

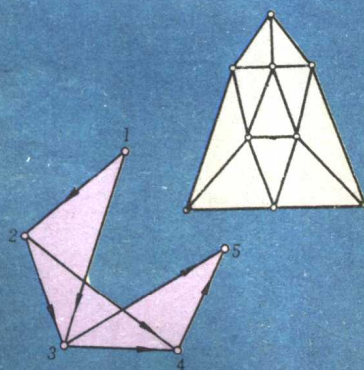


中央广播电视大学教材

离散数学学习指导书

LI SAN SHU XUE

虞恩蔚 姜云飞 顾辰钧 编



中央广播电视大学出版社

离散数学学习指导书

虞恩蔚 姜云飞 顾辰钧 编

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

离散数学学习指导书/虞恩蔚等编. —北京:中央广播电视大学出版社, 1994. 7

ISBN 7-304-01090-8

I. 离… II. 虞… III. 离散数学-广播电视教育-教学参考资料 IV. 0158

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 09003 号

离散数学学习指导书

虞恩蔚 姜云飞 顾辰钧 编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京市复兴门内大街 160 号 邮编:100031

北京密云胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 850×1168 1/32 印张 5.75 千字 149

1994 年 2 月第 1 版 1995 年 2 月第 2 次印刷

印数 12001~24000

定价:4.75 元

ISBN 7-304-01090-8/O · 76

前 言

本书是中央广播电视大学出版社 1993 年 2 月出版的《离散数学》(刘叙华等编写)的辅助教材,在内容编排上完全遵照教材的体系.

按中央电大教学计划规定,《离散数学》课内教学为 63 学时,其中电视课 45 学时,面授课 18 学时.电视课播放的内容为教材的第一章至第五章的前四节及第六章的全部,第五章的后六节与第七章的全部为面授课内容.

本书编写上每章均由四部分组成:一、教学要求;二、内容提要;三、典型例题;四、思考练习.教学要求完全与新教学大纲的要求一致;内容提要力求精练、准确;典型例题按照教学大纲要求,难易程度与教材例题、习题相近,尽量与电视课内容不相重复,适当将教材习题中的部分较难题目予以解答;思考练习则与本书中典型例题相配套.总之,本书力求使电视大学多媒体教学中各种媒体相互补充,成为一体.

本书由吉林大学姜云飞教授和长春广播电视大学虞恩蔚副教授、顾辰钧副教授编写.虞恩蔚写第一、二章,顾辰钧写第三、四章,姜云飞写第五、六、七章.我们感谢吉林大学唐中兴老师在编写第七章中给予的帮助.

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,诚恳地希望同志们给予批评指正.

编 者

1993 年 12 月

目 录

第一章 集合	(1)
一、教学要求	(1)
二、内容提要	(1)
三、典型例题	(4)
四、思考练习	(10)
第二章 关系与映射	(14)
一、教学要求	(14)
二、内容提要	(14)
三、典型例题	(23)
四、思考练习	(44)
第三章 命题逻辑	(50)
一、教学要求	(50)
二、内容提要	(50)
三、典型例题	(56)
四、思考练习	(80)
第四章 一阶逻辑	(82)
一、教学要求	(82)
二、内容提要	(82)
三、典型例题	(86)
四、思考练习	(100)
第五章 群与环	(102)
一、教学要求	(102)
二、内容提要	(102)
三、典型例题	(109)

四、思考练习	(122)
第六章 格与布尔代数	(124)
一、教学要求	(124)
二、内容提要	(124)
三、典型例题	(127)
四、思考练习	(137)
第七章 图论	(140)
一、教学要求	(140)
二、内容提要	(140)
三、典型例题	(148)
四、思考练习	(162)
思考练习答案与提示	(167)

第一章 集 合

一、教 学 要 求

1. 深刻理解子集、空集、全集、集合相等、幂集等基本概念;掌握集合的两种表示法.

2. 熟练掌握集合的交、并、差、补运算;能通过文氏图理解与掌握集合的有关运算;了解包含排斥定理及其简单应用.

3. 熟练掌握集合运算的基本定律,并能熟练地应用这些定律证明集合恒等式.

4. 深刻理解序偶与笛卡尔积的概念;理解 n 元组与 n 个集合笛卡尔积的概念.

二、内 容 提 要

(一)集合的概念与表示

集合 集合在数学上是很难精确定义的基本概念.一般地说,把一些确定的、彼此不同的事物作为一个整体来研究时,这个整体便构成一个集合.

元素 组成集合的个别事物.

通常用大写英文字母表示集合的名称,用小写英文字母表示集合的元素.若元素 a 属于集合 A ,记作 $a \in A$,否则记作 $a \notin A$.

有限集 一个集合,其组成集合元素的个数是有限的,否则称为无限集.

元数 有限集合 S 中所含元素的个数,元数也称为**基数**,记

作 $|S|$.

集合的表示方法有两种,一种是**列举法**,是将集合中的元素按任意顺序逐一列在花括号内,并用逗号分开;另一种是**描述法**,将集合中的元素所满足的某种条件或具有的某种性质用文字或符号在花括号内竖线后面表示出来.

子集 设 A, B 是任意两个集合,如果 A 中的每一个元素都是 B 中的元素,则称 A 是 B 的子集,或者说 A 包含于 B ,记作 $A \subseteq B$,或 $B \supseteq A$.

集合相等 两个集合 A 与 B 具有完全相同的元素,称为 A 与 B 相等,记作 $A=B$.

空集 不含有任何元素的集合称为空集,记作 $\emptyset$.

全集 在一个具体问题中,如果所涉及的集合都是某个集合的子集,则称该集合为全集,记作 E .

幂集 设 A 是一个集合,由 A 的所有子集组成的集合,称为 A 的幂集,记作 $\rho(A)$ 或 2^A .

定理 1 如果有限集合 A 的元数为 n ,则其幂集 $\rho(A)$ 的元数为 2^n .

(二)集合的运算

集合的并 设 A 和 B 是两个任意集合,所有属于 A 或者属于 B 的元素组成的集合称为集合 A 与 B 的并集,记作 $A \cup B$.即

$$A \cup B = \{x | x \in A \text{ 或 } x \in B\}$$

集合的交 设 A 和 B 是两个任意集合,属于 A 同时又属于 B 的所有元素组成的集合,称为 A 与 B 的交集,记作 $A \cap B$.即

$$A \cap B = \{x | x \in A \text{ 且 } x \in B\}$$

集合的差 设 A 和 B 是两个任意集合,属于 A 而不属于 B 的所有元素组成的集合,称为 A 与 B 的差集,记作 $A - B$.即

$$A - B = \{x | x \in A \text{ 且 } x \notin B\}$$

集合的补 设有全集 E ,集合 $A \subseteq E$,由 E 中所有不属于 A 的元素组成的集合,称为 A 的补集,记作 $\sim A$,即

$$\sim A = \{x | x \in E \text{ 且 } x \notin A\}$$

两个集合的并集与交集运算可以推广到任意 n 个集合, 分别有

$$\bigcup_{i=1}^n A_i = \{x | x \in A_1 \text{ 或 } x \in A_2, \dots, \text{或 } x \in A_n\}$$

$$\bigcap_{i=1}^n A_i = \{x | x \in A_1, \text{且 } x \in A_2, \dots, \text{且 } x \in A_n\}$$

包含排斥定理 设 A 与 B 是两个有限集合, 则 $|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$.

(三) 集合的运算性质

对于全集 E 的任意子集 A, B, C , 有以下运算的基本定律:

1. **交换律** $A \cup B = B \cup A; A \cap B = B \cap A$.

2. **结合律** $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C);$

$$(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C).$$

3. **分配律** $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C);$

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C).$$

4. **等幂律** $A \cup A = A; A \cap A = A$.

5. **同一律** $A \cup \emptyset = A; A \cap E = A$.

6. **零一律** $A \cup E = E; A \cap \emptyset = \emptyset$.

7. **互补律** $A \cup \sim A = E; A \cap \sim A = \emptyset$.

8. **双重否定律(或称对合律)** $\sim(\sim A) = A$.

9. **吸收律** $A \cup (A \cap B) = A;$

$$A \cap (A \cup B) = A.$$

10. **德·摩根律 (De Morgan)**

$$\sim(A \cup B) = \sim A \cap \sim B; \sim(A \cap B) = \sim A \cup \sim B.$$

定理 1 设 n 个集合 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 和集合 B , 则有分配律:

$$B \cup \left(\bigcap_{i=1}^n A_i\right) = \bigcap_{i=1}^n (B \cup A_i); B \cap \left(\bigcup_{i=1}^n A_i\right) = \bigcup_{i=1}^n (B \cap A_i);$$

定理 2 设 n 个集合 $A_1, A_2, \dots, A_n$, 全集 E , 则有德·摩根律:

$$\sim\left(\bigcup_{i=1}^n A_i\right) = \bigcap_{i=1}^n \sim A_i; \sim\left(\bigcap_{i=1}^n A_i\right) = \bigcup_{i=1}^n \sim A_i;$$

(四)序偶与笛卡尔积

序偶 由两个客体 x 和 y 按一定次序排列成的序列,称为序偶,记作 (x, y) . 其中 x 是它的第一元素, y 是它的第二元素.

两个序偶 (x, y) 与 (a, b) 相等,当且仅当 $x=a$ 和 $y=b$. 若两个序偶 (x, y) 与 (a, b) 相等,记作 $(x, y) = (a, b)$.

n 元组 对于自然数 n , n 个客体 $a_1, a_2, \dots, a_n$ 按一定次序排列成的一个序列,称为有序 n 元组,简称 n 元组,记作 $(a_1, a_2, \dots, a_n)$, a_i 称为 n 元组的第 i 个元素.

笛卡尔积 设 A 和 B 是两个任意集合,若序偶的第一元素是 A 的一个元素,第二元素是 B 的一个元素,则所有这样的序偶集合,称为集合 A 和 B 的笛卡尔积或称为集合 A, B 的直乘积,记作 $A \times B$. 即

$$A \times B = \{(x, y) | x \in A, \text{ 且 } y \in B\}$$

定理 1 设 A, B, C 为任意三个集合,则有

- (1) $A \times (B \cup C) = (A \times B) \cup (A \times C)$;
- (2) $A \times (B \cap C) = (A \times B) \cap (A \times C)$;
- (3) $(A \cup B) \times C = (A \times C) \cup (B \times C)$;
- (4) $(A \cap B) \times C = (A \times C) \cap (B \times C)$;

定理 2 设 A, B, C 为任意三个集合,且 $C \neq \emptyset$, 则有

- (1) $A \subseteq B$ 的充分必要条件是 $A \times C \subseteq B \times C$;
- (2) $A \subseteq B$ 的充分必要条件是 $C \times A \subseteq C \times B$.

定理 3 设 A, B, C, D 为四个非空集合,则 $A \times B \subseteq C \times D$ 的充分必要条件是 $A \subseteq C, B \subseteq D$.

三、典型例题

例 1 设集合 $A = \{1, \{2\}, 3, 4\}$, $B = \{a, b, \{c\}\}$, 判定下列各题的正确与错误:

- (1) $\{1\} \in A$;
- (2) $\{c\} \in B$;

- (3) $\{1, \{2\}, 4\} \subseteq A$; (4) $\{a, b, c\} \subseteq B$;
 (5) $\{2\} \subseteq A$; (6) $\{c\} \subseteq B$;
 (7) $\emptyset \subset A$; (8) $\emptyset \subseteq \{\{2\}\} \subseteq A$;
 (9) $\{\emptyset\} \subseteq B$; (10) $\emptyset \in \{\{2\}, 3\}$.

解 (1) 不正确. 因为 $\{1\}$ 是集合, 集合与集合之间一般不能有属于关系.

(2) 正确. 虽然 $\{c\}$ 是集合, 但是它又是 B 中的元素.

(3) 正确. 虽然 $\{1, \{2\}, 4\}$ 是 A 的真子集, 但是同时也满足子集定义, 故可以这样表示.

(4) 不正确, 因为 $c \notin B$.

(5) 不正确. 虽然 $\{2\}$ 是一个集合, 但是它只是 A 中的一个元素, 不能有包含关系.

(6) 不正确, 理由同(5).

(7) 正确, 符合定义.

(8) 正确, 都符合定义.

(9) 不正确, 因为 B 中本没有元素 $\emptyset$.

(10) 不正确. $\emptyset$ 不是集合 $\{\{2\}, 3\}$ 中的元素, 不能有属于关系, 若写成 $\emptyset \subseteq \{\{2\}, 3\}$ 则可以.

例 2 确定下列集合的幂集:

- (1) $A = \{a, \{b\}\}$; (2) $B = \{1, \{2, 3\}\}$;
 (3) $C = \{\emptyset, a, \{b\}\}$; (4) $D = \rho(\emptyset) = \{\emptyset\}$.

解 (1) 因为 A 的所有子集为 $\emptyset, \{a\}, \{\{b\}\}, \{a, \{b\}\}$, 所以 $\rho(A) = \{\emptyset, \{a\}, \{\{b\}\}, \{a, \{b\}\}\}$.

(2) 因为 B 的所有子集为 $\emptyset, \{1\}, \{\{2, 3\}\}$ 和 $\{1, \{2, 3\}\}$. 所以 $\rho(B) = \{\emptyset, \{1\}, \{\{2, 3\}\}, \{1, \{2, 3\}\}\}$.

(3) 因为 C 的所有子集为 $\emptyset, \{\emptyset\}, \{a\}, \{\{b\}\}, \{\emptyset, a\}, \{\emptyset, \{b\}\}, \{a, \{b\}\}, \{\emptyset, a, \{b\}\}$, 所以 $\rho(C) = \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{a\}, \{\{b\}\}, \{\emptyset, a\}, \{\emptyset, \{b\}\}, \{a, \{b\}\}, \{\emptyset, a, \{b\}\}\}$.

(4) 因为 D 的子集为 $\emptyset, \{\emptyset\}$,

所以 $\rho(D) = \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$.

说明 欲求一个给定集合的幂集合, 首先把这个给定集合的所有子集列出, 并检验所列子集的个数是否等于 2^n 个, n 为给定集合的元数, 当然, 熟练者可以省略这一步骤.

例 3 判定以下论断哪些是恒成立的? 哪些是恒不成立的? 哪些是有时成立的?

(1) 若 $a \in A$, 则 $a \in A \cup B$;

(2) 若 $a \in A$, 则 $a \in A \cap B$;

(3) 若 $a \in A \cup B$, 则 $a \in A$;

(4) 若 $a \in A \cap B$, 则 $a \in B$;

(5) 若 $a \notin A$, 则 $a \in A \cup B$;

(6) 若 $a \notin A$, 则 $a \in A \cap B$;

(7) 若 $A \subseteq B$, 则 $A \cap B = A$;

(8) 若 $A \subseteq B$, 则 $A \cap B = B$;

解 (1) 恒成立. 因为 $A \subseteq A \cup B$, 若 $a \in A$, 则 $a \in A \cup B$.

(2) 有时成立. 若 $a \in A$, 但 $a \notin B$, 则 $a \notin A \cap B$; 若 $a \in A$, 且 $a \in B$, 则 $a \in A \cap B$.

(3) 有时成立. 若 $a \in A \cup B$, 可能有三种情形: $a \in A$ 但 $a \notin B$, 或者 $a \notin A$ 但 $a \in B$, 或者 $a \in A$ 且 $a \in B$, 对于第一、三种情形, 有 $a \in A$, 但是第二种情形, $a \notin A$.

(4) 恒成立. 因为 $a \in A \cap B$, 必有 $a \in A$, 且 $a \in B$.

(5) 有时成立. 虽然 $a \notin A$, 但是, 有 $a \in B$ 或 $a \notin B$ 两种可能, 若 $a \notin B$, 则 $a \notin A \cup B$; 若 $a \in B$, 有 $a \in A \cup B$.

(6) 恒不成立. 因为 $a \notin A$, 即使 $a \in B$, 也有 $a \notin A \cap B$, 若 $a \notin B$, 更有 $a \notin A \cap B$.

(7) 恒成立. 当 $A \subseteq B$, A 是 B 的子集, 当然满足 $A \cap B = A$.

(8) 有时成立. 既然 $A \subseteq B$, 就有两种可能: $A = B$ 或者 $A \subset B$. 若 $A = B$, 则 $A \cap B = B$ 成立; 若 $A \subset B$, 则 $A \cap B = B$ 就不成立.

例 4 设全集 $E = \{a, b, c, d, e\}$, $A = \{a, d\}$, $B = \{a, b, e\}$, $C = \{b, d\}$, 求下列集合:

$$(1) A \cap \sim B; \quad (2) (A \cap B) \cup \sim C;$$

$$(3) \sim A \cup (B - C); \quad (4) \rho(A) \cap \rho(B).$$

解 (1) $A \cap \sim B = \{a, d\} \cap \{c, d\} = \{d\}.$

$$(2) (A \cap B) \cup \sim C = \{a\} \cup \{a, c, e\} = \{a, c, e\}.$$

$$(3) \sim A \cup (B - C) = \{b, c, e\} \cup \{a, e\} = \{a, b, c, e\}.$$

$$(4) \rho(A) = \{\emptyset, \{a\}, \{d\}, \{a, d\}\}$$

$$\rho(B) = \{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{e\}, \{a, b\}, \{a, e\}, \{b, e\}, \{a,$$

$b, e\}\}$

故 $\rho(A) \cap \rho(B) = \{\emptyset, \{a\}\}.$

例 5 设 A 和 B 是全集 E 的子集, 利用运算律证明:

$$(1) (A \cap B) \cup (A \cap \sim B) = A;$$

$$(2) B \cup \sim((\sim A \cup B) \cap A) = E$$

证 (1) $(A \cap B) \cup (A \cap \sim B)$

$$= A \cap (B \cup \sim B) \quad (\text{分配律})$$

$$= A \cap E \quad (\text{互补律})$$

$$= A \quad (\text{同一律})$$

$$(2) B \cup \sim((\sim A \cup B) \cap A)$$

$$= B \cup \sim((\sim A \cap A) \cup (B \cap A)) \quad (\text{分配律})$$

$$= B \cup \sim(\emptyset \cup (B \cap A)) \quad (\text{互补律})$$

$$= B \cup \sim(B \cap A) \quad (\text{同一律})$$

$$= B \cup (\sim B \cup \sim A) \quad (\text{德·摩根律})$$

$$\equiv (B \cup \sim B) \cup \sim A \quad (\text{结合律})$$

$$= E \cup \sim A \quad (\text{互补律})$$

$$= E \quad (\text{零一律})$$

说明 利用运算律证明集合恒等式时, 后面的运算律名称不一定要求写, 只是刚开始做这种类型题时标一下, 目的在于熟悉理解运算律内容, 稍加熟练后便可以不用写。

例6 设 A, B, C 是三个任意集合, 求证:

$$(1) (A \cup B) \cap (B \cup C) \cap (C \cup A) = (A \cap B) \cup (B \cap C) \cup (C \cap A);$$

$$(2) (A \cup B) \cap (B \cup C) \cap (A \cup C) \\ = (A \cap B) \cup (\sim A \cap B \cap C) \cup (A \cap \sim B \cap C).$$

证 (1) $(A \cup B) \cap (B \cup C) \cap (C \cup A)$
 $= ((A \cup B) \cap (C \cup B)) \cap (A \cup C)$
 $= ((A \cap C) \cup B) \cap (A \cup C)$
 $= ((A \cap C) \cap (A \cup C)) \cup (B \cap (A \cup C))$
 $= ((A \cap C \cap A) \cup (A \cap C \cap C)) \cup (B \cap A) \cup (B \cap C)$
 $= (A \cap C) \cup (B \cap A) \cup (B \cap C)$
 $= (A \cap B) \cup (B \cap C) \cup (C \cap A)$
 (2) $(A \cap B) \cup (\sim A \cap B \cap C) \cup (A \cap \sim B \cap C)$
 $= (A \cap B) \cup (((\sim A \cap B) \cup (A \cap \sim B)) \cap C)$
 $= (A \cap B) \cup (((\sim A \cup A) \cap (\sim A \cup \sim B)) \cap (B \cup A) \cap (B \cup \sim B)) \cap C)$
 $= (A \cap B) \cup ((\sim (A \cap B)) \cap (A \cup B) \cap C)$
 $= ((A \cap B) \cup \sim (A \cap B)) \cap ((A \cap B) \cup (A \cup B)) \cap ((A \cap B) \cup C)$
 $= (((A \cap B) \cup A) \cup B) \cap ((A \cup C) \cap (B \cup C))$
 $= (A \cup B) \cap (B \cup C) \cap (A \cup C)$

例7 利用 $A - B = A \cap \sim B$ 与吸收律及其它运算律, 证明
 $((A \cup B \cup C) \cap (A \cup B)) - ((A \cup (B - C)) \cap A) = \sim A \cap B$

证 $((A \cup B \cup C) \cap (A \cup B)) - ((A \cup (B - C)) \cap A)$
 $= ((A \cup B) \cap ((A \cup B) \cup C)) - ((A \cup (B \cap \sim C)) \cap A)$
 $= (A \cup B) - ((A \cup B) \cap (A \cup \sim C) \cap A)$
 $= (A \cup B) - (A \cap (A \cup B) \cap (A \cup \sim C))$
 $= (A \cup B) - (A \cap (A \cup \sim C))$
 $= (A \cup B) - A$

$$\begin{aligned}
&= (A \cup B) \cap \sim A \\
&= (A \cap \sim A) \cup (B \cap \sim A) \\
&= \emptyset \cup (\sim A \cap B) \\
&= \sim A \cap B
\end{aligned}$$

说明 本题证明过程中的第二步、第四步、第五步应用了吸收律,才使运算简便,否则将很繁杂.

例 8 设 A, B, C 为三个任意集合,试证明

(1) 若 $A \times A = B \times B$, 则 $A = B$;

(2) 若 $A \times B = A \times C$, 且 $A \neq \emptyset$, 则 $B = C$.

证 (1) 设任意 $a \in A$, 则 $(a, a) \in A \times A$, 因为 $A \times A = B \times B$, 有 $(a, a) \in B \times B$, 故 $a \in B$, 因此 $A \subseteq B$.

对任意 $b \in B$, 有 $(b, b) \in B \times B$, 则 $(b, b) \in A \times A$, 于是 $b \in A$, 因此 $B \subseteq A$, 所以 $A = B$.

(2) 若 $B = \emptyset$, 则 $A \times B = \emptyset$, 因为 $A \times B = A \times C$, 于是 $A \times C = \emptyset$, 而 $A \neq \emptyset$, 只有 $C = \emptyset$, 故 $B = C$.

若 $B \neq \emptyset$, 设任意 $b \in B$, 因为 $A \neq \emptyset$, 再设 $a \in A$, 则 $(a, b) \in A \times B$, 又因为 $A \times B = A \times C$, 则 $(a, b) \in A \times C$, 于是 $b \in C$, 所以 $B \subseteq C$.

同理可证 $C \subseteq B$, 故 $B = C$.

证毕

说明 在每一节后面的证明题, 若不能应用本节给出的定理, 一般要考虑用定义证明.

例 9 在具有 x 和 y 轴的笛卡尔坐标系中, 若有 $X = \{x | x \in \mathbb{R}, \text{ 且 } -3 \leq x \leq 2\}$, $Y = \{y | y \in \mathbb{R}, \text{ 且 } -2 \leq y \leq 0\}$, 试求出笛卡尔积 $X \times Y, Y \times X$, 画出其图象.

解 $X \times Y = \{(x, y) | -3 \leq x \leq 2, -2 \leq y \leq 0, x, y \in \mathbb{R}\}$

$Y \times X = \{(y, x) | -2 \leq y \leq 0, -3 \leq x \leq 2, x, y \in \mathbb{R}\}$

$X \times Y$ 与 $Y \times X$ 的图象如图 1-1 所示的阴影部分.

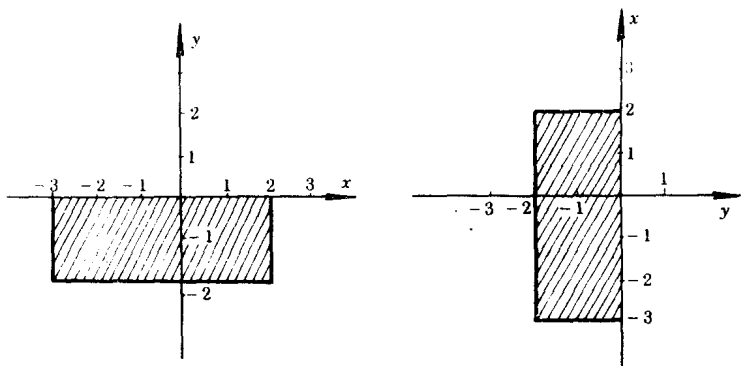


图 1-1

说明 对于笛卡尔积 $Y \times X$ 的图象, 从 $(y, x) \in Y \times X$, 点 (y, x) 要求第一元素为该点的横坐标, 第二元素为该点的纵坐标, 所以将图 1-1 中右图表示两轴的字母换成 y, x .

四、思考练习

(一) 填空题

1. 已知集合 $A = \{\emptyset, 1, 2\}$, 则 A 的幂集合 $\rho(A) = \underline{\hspace{2cm}}$
2. 设全集 $E = \{a, b, c, d, e\}$, $A = \{a, b, c\}$, $B = \{a, d, e\}$, 则 $A \cup B = \underline{\hspace{2cm}}$, $A \cap B = \underline{\hspace{2cm}}$, $A - B = \underline{\hspace{2cm}}$, $\sim A \cap \sim B = \underline{\hspace{2cm}}$.
3. 设 A, B 是两个集合, 其中 $A = \{1, 2, 3\}$, $B = \{1, 2\}$, 则 $A - B = \underline{\hspace{2cm}}$, $\rho(A) - \rho(B) = \underline{\hspace{2cm}}$.
4. 设 $A = \{x \mid -1 \leq x \leq 2, x \in \mathbb{R}\}$, $B = \{x \mid 0 < x \leq 5, x \in \mathbb{R}\}$, 则

$A - B = \underline{\hspace{2cm}}$, $B - A = \underline{\hspace{2cm}}$, $\sim A = \underline{\hspace{2cm}}$, $\sim B = \underline{\hspace{2cm}}$.

5. 由集合运算的吸收律, $A \cap (A \cup B) = \underline{\hspace{2cm}}$, $A \cup (A \cap B) = \underline{\hspace{2cm}}$.

6. 由集合运算的基本定律:

(1) $A \cap A = A$, 满足 $\underline{\hspace{2cm}}$ 律;

(2) $A \cup E = E$, 满足 $\underline{\hspace{2cm}}$ 律;

(3) $A \cap E = A$, 满足 $\underline{\hspace{2cm}}$ 律;

(4) $A \cap \sim A = \emptyset$, 满足 $\underline{\hspace{2cm}}$ 律;

7. 对于任意集合 A, B , 德·摩根律为 $\underline{\hspace{2cm}}$,

8. 设 A 与 B 是两个有限集合, 则包含排斥定理 $|A \cup B| = \underline{\hspace{2cm}}$.

9. 序偶 $(a, b) = (x, y)$ 的充分必要条件是 $\underline{\hspace{2cm}}$.

10. 设 A, B 是两个集合, 其中 $A = \{1, 2\}$, $B = \{a, b, c\}$, 则 $A \times B = \underline{\hspace{2cm}}$, $B \times A = \underline{\hspace{2cm}}$.

(二) 单项选择题

1. 设 X, Y 为集合, 当 () 时, $X - Y = Y$.

A. $X = Y$; B. $X \subseteq Y$; C. $X \supseteq Y$; D. $X = Y = \emptyset$.

2. 下列式子中正确的有 ():

A. $\emptyset = 0$; B. $\emptyset \in \{\emptyset\}$; C. $\emptyset \in \{a, b\}$; D. $\emptyset \in \emptyset$.

3 下列命题正确的有 ()

A. $\{a, b\} \subseteq \{a, b, \{a, b\}\}$;

B. $\{a, b\} \in \{a, b, \{a, b, c\}\}$;

C. $\{a, b\} \subseteq \{a, \{\{a, b\}\}\}$;

D. $\{a, b\} \in \{a, b, \{\{a, b\}\}\}$.

4. 设集合 $X = \{x, y\}$, 则 $\rho(X) = (\quad)$

A. $\{\{x\}, \{y\}\}$; B. $\{\emptyset, \{x\}, \{y\}\}$;

C. $\{\emptyset, \{x\}, \{y\}, \{x, y\}\}$; D. $\{\{x\}, \{y\}, \{x, y\}\}$.