中央广播电视大学职业教育指定教材

张国昌 主编

数学（上册）

SHUXUE

中央廣播電視大學出版社

中央广播电视大学职业教育指定教材

数　　学

（上　册）

张国昌　主编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学.上册/张国昌主编.–北京:中央广播电视大学出版社,2000.8
中央广播电视大学职业教育指定教材
ISBN 7–304–01927–1

Ⅰ.数… Ⅱ.张… Ⅲ.数学–电视大学–职业教育–教材 Ⅳ.013

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 68784 号

中央广播电视大学职业教育指定教材
数　学
(上册)
张国昌　主编

出版·发行/中央广播电视大学出版社
经销/全国各地新华书店
印刷/北京集惠印刷有限公司
开本/787×1092　1/16　印张/12.75　字数/289 千字

版本/2000 年 8 月第 1 版　2001 年 9 月第 2 次印刷
印数/4001—8000

社址/北京市复兴门内大街 160 号　邮编/100031
电话/66419791　66417896　(本书如有缺页或倒装,本社负责退换)

书号:ISBN 7–304–01927–1/O·103
定价:15.30 元

出 版 说 明

中央广播电视大学职业教育指定教材的编写宗旨是:根据职业教育的特点,紧密结合职业教育培养目标,针对学生需要,充分依靠学科骨干教师和媒体设计制作专家,进行面向21世纪的多种媒体教材建设。其中,文化课教材强调以提高学生科学文化素质为主,并注重知识的实际应用和实践能力的培养;专业基础课教材和专业课教材力求突出职业教育的特色,在教材内容上尽量反映生产第一线的知识、技术、工艺和技能,知识含量以学生未来适应工作岗位的需要为尺度,并能适应广大学生的自学要求。

经审定,本套职业教育指定教材可以用作各级各类职业教育教材,亦可供广大读者自学参考。

中央广播电视大学

前　言

本书根据中央广播电视大学2000年4月审定通过的《数学课程教学大纲》,在有关部门的关心指导下编写而成.

根据职业教育的特点和面向21世纪对数学课程教学改革的要求,本书编写时力求遵循以下原则:

(一)注重衔接,便于自学

针对学员起点低、差异大、分布广的特点,本书切实注意与初中数学基础的衔接,充分尊重学习过程的认知规律.对新知识的阐述,坚持实例引路,循序渐进,深入浅出.每节配备练习题,每章配备本章小结和复习思考题,适当增加例题,注重例题、练习题及复习思考题的相互配合,同时配备《数学辅导与练习》和相应的音像教材.

(二)保证基础,富有弹性

本书在选材上注意返璞归真,以简驭繁,注意渗透"大众数学(Mathematic of All)"意识,从传统的数学教材中加以精选,并在系统上作局部调整,保证必要的基础,削枝强干,贯彻必需、够用的原则,保证学员的基本数学素质.为体现为后继课程服务的要求,本书安排了一定章节的选学内容,以满足不同专业的教学需要.

(三)淡化理论,立足应用

本书尊重学科,但不恪守学科性,淡化理论推证,尽量借助图形、实例来解释验证,使抽象问题具体化、形象化.注意渗透"问题解决(Problem Solving)"的思想,进一步贯彻以应用为目的的原则,贴近生活,联系实际,充实了应用型的例题和习题,引导学员将数学知识应用到生产实践中去,切实培养学员运用数学分析问题、解决问题的能力.

(四)强化能力,适度更新

本书重视数学思想和方法的揭示,注重基本概念实际背景的揭示,注意将一些重要的数学思想和方法(集合思想、函数思想、化归思想、形数结合思想、极限思想、微元法思想等)贯穿于全书内容之中,同时还注重培养学员科学的、良好的思维习惯,以切实提高学员的综合数学能力和学习素质.考虑到计算机技术为特征的信息社会对数学课程的要求,故本书适时、适度地将计算器使用及现代化的教学媒体引入课堂,以提高学员基本工具的使用能力.

本书分为上、下两册,上册内容包括:集合与函数、三角函数、平面解析几

何、数列、复数、立体几何、计算器的使用；下册内容分为三个部分：一元函数微积分学（极限与连续、导数与微分、导数的应用、不定积分、定积分及其应用）；概率初步；线性代数初步.

全书编写力求做到文字精炼、简明、生动，语言准确，结构合理，条理清晰，重点突出，操作性强.

本书由张国昌（华东船舶工业学院）主编，臧正松（华东船舶工业学院）、于庆汉（天津市物资贸易学校）担任副主编.具体编写分工如下：张国昌（第一、五、七、八、九章）；臧正松（第三、六、十、十一章）；于庆汉（第二、十三章）；张艳松（第四、十二章），全书由张国昌、臧正松、赵坚总纂定稿，由中央广播电视大学出版社钱辉镜社长主审.

本书在编写过程中，得到中央广播电视大学校领导的大力支持和热忱帮助，书中参考了国内同类教材，在此一并致以衷心的感谢.

本书在编写过程中，虽然编者四易其稿，尽了最大努力，但限于编者水平，加之编写时间仓促，以及数学教学改革中不少问题还有待于进一步探索，因此，书中不足与疏漏之处在所难免，恳请广大读者和用书单位不吝批评指正.

编　者

2000年8月

目　录

第一章

集合与函数

集合是现代数学中最基本的概念之一，它的基本知识已被运用于数学的各个领域．函数是数学中的一个极其重要的概念，是学习高等数学、应用数学和其他科学技术必不可少的基础．本章将先介绍关于集合的一些重要概念、常用符号和简单运算，然后阐述函数的概念和有关的一些基本知识，并讨论幂函数、指数函数和对数函数的概念、图象和性质．

§1－1 集 合

一、集合的概念及其表示法

（一）集合的概念

日常生活中经常听到“集合”一词．如，班长喊：“集合！”同学们立即聚集在一起．再如，只有集合多种调查材料，才能搞分析统计工作．以上的“集合”是动词，是“聚”的意思，它反映事物聚集的过程．数学中的“集合”是名词，它只反映事物聚集的结果，例如：

(1) 火药，指南针，造纸术，印刷术；

(2) 某班的全体学生；

(3)2,4,6,8；

(4) 到线段的两个端点距离相等的所有点．

它们分别都是由确定的一些事物、一些人、一些数、一些点构成的整体．

在数学中，我们把一组能够确定的对象组成的整体，称为**集合**，简称**集**．其中，构成集合的各个对象称为这个集合的**元素**．

上例(3)，是由小于 10 的正偶数全体构成的集合，其中 2,4,6,8 都是这个集合的元素，且只有这四个元素．在上例(4) 所构成的集合中，到线段两端点距离相等的每个点都是这个集合的元素，且这样的点有无穷多个．

含有限个元素的集合，称为**有限集**；含无限多个元素的集合，称为**无限集**，此外还规定，不含任何元素的集合，称为**空集**，记作 $\varnothing$．

习惯上，我们用太写字母 $A,B,C,\cdots$ 等表示集合，而用小写字母 $a,b,c,\cdots$ 等表示集合的元素．如果 a 是集合A 的元素，就称 a **属于**集合A，记作 $a\in A$；如果 a 不是集合A 的元素，就称 a **不属于**集合A，记作 $a \notin A$．

我们还可以用一个圆(或一条封闭曲线) 把所给的元素圈起来，表示一个集合，如图 1－1 所示．其中，$x\in A$，$y\notin A$．

集合中的元素具有以下两个特征：

1.确定性　对于一个给定的集合，这个集合中的元素是能够确定的.也就是说，对于任何一个事物，可以判断它是或者不是给定集合的元素；

2.互异性　对于一个给定的集合，这个集合中的元素是互不相同的.也就是说，在一个集合中不能重复出现同一个元素.

我们可以根据这两个特征说明所给的一组事物是否可以构成集合.

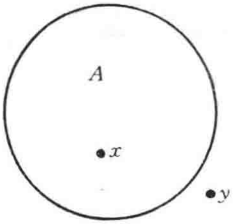


图 1－1

例 1　下列各题中所给的每组事物是否构成集合.

(1) 小于 10 的自然数；

(2) 较大的有理数；

(3) 方程 $x^2+2x+1=0$ 的所有实数根.

解：(1) 可以构成集合，因为任意一个自然数是否小于 10 是可以确定的；

(2) 不能构成集合，因为无法判断多大的有理数才算作较大的有理数；

(3) 可以构成集合，-1 是方程的二重根，只能看作是由一个元素“-1”构成的集合.

由数组成的集合，称为**数集**.常见的数集及其符号见表 1－1.

表 1－1

数　集	符　号
自然数集	$\mathbf{N}$
整数集	$\mathbf{Z}$
有理数集	$\mathbf{Q}$
实数集	$\mathbf{R}$

若数集中的元素都是正数，就在集合符号的右上角标以“+”；若数集中的元素都是负数，就在集合符号的右上角标以“−”号.例如，正整数集记作 $\mathbf{Z}^+$，负实数集记作 $\mathbf{R}^-$ 等等.

例 2　判断给定的元素 $3,-5,\frac{1}{2},0,\pi$ 分别属于 $\mathbf{N},\mathbf{Z},\mathbf{Q},\mathbf{R}$ 中的哪些集合？

解：$3\in\mathbf{N},3\in\mathbf{Z},3\in\mathbf{Q},3\in\mathbf{R}$；

$-5\in\mathbf{Z},-5\in\mathbf{Q},-5\in\mathbf{R}$；

$\frac{1}{2}\in\mathbf{Q},\frac{1}{2}\in\mathbf{R}$；

$0\in\mathbf{Z},0\in\mathbf{Q},0\in\mathbf{R}$；

$\pi\in\mathbf{R}$.

（二）集合的表示法

对于一个给定的集合，它的表示方法通常有列举法和描述法两种.

将某集合的元素一一列举出来，全部写进｛　｝内来表示集合的方法，称为**列举法**.

用列举法表示集合时，｛　｝内不能重复出现同一个元素，元素之间要用逗号分开，一般情况下不必考虑元素之间的顺序.

例如，平方后等于 1 的数的集合可以表示为 $\{-1,1\}$ 或 $\{1,-1\}$；方程 $x-2=0$ 的根的集合可表示为 $\{2\}$.我们把仅由一个元素构成的集合，称为**单元素集**.

用列举法表示无限集时，不可能把元素全写出来，只能采取先写出部分元素，后面加省略号“…”来表示. 但要注意写出的元素应具有规律，便于推断出后面的元素. 这样写，不意味元素必须有序.

例如，自然数集 **N** 可用列举法表示为 $\{1,2,3,4,\cdots\}$；自然数的平方构成的集合，可表示为 $\{1,4,9,16,\cdots\}$.

将某集合的元素所具有的共同性质或满足的共同条件加以描述，写进 $\{\quad\}$ 内表示集合的方法称为**描述法**. 具体形式为 $\{x \mid x$ 共有的属性$\}$. 其中，竖线左边的 x 为该集合的代表元素，竖线右边常用数学表达式表示.

在用语言描述元素的共同属性时，也可以省略竖线和代表元素. 如 {小于 10 的自然数}. 在表示点的集合时，因为平面上的点通常要用坐标形式表示，所以代表元素相应地要用有序实数对 (x,y) 来表示.

例如，由满足 $-1<x<2$ 的整数 x 构成的集合，可表示为 $\{x \mid -1<x<2, x \in \mathbf{Z}\}$；由直角坐标系第一象限的所有点构成的集合，可表示为 $\{(x,y) \mid x>0, y>0\}$；由方程 $x^2-5x+6=0$ 的根构成的集合，可表示为 $\{x \mid x^2-5x+6=0\}$；自然数集 **N**，也可表示为 $\{x \mid x \in \mathbf{N}\}$ 或 {自然数}.

例 3 分别用列举法和描述法表示下列集合.

(1) 正偶数的集合；

(2) 方程 $x^2=1$ 的解集.

解：(1) 正偶数的集合用列举法可表示为 $\{2,4,6,8,\cdots\}$，用描述法可表示为 $\{x \mid x=2n, 且\ n \in \mathbf{N}\}$；

(2) 解方程 $x^2=1$ 得 $x_1=-1, x_2=1$.

用列举法表示方程的解集为 $\{-1,1\}$，用描述法表示方程的解集为 $\{x \mid x^2=1\}$.

二、集合与集合的关系

如果我们班由共青团员构成的集合和由全体同学构成的集合可分别表示为

$$A=\{班里的团员\}, B=\{班里的同学\}.$$

那么，集合 A 中的每个元素都是集合 B 的元素. 如果全班同学都加入了团组织，那么集合 A 的元素就和集合 B 的元素完全相同了. 这时，集合 A 的每个元素仍都是集合 B 的元素，同时集合 B 中的每个元素也都是集合 A 的元素(图 1 - 2).

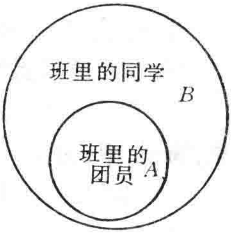


图 1 - 2

对于两个集合 A 和 B，如果集合 A 的任何一个元素都是集合 B 的元素，那么集合 A 称为集合 B 的**子集**，记作

$$A \subseteq B \quad 或 \quad B \supseteq A,$$

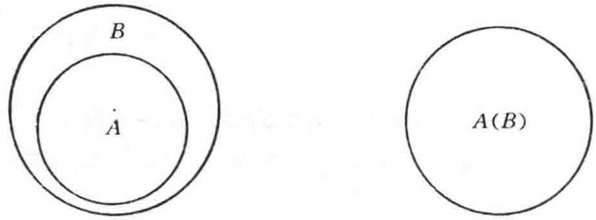
读作“A 包含于 B”或“B 包含 A”.

A 是 B 的子集应包括图 1 - 3 所示的两种情况：

如果 A 是 B 的子集，并且 B 中至少有一个元素不属于 A，那么集合 A 称为集合 B 的**真子集**，记作

$$A \subset B \quad 或 \quad B \supset A.$$

A 是 B 的真子集,如图 1 - 3(a) 所示.



(a) (b)

图 1 - 3

对于两个集合 A 与 B,如果有 $A \subseteq B$,同时 $B \supseteq A$ 我们就称这两个集合相等,记作

$$A = B,$$

读作"A 等于 B".

集合 $A = B$,如图 1 - 3(b) 所示.

根据子集的概念可以知道,任何一个集合 A 都是它本身的子集,即 $A \subseteq A$.

我们还规定,空集是任何集合 A 的子集,即 $\varnothing \subseteq A$.

根据真子集的概念可以知道,空集 $\varnothing$ 是任何非空集合 B 的真子集,即 $\varnothing \subset B$.

例 4 写出集合 $\{0,1,2\}$ 的所有子集,并指出哪些是真子集.

解: 集合 $\{0,1,2\}$ 有三个元素 0,1,2. 它的子集为:空集 $\varnothing$;任取一个元素组成的子集 $\{0\}$,$\{1\}$,$\{2\}$;任取两个元素组成的子集 $\{0,1\}$,$\{0,2\}$,$\{1,2\}$;三个元素全取组成的子集 $\{0,1,2\}$. 以上共有 8 个子集,其中除 $\{0,1,2\}$ 外,其余 7 个都是真子集.

三、集合的运算

(一) 交集　并集

我们来看下面的例子:

两个果园生产的水果构成的集合分别表示为 A = {苹果,柿子,梨,海棠},B = {梨,桃,杏,苹果,李子}. 问:

(1) 两果园共生产多少种相同水果?它们构成的集合是什么?

(2) 两果园共生产多少种水果?它们构成的集合是什么?

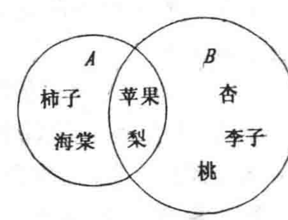


图 1 - 4

我们可以用图 1 - 4 示意上述问题. 显然:(1) 两果园生产 2 种相同的水果,它们构成的集合是{苹果,梨}. (2) 两个果园共生产 7 种水果,它们构成的集合是{苹果,梨,柿子,海棠,杏,李子,桃}.

一般地,我们把属于集合 A 且属于集合 B 的所有元素构成的集合,称为集合 A 与集合 B 的**交集**. 记作 $A \cap B$,读作"A 交 B",即

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

如图 1 - 5 所示(图中阴影部分表示 $A \cap B$).

对任何集合 A,B,不难看出

$$A \cap A = A, A \cap \varnothing = \varnothing, A \cap B = B \cap A.$$

一般地,我们把属于集合 A 或集合 B 的所有元素(当然包括既属于集合 A 又属于集合 B 的元素)构成的集合称为集合 A 与集合 B 的**并集**.记作 $A \cup B$,读作"A 并 B",即

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

如图 1-6 所示(图中阴影部分表示 $A \cup B$).对任何集合 A, B,不难看出

$$A \cup A = A, A \cup \varnothing = A,$$
$$A \cup B = B \cup A.$$

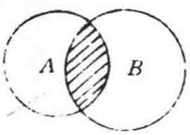


图 1-5

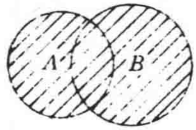


图 1-6

"且"与"或",是在交集与并集概念中起关键作用的连词.在日常用语中,"且"表示"而且"、"并且"、"既…又…"的意思,即对被连接的两部分的要求必须兼备.如对交集的元素可理解为"既属于 A,又属于 B 的元素"."或"表示选择关系,即对被连接的两部分可以作任意选择.如对构成并集的元素可理解为"或属于 A,或属于 B 的元素".

例 5 求下列集合的交集与并集:

$A = \{a, b, c, d, e, f\}, B = \{b, e, f, g, h\}$.

解: $A \cap B = \{a, b, c, d, e, f\} \cap \{b, e, f, g, h\} = \{b, e, f\}$,

$A \cup B = \{a, b, c, d, e, f\} \cup \{b, e, f, g, h\} = \{a, b, c, d, e, f, g, h\}$.

(二) 全集与补集

我们先来看这样一个问题:

我们知道,偶数集和奇数集都是整数集的子集.如果以整数集为前提,考虑"不属于偶数集的元素构成的集合?"显然应该是奇数集.若去掉"在整数集"这个前提,则对于什么是"不属于偶数集的元素构成的集合"就不好回答了.

在研究集合与集合之间的关系时,在某些情况下,所研究的几个集合往往都是一个给定集合的子集,或者说,这个给定的集合含我们所要研究的几个集合的全部元素,我们就把这个给定的集合称为**全集**,记作 I.

例如,在研究奇数和偶数时,可以把整数集 $\mathbf{Z}$ 作为全集;在研究有理数集时,常常把实数集 $\mathbf{R}$ 作为全集;在研究平面上点的坐标时,就把平面上所有的点的集合作为全集,即 $I = \{(x, y) \mid x \in \mathbf{R}, y \in \mathbf{R}\}$.这说明对于不同的研究对象,应该有不同的全集.

已知全集 I,集合 A 是全集 I 的子集(即 $A \subseteq I$),由 I 中所有不属于集合 A 的元素组成的集合,称为集合 A 在全集 I 中的**补集**,记作 $\overline{A}$,读作"A 补",即

$$\overline{A} = \{x \mid x \in I \text{ 且 } x \notin A\}.$$

集合 $\overline{A}$ 在全集 I 中的补集记作 $\overline{\overline{A}}$.

由补集的概念可以看出,集合 $I, A, \overline{A}$ 具有以下的关系:

$$A \cup \overline{A} = I, A \cap \overline{A} = \varnothing, \overline{\overline{A}} = A.$$

集合 A 在全集 I 中的补集和集合 $\overline{A}$ 在全集 I 中的补集分别如图 1-7 中的 (a),(b) 所示(长方形内表示全集 I,圆内表示集合 A,圆外表示集合 A 的补集 $\overline{A}$).

(a) (b)

图1－7

集合 A 的补集 $\overline{A}$ 是相对于全集 I 而言的. 对于确定的集合 A，如果全集 I 发生变化，那么 A 的补集 $\overline{A}$ 也就相应地发生变化. 因此必须强调：说到集合 A 的补集一定要明确是相对于哪个全集的补集.

例6 设全集 $I=\{0,1,2,3,4,5\}$，集合 $A=\{1,3,5\}$，求 $\overline{A}$，$A\cap\overline{A}$，$A\cup\overline{A}$.

解：$\overline{A}=\{0,2,4\}$；

$A\cap\overline{A}=\{1,3,5\}\cap\{0,2,4\}=\varnothing$；

$A\cup\overline{A}=\{1,3,5\}\cup\{0,2,4\}=\{0,1,2,3,4,5\}=I$.

例7 设全集 $I=\mathbf{R}$，集合 $A=\{x\mid x<0\}$，求 $\overline{A}$.

解：$\overline{A}=\{x\mid x\geqslant 0\}$.

例8 设 $I=\{$小于10的自然数$\}$，$A=\{2,3,5,7\}$，$B=\{$小于10的正奇数$\}$，求 $\overline{A}$，$\overline{B}$，$\overline{A}\cup\overline{B}$，$\overline{A\cap B}$，$\overline{A\cup B}$.

解：$\overline{A}=\{1,4,6,8,9\}$；

$\overline{B}=\{2,4,6,8\}$；

$$\overline{A}\cup\overline{B}=\{1,4,6,8,9\}\cup\{2,4,6,8\}$$
$$=\{1,2,4,6,8,9\}；$$

因为 $A\cap B=\{2,3,5,7\}\cap\{1,3,5,7,9\}=\{3,5,7\}$，

所以 $\overline{A\cap B}=\{1,2,4,6,8,9\}$；

因为 $A\cup B=\{1,2,3,5,7,9\}$，所以 $\overline{A\cup B}=\{4,6,8\}$.

练习 1－1

1.（口答）下列各题所给的每组事物是否构成集合？

(1) 西单商场里的漂亮时装； (2) $-\frac{1}{2},0,\frac{1}{2}$； (3) 平方后小于零的实数；

(4) 大小接近于零的有理数； (5) 到一个定点的距离等于定长的所有的点；

(6) 首都北京的所有的立交桥.

2.用符号 $\in$ 或 $\notin$ 填空：

0 ____ $\mathbf{N}$，3.14 ____ $\mathbf{N}$，-1 ____ $\mathbf{N}$，$\frac{1}{3}$ ____ $\mathbf{N}$，$\sqrt{2}$ ____ $\mathbf{N}$；

0 ____ $\mathbf{Z}$，3.14 ____ $\mathbf{Z}$，-1 ____ $\mathbf{Z}$，$\frac{1}{3}$ ____ $\mathbf{Z}$，$\sqrt{2}$ ____ $\mathbf{Z}$；

0 ____ $\mathbf{Q}$，3.14 ____ $\mathbf{Q}$，-1 ____ $\mathbf{Q}$，$\frac{1}{3}$ ____ $\mathbf{Q}$，$\sqrt{2}$ ____ $\mathbf{Q}$；

0 ____ $\mathbf{R}$，3.14 ____ $\mathbf{R}$，-1 ____ $\mathbf{R}$，$\frac{1}{3}$ ____ $\mathbf{R}$，$\sqrt{2}$ ____ $\mathbf{R}$.

3. 用适当的方法表示以下集合:

(1) 所有偶数的集合; (2) 所有正奇数的集合;

(3) 所有大于0小于4的实数的集合; (4) 北京市,上海市,天津市,重庆市;

(5) 一次函数 $y = 3x - 2$ 的图象上的所有的点.

4. 试选择“$\in$, $\notin$, $\subseteq$, $\supseteq$, $=$”之一填空:

(1)3 ____ {全体偶数}; (2)2 ____ $\{x \mid 2x - 4 = 0\}$; (3) $\{x \mid \sqrt{x} = 1\}$ ____ $\{x \mid x = 1\}$;

(4)a ____ $\{a, b\}$; (5)$\{a\}$ ____ $\{a, b\}$; (6)$\{0\}$ ____ $\varnothing$;

(7)a ____ $\{b, c, d\}$ (8)$\mathbf{Q}^+$ ____ $\mathbf{R}^+$; (9)$\mathbf{R}$ ____ $\mathbf{N}$.

5. 根据题目要求写出子集或真子集:

(1) 写出集合{平方后等于1的数}的所有真子集;

(2) 写出集合$\{a, b, c, d\}$的含有两个元素的子集.

6. 已知两个集合 A 与 B,求 $A \cup B$:

(1)$A = \{1,2,3,4,5\}$, $B = \{4,5,6,7\}$;

(2)A = {正整数}, B = {正分数}.

7. 已知两个集合 A 与 B,求 $A \cap B$:

(1)$A = \{1,2,3,4,5\}$, $B = \{4,5,6,7\}$;

(2)A = {有理数}, B = {无理数}.

8. 用适当的集合填空:

(1)

$\cup$	$\varnothing$	A	$\bar{A}$
$\varnothing$			
A			
$\bar{A}$			

(2)

$\cap$	$\varnothing$	A	$\bar{A}$
$\varnothing$			
A			
$\bar{A}$			

9. 设 I = {不大于10的自然数}, $A = \{1,2,4,5,9\}$, $B = \{3,6,7,8,10\}$,求:(1)$A \cup B$;(2)$A \cap B$;(3)$\bar{A} \cup \bar{B}$;(4)$\bar{A} \cap \bar{B}$;(5)$\overline{A \cup B}$;(6)$\overline{A \cap B}$.

§1-2 一元二次不等式与绝对值不等式

一、区间

在实数集的子集中,介于两个不同实数之间的所有实数构成的集合,还可以用**区间**的形式表示.

设 $a, b \in \mathbf{R}$,且 $a < b$,我们把

$\{x \mid a < x < b\}$称为**开区间**,表示为(a, b);

$\{x \mid a \leqslant x \leqslant b\}$称为**闭区间**,表示为$[a, b]$;

$\{x \mid a < x \leqslant b\}$与$\{x \mid a \leqslant x < b\}$都称为**半开半闭区间**,可分别表示为$(a, b]$与$[a, b)$.

a, b 称为区间的端点;用圆括号表示不含端点,用方括号表示含端点.当两端点分别向左、右变化至无限时,所得的区间就包括全体实数了.因此 $\mathbf{R}$ 也可以借用区间$(-\infty, +$

∞）形式来表示，其中“∞”读作“无穷大”，“$-\infty$”读作“负无穷大”，“$+\infty$”读作“正无穷大”.

这样，可将 $\mathbf{R}^+$，$\mathbf{R}^-$ 分别表示为 $(0,+\infty)$，$(-\infty,0)$；将 $\{x \mid x>a\}$，$\{x \mid x \geqslant a\}$，$\{x \mid x<a\}$，$\{x \mid x \leqslant a\}$ 分别表示为：

$$(a,+\infty),[a,+\infty),(-\infty,a),(-\infty,a].$$

注意：用区间表示集合时，两端点是有序的，较小的数须在左端，不能颠倒. 另外，使用“$+\infty$”和“$-\infty$”的一端只能用圆括号表示. 区间形式是一种特定数集的表示方法.

在数轴上表示区间时，用空心点表示不含端点，用实心点表示含端点. 区间内的部分用粗实线表示（图 1－8）.

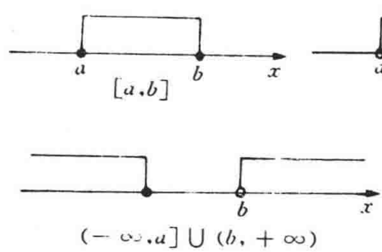


图 1－8

例 1 用区间形式表示下列集合：

(1) $\mathbf{R}^+ \cup \{0\}$； (2) $\{x \mid x<-2 \text{ 或 } x>2\}$.

解：(1) $\mathbf{R}^+ \cup \{0\}$ 可表示为 $[0,+\infty)$；

(2) $\{x \mid x<-2 \text{ 或 } x>2\}$ 可表示为 $(-\infty,-2) \cup (2,+\infty)$.

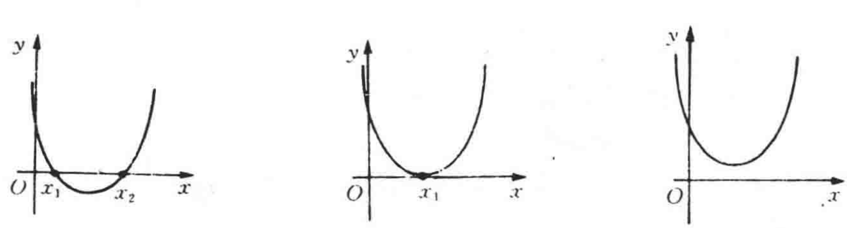
二、一元二次不等式

（一）一元二次函数的图象

一元二次函数 $y=ax^2+bx+c(a \neq 0)$ 的图象是一条抛物线，当 $a>0$ 时，开口向上；当 $a<0$ 时，开口向下.

下面我们考虑 $a>0$ 时的三种情况：

(1) 令 $y=0$，如果 $ax^2+bx+c=0$ 有两个不相等的实数根 x_1，x_2（即 $\Delta>0$），那么，$y=ax^2+bx+c$ 的图象与 x 轴有两个交点 $(x_1,0)$，$(x_2,0)$（如图 1－9(a)）；



(a)　　(b)　　(c)

图 1－9