	(101)
四 全序	(104)
五 几个特殊的偏序	(105)
习题 2—7	(106)
关系的知识结构表	(109)
第三章 函数	(110)
引言	(110)
§ 3—1 函数的基本概念	(110)
一 函数的概念	(111)
二 在笛卡尔积 $A \times B$ 的子集中有多少个不同的函数? ...	(113)
三 函数的相等与缩小	(114)
四 几种常见的特殊函数	(115)
习题 3—1	(119)
§ 3—2 复合函数	(121)
一 复合函数的概念	(121)
二 函数的复合运算律	(124)
三 几个复合函数的特性	(125)
习题 3—2	(127)
§ 3—3 逆函数	(128)

一 逆函数的概念.....	(128)
二 逆函数的性质.....	(131)
习题 3—3	(134)
§ 3—4 无限集的基数.....	(136)
一 “一一对应关系”是求集合基数的理论基础.....	(136)
二 可数集及其性质.....	(138)
三 不可数集及集合基数的比较.....	(144)
习题 3—4	(147)
函数知识结构表.....	(149)
第四章 代数系统.....	(150)
引言.....	(150)
§ 4—1 集合中的代数运算.....	(152)
一 代数运算的概念.....	(152)
二 二元代数运算.....	(154)
三 与集合 A 的二元代数运算有关的 A 的特异元素	(155)
习题 4—1	(158)
§ 4—2 代数系统的基本概念和性质.....	(164)
一 代数系统的概念.....	(164)
二 代数运算的性质.....	(165)
三 利用运算表判断代数运算的性质.....	(169)
习题 4—2	(170)
§ 4—3 同构与同态.....	(174)
一 同构的概念和性质.....	(174)
二 同态的概念和性质.....	(179)
习题 4—3	(181)
§ 4—4 群	(183)
一 群的基本概念.....	(184)

二 群的基本性质	(190)
三 子群	(192)
四 几种典型的群	(194)
习题 4—4	(198)
§ 4—5 环和域	(202)
一 环的概念	(202)
二 环的性质	(205)
三 子环	(206)
四 几种重要的环	(207)
五 域	(208)
习题 4—5	(210)
§ 4—6 格	(213)
一 格的概念	(213)
二 格的性质	(216)
三 格——代数系统	(221)
四 子格	(223)
五 格的积代数、同态和同构	(224)
六 几种特殊格	(227)
习题 4—6	(230)
代数系统知识结构表	(234)
第五章 图论	(235)
引言	(235)
§ 5—1 图的基本概念	(236)
一 图论的起源	(236)
二 图的概念	(237)
三 图 G 的结点与边之间的关系的概念	(240)
四 图 G 的分类	(241)
习题 5—1	(243)

§ 5—2 图的运算和结点的次数·····	(245)
一 图的运算·····	(245)
二 结点次数及其计算·····	(248)
三 子图 and 同构图·····	(250)
习题 5—2 ·····	(253)
§ 5—3 路径、回路和连通性 ·····	(256)
一 路径和回路的概念·····	(257)
二 路径的长度·····	(259)
三 结点间的可达性和距离·····	(259)
四 简单有向图的连通性·····	(261)
五 无向图中的路径、回路和连通性 ·····	(263)
习题 5—3 ·····	(264)
§ 5—4 图的矩阵表示·····	(267)
一 邻接矩阵·····	(268)
二 可达性矩阵·····	(273)
习题 5—4 ·····	(277)
§ 5—5 最优路径和关键路径·····	(280)
一 最优路径的概念·····	(280)
二 怎样找到从初始结点到终端结点的最优路径? ·····	(282)
三 最优路径在工程技术中的应用·····	(284)
习题 5—5 ·····	(288)
§ 5—6 欧拉图与哈密尔顿图·····	(292)
一 欧拉图·····	(292)
二 哈密尔顿图·····	(399)
习题 5—6 ·····	(309)
§ 5—7 树·····	(312)
一 无向树·····	(313)

二 无向图的生成树和最小树·····	(314)
三 有向树·····	(318)
四 二元树·····	(320)
五 最优树·····	(323)
习题 5—7 ·····	(325)
§ 5—8 平面图·····	(328)
一 平面图的概念·····	(329)
二 平面图的面·····	(330)
三 平面图的判定·····	(332)
四 平面图的应用·····	(336)
习题 5—8 ·····	(340)
图论知识结构表·····	(345)
第六章 命题逻辑·····	(346)
引言·····	(346)
§ 6—1 命题与命题联结词·····	(347)
一 命题的概念·····	(347)
二 命题的标识符·····	(349)
三 命题的分类·····	(349)
四 命题联结词·····	(351)
习题 6—1 ·····	(356)
§ 6—2 命题公式、真值表和翻译 ·····	(358)
一 命题公式·····	(358)
二 真值表·····	(360)
三 命题的翻译·····	(363)
习题 6—2 ·····	(365)
§ 6—3 永真式、永假式和互为等价的公式 ·····	(367)
一 永真式和永假式·····	(367)
二 命题公式间的等价关系及其性质·····	(369)

三 基本等价公式——命题定律·····	(371)
四 代入规则和置换规则·····	(373)
五 求证两个公式等价的方法·····	(375)
习题 6—3 ·····	(376)
§ 6—4 公式的对偶式和公式间的蕴涵关系·····	(378)
一 公式的对偶式·····	(378)
二 命题公式间的蕴涵关系及其性质·····	(381)
三 怎样判断两个命题公式间是否存在永真蕴涵关系? ··· ·····	(382)
四 基本永真蕴涵式·····	(383)
五 蕴涵式、等价式和永真式有关的相互关系 ·····	(384)
习题 6—4 ·····	(386)
§ 6—5 命题联结词的扩充与最小联结词组·····	(388)
一 命题联结词的扩充·····	(388)
二 联结词“与非”和“或非”的性质·····	(389)
三 联结词“异或”的性质·····	(391)
四 最小联结词组·····	(393)
习题 6—5 ·····	(394)
§ 6—6 公式的范式·····	(396)
一 基本积与基本和·····	(396)
二 合取范式与析取范式·····	(397)
三 利用析取范式与合取范式进行公式的判定·····	(398)
四 公式的析取范式与合取范式的不唯一性·····	(400)
习题 6—6 ·····	(401)
§ 6—7 公式的主范式·····	(402)
一 主析取范式·····	(402)
二 主合取范式·····	(406)
三 主范式的应用·····	(409)

习题 6—7	(411)
§ 6—8 命题演算的推理理论	(412)
一 推理的基本概念和规则	(412)
二 判断有效结论的方法	(414)
习题 6—8	(420)
命题逻辑知识结构表	(423)
第七章 谓词逻辑	(424)
引言	(424)
§ 7—1 谓词逻辑的基本概念	(425)
一 客体、谓词和命题的谓词表达式	(425)
二 命题函数	(427)
三 量词	(429)
四 自然语言中,哪些词是客体? 谓词? 量词?	(432)
习题 7—1	(433)
§ 7—2 谓词公式与翻译	(434)
一 谓词公式	(434)
二 约束变元和自由变元	(436)
三 谓词逻辑的翻译	(440)
习题 7—2	(443)
§ 7—3 谓词公式的永真式、永假式和蕴涵式	(445)
一 谓词公式的永真式、永假式和蕴涵式的概念	(445)
二 判定方法和基本公式	(446)
习题 7—3	(451)
§ 7—4 谓词公式的范式	(452)
一 谓词公式的多重量化	(452)
二 前束范式	(454)
三 斯柯林范式	(456)
习题 7—4	(457)

§ 7—5 谓词逻辑的推理理论.....	(458)
一 四个与量词有关的推理规则.....	(459)
二 谓词逻辑中推理的论证.....	(460)
三 谓词逻辑演算中常见的错误.....	(465)
习题 7—5	(468)
谓词逻辑知识结构表.....	(470)
第八章 组合数学初步.....	(471)
引言.....	(471)
§ 8—1 两个基本原理.....	(472)
一 加法原理及其特性.....	(472)
二 乘法原理及其特性.....	(473)
习题 8—1	(474)
§ 8—2 排列.....	(475)
一 排列.....	(476)
二 比较复杂的排列应用题常用基本解法.....	(477)
三 受限排列问题的解法.....	(480)
习题 8—2	(481)
§ 8—3 圆排列和重复排列.....	(483)
一 圆排列.....	(483)
二 重复排列.....	(485)
三 对按属性分组的 n 个事物的排列数的计算	(486)
习题 8—3	(488)
§ 8—4 组合.....	(490)
一 组合.....	(490)
二 组合的性质.....	(492)
三 比较复杂的组合问题常用基本解法.....	(494)
习题 8—4	(495)
§ 8—5 解排列组合问题的基本思路.....	(498)