



# 自然科学基础

李克仁 赵玲 白婉华 李茗 阎淑霞

# 自然科学基础

李克仁 赵玲  
白婉华 李茗 阎淑霞

吉林大学出版社

## 自然科学基础

李克仁 赵玲

白婉华 李茗 阎淑霞

---

责任编辑、责任校对：唐万新

封面设计：张沐沉

---

吉林大学出版社出版  
(长春市东中华路 29 号)

吉林大学出版社发行  
吉林农业大学印刷厂印刷

---

开本：787×1092 毫米 1/32

1995 年 10 月第 1 版

印张：16.25

1995 年 10 月第 1 次印刷

字数：362 千字

印数：1—2600 册

---

ISBN 7-5601-1821-6/N·17

定价：16.00 元

## 前 言

20 世纪后半叶,随核能、电子计算机、微电子、激光、生物工程等高新技术的出现和发展,自然科学和人文社会科学两大体系的传统分界早已打破,相互渗透、相互联合共同发展的态势正在形成。广大文科学生适度学习一些基础自然科学,已不仅是个人兴趣的问题,而是社会、时代进步的需要,是迎接未来种种挑战的需要。

当然,现代基础自然科学系统庞大,内容艰深。学好自然科学的需要与可能之间有一个很大的矛盾,必须妥善解决。我们认为,关键的问题是从文科学生的实际条件和需要出发处理知识体系和思想框架建构的关系,设法发扬文科学生善于思考的优势,合理地组织自然科学的教学体系。如果能够有效地把科学知识和认识论相结合,那么文科学生同样会很好地理解现代自然科学的精华。

现代自然科学有应用技术、通用技术、基础理论三个不同而又相关的层次,错综复杂。为了用有限的精力从总体上了解现代科学的基本思想、特点、主要成就和相关问题,从而为了解现代社会的发展提供科学的依据,就不能纠缠于各种技术性细节,而应致力于寻求把握现代科学精华的思想体系的途径。本书就是从这一基本认识出发,把至关重要的自然科学基础理论中的数学、物理学、化学和生物学作为教学内容,并把由最基本的概念、原理组成的知识体系同科学认识发展的动态过程相结合选取内容和组织教学体系的。

本书按数学、物理学、生物学、化学顺序分成四篇。各篇之间有一定的内在联系,但保持了各自的特点和相对完整性,利

于酌情选用。

数学篇有基本知识和数学发展概述两类内容,而且用不同方式分开讲述。这样可以降低学习高等数学的难度,在较短课时内了解高等数学的入门知识,培育一些演算能力和定量思维意识,适度消除畏惧数学的心理障碍。数学发展综合概述部分对各专业都有助益,适当了解数学自古至今的历史渊源,基本概念发展的线索,跃变的关键等思想性内容,有利于提高科学思维的素质,从数学思想的精华中找到充实自己专业的要素。

物理学篇首先是为哲学专业的教学需要编写的,也适合于理、工科专业参考。由于将物理学理论发展的内在逻辑和科学的认识规律相结合,按物理思想和基本概念系统发展组织教学体系,所以较好地处理了物理内容同实验、数学工具的关系,物理思想同知识、技术的关系,能引导学生沿一条明晰的思路学习物理学。

生物学篇是针对当今世界正向生物学世纪猛进的形势而编写的。现代生物学已发展到分子水平,揭示生命起源、改造生物物种、战胜各种严重危害人类健康的疾病、为人类的生存和发展创造一个美好的环境等理想的实现,都和生物学的进步密切相关。所以,科学家们预言 21 世纪将是生物学世纪,人类的各种活动都程度不同地与生物学有关。学习一些现代生物学知识是十分必要的。

化学篇分古代早期化学、近代化学、现代化学三个部分,着重说明了化学和人类社会物质文明的关系,人们对于物质世界的化学组成、性质、变化规律认识的曲折辩证发展过程。从古代到 17 世纪的早期化学,虽然是以纯经验性操作的工艺和充满神秘色彩的炼金术形式出现,但对于认识古代人类社

会的生产活动、物质观、艺术、文化、宗教等各方面的科学背景有很大价值。因此,适合哲学、历史、中文、社会学等专业参考。

了解 17 世纪到 19 世纪近代化学的建立过程和 20 世纪以来现代化学体系的形成和发展,可以生动地看到化学是怎样从经验臆测转化为科学的理论,从复杂的现象变为容易把握的基本规律,从孤立的实验科学发展到以物理、数学为理论工具,以电子计算机和各种现代仪器设备为实验手段的现代化学体系。人们通过化学学科的建立和发展过程还可以看出,现代科学走向统一的大科学建构的必然性,而化学的发展过程对于自然科学、社会科学的每个分支学科在认识方法上都有参考价值。

本书虽然是在我们多年的教学实践和教学研究的基础上编写的,但限于我们的思想水平和业务水平,缺点和问题将在所难免,我们诚恳欢迎来自各方面的批评和指教,以求为今后的教学做出新贡献。

# 目 录

## 第一篇 数 学

第一章 函 数	(3)
§ 1 函数	(3)
§ 2 几种常用的函数	(5)
第二章 极 限	(10)
§ 1 数列的极限	(10)
§ 2 函数的极限	(11)
§ 3 极限的四则运算	(13)
§ 4 无穷概念	(14)
第三章 连续函数	(16)
§ 1 连续概念	(16)
§ 2 连续函数的运算和性质	(20)
§ 3 初等函数的连续性	(21)
第四章 导数和微分	(23)
§ 1 导数的提出	(23)
§ 2 导数的运算	(24)
§ 3 微分概念及其意义	(27)
第五章 微分学基本定理	(30)
§ 1 中值定理	(30)
§ 2 待定型的定值法则	(32)
第六章 一元积分学	(37)
§ 1 原函数和不定积分概念	(37)

§ 2	不定积分的性质和基本公式	(38)
§ 3	基本积分法则	(40)
第七章	定积分	(43)
§ 1	定积分概念	(43)
§ 2	定积分的性质和计算法则	(45)
第八章	概率论初步	(47)
§ 1	排列与组合	(47)
§ 2	集合	(49)
§ 3	随机事件及其运算	(51)
§ 4	随机事件的概率	(53)
§ 5	概率基本公式	(57)
第九章	数学的发展概况和几个相关的认识问题	(65)
§ 1	数学理论的发展概况	(65)
§ 2	和数学理论发展相关的几个认识问题	(78)

## 第二篇 物理学

第一章	质点力学的基本理论	(88)
§ 1	力学的对象和理论演化概况	(88)
§ 2	力学的相对性原理	(91)
§ 3	质点机械动力状态的描述	(95)
§ 4	质点动力学定律	(107)
第二章	质点力学理论的发展	(119)
§ 1	关于力在一定时间过程中作用效果的分析	(119)
§ 2	关于力的空间作用过程效应的分析	(121)
§ 3	含有约束的系统中应用牛顿动力学定律的困难	(129)
§ 4	复杂约束体系的动力学基本方程	(132)



§ 5	约束体系动力学基本方程的求解问题 .....	(137)
第三章	振动与波 .....	(142)
§ 1	振动的基本概念 .....	(142)
§ 2	振动的合成 .....	(146)
§ 3	波动 .....	(148)
第四章	热运动现象的宏观规律 .....	(154)
§ 1	热现象的观测与描述 .....	(154)
§ 2	热力学第一定律 .....	(159)
§ 3	热力学第二定律 .....	(168)
§ 4	隐藏在不可逆过程深处的热运动基本规律 ..	(178)
第五章	热运动现象的微观解释 .....	(185)
§ 1	物质系统的微观模型 .....	(186)
§ 2	气体分子运动论 .....	(192)
§ 3	气体分子热运动速度和能量的统计分布 .....	(200)
§ 4	统计物理学简介 .....	(209)
第六章	电磁现象的基本规律 .....	(219)
§ 1	电荷 .....	(220)
§ 2	电场 .....	(226)
§ 3	电流 .....	(239)
§ 4	电与磁现象的内在联系 .....	(248)
§ 5	磁场和磁场的基本定律 .....	(256)
§ 6	电磁场理论的统一 .....	(264)
§ 7	电磁波 .....	(269)
第七章	电磁现象和物理学时空观的革命 .....	(275)
§ 1	作为某种特殊介质而引进的“以太” .....	(276)
§ 2	以太说的否定和对经典力学时空观的冲击 ..	(279)
§ 3	爱因斯坦相对论的建立 .....	(284)

§ 4	狭义相对论的基本观点	(290)
第八章	微观世界的波粒两象性	(300)
§ 1	热辐射现象和量子概念的提出	(301)
§ 2	爱因斯坦的光量子概念	(310)
§ 3	原子结构的几种理论模型	(318)
§ 4	微观世界的波粒两象性	(326)
§ 5	波函数的统计解释和量子态的特点	(331)
§ 6	波动方程	(336)

### 第三篇 生物学

第一章	绪论	(346)
§ 1	生命的基本特征	(346)
§ 2	生物科学的研究方法	(347)
§ 3	现代生物科学的发展特点与趋势	(351)
第二章	生命的物质基础	(355)
§ 1	原生质的化学组成	(355)
§ 2	糖类和脂类的结构与生物学功能	(358)
§ 3	蛋白质的结构和生物学功能	(364)
§ 4	核酸的结构和生物学功能	(377)
第三章	生物的遗传与变异	(384)
§ 1	遗传学三个基本定律	(384)
§ 2	性别决定与伴性遗传	(392)
§ 3	基因与遗传	(395)
§ 4	基因的表达	(399)
§ 5	遗传工程	(404)
第四章	生物与环境	(408)
§ 1	生态因素	(408)

§ 2	种群和群落 .....	(412)
§ 3	生态系统 .....	(416)
第五章	生物的进化 .....	(424)
§ 1	生物进化的证据 .....	(424)
§ 2	生物进化的历程 .....	(430)
§ 3	生物进化的理论 .....	(437)

## 第四篇 化学

第一章	基于直观经验的前期化学 .....	(449)
§ 1	和古代人类物质生活密切相关的化学工艺 ..	(449)
§ 2	古代的物质观 .....	(452)
第二章	近代化学科学体系的建立和发展 .....	(455)
§ 1	化学由经验臆测到科学分析的转折 .....	(455)
§ 2	对燃烧现象的本质和规律的探索 .....	(459)
§ 3	关于物质组成的初期微观理论 .....	(465)
§ 4	化学元素周期规律的发现和确定 .....	(470)
§ 5	有机化学的早期发展 .....	(474)
§ 6	19 世纪的近代化学体系 .....	(481)
第三章	20 世纪现代化学的重大成就 .....	(487)
§ 1	20 世纪物理学革命和现代化学理论基础的确立 .....	(487)
§ 2	量子化学的建立和发展概况 .....	(491)
§ 3	现代物理化学简介 .....	(496)
§ 4	有机化学、高分子化学和生物化学 .....	(499)
§ 5	现代无机化学和分析化学 .....	(502)
§ 6	现代化学的特点 .....	(504)

# 第一篇 数 学

数学曾被尊称为科学皇后,近现代自然科学和技术正是由于得到数学强有力的支持才达到高度发达的程度.当前,随着新技术革命的蓬勃发展人类社会正向信息时代跃进,数学早已冲破自然科学的传统界限,大步跨进了经济科学、管理科学、社会学、人口学、语言学、心理学、甚至历史和哲学,出现了数理经济学、数理语言学、数理心理学、人口控制论等许多新学科.20世纪40年代以后,由于信息论、控制论、运筹学、系统工程等横断性学科的出现和电子计算机的广泛应用,数学方法几乎冲进了人文科学、社会科学的每个角落.所以,适当了解数学确已成为现代社会各界必须重视的问题.

为使在校文科学生能在较短课时内踏实地学好函数、极限、微商、微分、积分、集合、概率等高等数学中最基本的入门知识,通过学习过程并得到一些演算能力的训练,本篇只选择了单元函数的微积分和初等概率论两个最基本的部分作为基本参考教材.对于经济、哲学等专业这一点知识是很不够的,对于某些文科专业,这些内容可能又显得多,而且技术性要求也过强.对于不同专业之间要求上的差异,可以在教学中适时地酌情增删.

现代数学的重要性日增,应用范围日广,各类数学分支学科已达数百个之多,而其理论方法日益抽象.所以,一般人希望了解一些关于数学整体概貌的愿望很不容易实现.本篇第

九章介绍了一些关于现代数学特点、历史渊源以及数学价值等参考性内容. 也许这些不列入一般教课书的概略性叙述, 能对了解数学整体稍有助益, 但作为教学内容则太过粗略, 最好按阅读参考材料处理.

# 第一章 函 数

任何客观事物都要受多种客观因素的制约,由各方面的条件决定.这些因素或条件之间也并非孤立,而是按着一定的内在规律互相联系.所以,研究问题时需要先明确各因素间的关系.从数学观点看,现象之间的依存关系可分为函数关系和相关关系两种.数学分析主要研究函数关系,即以函数关系的方法描述各因素的数量关系.本章以最简单的一元函数为研究对象,并以之作为进一步讨论微分学的基础.

## § 1 函 数

高等数学的各分支都是以各种变量为研究对象.函数是变量之间的一种特定的对应关系.所以,函数是高等数学中最重要的基本概念.

### 1.1 变量和常量

变量是现代数学中最基本的概念.历史上正是由于引进了变量的概念,数学才得以从初等数学发展到高等数学,开始从运动和变化的侧面反映宇宙的各种事物的量的特征.

变量概念是在常量的基础上建立起来的,变量和常量都是相对一定的条件而言的.常量是指在同一变化过程中那些取同一数值的量.例如,物体下落过程中重力加速度可视为常量.同一个圆的周长和直径之比即 $\pi$ 值,是一常量,等等.变

量是指在同一变化过程中取不同数值的量. 例如同一地区一段时间内气温的变化, 物体运动速度的改变, 商品价格的变动等等.

数学中一般用字母  $a, b, c$  等表示常量, 用字母  $x, y, z$  等表示变量. 这种概念上的区分是相对的, 变量与常量的确定都随所讨论问题的条件而转移. 所以, 常量可看作一种特殊的变量. 而变量也总是在一定范围内才有实际意义. 这种限定变量变化范围的区域, 称为区间. 并有开区间、闭区间、半开半闭区间之分.

## 1.2 函数——变量依赖关系的表示

函数是事物之间相互联系和制约关系的量化特征的描述. 当一个量变化时另一个量规律地随之而变, 这两个量之间就构成一种函数关系.

例 1 自由落体下落的路程和时间的关系可表示为一个函数, 即

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

这里  $s$  为路程,  $t$  为时间,  $g$  为重力加速度.

例 2 圆面积  $S$  和圆的半径  $r$  之间的关系, 可用以下函数表示:

$$S = \pi r^2$$

$\pi$  为圆周率.

根据以上两个常见的例子可抽象出函数的基本特征从而给出关于函数概念的严格定义.

**定义** 设  $x, y$  是某个变化过程中的两个变量,  $x$  的变化区间是  $X$ . 若对于  $X$  中的每一个  $x$ , 按确定的对应关系变量  $y$  有

确定的值与之对应,则称  $y$  是  $x$  的函数,记作  $y = f(x)$ ,其中  $x$  称为自变量, $y$  称为因变量. $x$  的变化区域  $X$  称为函数的定义域, $y$  的变化域  $Y$  称作函数的值域.对应规则  $f$  称为函数, $f(x)$  称为函数值.

**注意**  $f$  表示一种数学关系而不是数.

### 1.3 函数的表示法

**解析法(又称公式法)** 解析法是函数表示方法中最重要的,也是微积分的基本研究对象.这种方法把函数关系表述成一个简明的公式,利于进行定量的分析和运算.例如

$$f(x) = x^2 + 3x + 2$$

这里函数  $y = f(x)$  表示对自变量  $x$  作如下运算,即

$$(\quad)^2 + 3(\quad) + 2$$

通过这个特定的运算关系,给出了对于每一个给定的  $x$  值所对应的函数  $y$  值.

**图象法** 在某些情况下,由于  $x$  与  $y$  间的对应关系复杂而找不到合适的公式用以表示函数.但利用坐标的概念将函数  $y = f(x)$  中的  $x, y$  视为平面上的两个坐标.于是平面上动点的轨迹就是函数  $y = f(x)$  的图象表示.由于几何图形直观形象,所以它也是研究函数时的重要方法.

**列表法** 用表格给出  $x$  与  $y$  间的对应关系的方法.这种方法便于查阅某些特殊需要的数据.

## § 2 几种常用的函数

本节将讨论的几个常见的函数问题,是学习微积分所必须掌握的,应认真地做些练习以求掌握.



## 2.1 常用概念

**奇函数和偶函数** 设  $y=f(x)$  的定义域为  $(-\infty, \infty)$ . 如果对于任意的  $x$ , 等式  $f(-x) = -f(x)$  成立, 则称  $f(x)$  为奇函数. 如果对于任意的  $x$ , 等式  $f(-x) = f(x)$  成立, 则称  $f(x)$  为偶函数. 从图形特征看, 奇函数以原点对称, 偶函数则以纵坐标轴对称.

**例 1**  $y = \sin x, y = x^3 + 1$  是奇函数,  $y = \cos x, y = x^2$  是偶函数. 但是  $y = x^3 + x^2, y = \sin x + \cos x$  则是非奇非偶函数.

**有界函数和无界函数** 设函数  $y = f(x)$  的定义域为  $(a, b)$ . 若存在某一数  $M > 0$ , 使得一切  $a < x < b$  都有  $|f(x)| \leq M$ , 则称  $f(x)$  在  $(a, b)$  上有界. 否则为无界函数.

**例 2**  $y = \sin x$  在  $(-\infty, +\infty)$  上有界, 因为对一切  $x$  都有  $|\sin x| \leq 1$ .  $y = 1/x$  在  $[0, 1]$  上无界, 但在  $[\epsilon, \infty)$  上有界 ( $\epsilon > 0$ ).

**注意:** 有界函数的界并不唯一. 例如  $y = |\sin x|$  的界是 1, 而大于 1 的一切数同样是它的界.

**增函数和减函数** 设  $y = f(x)$  的定义域为  $(a, b)$ , 若对于定义域内任意  $x_1, x_2$ , 且  $x_1 < x_2$ , 总有  $f(x_1) \leq f(x_2)$  (或  $f(x_1) \geq f(x_2)$ ) 成立, 则称函数  $f(x)$  在  $(a, b)$  上是增(或减)函数, 且是单调的. 如果  $x_1 < x_2$ , 总有  $f(x_1) < f(x_2)$  (或  $f(x_1) > f(x_2)$ ), 则称  $f(x)$  在  $(a, b)$  上是严格单调增(或减)函数.

**例 3**  $y = x^2$  在  $[0, \infty)$  上是单调递增的, 在  $(-\infty, 0]$  是单调递减的.  $y = x^3$  在区间  $(-\infty, \infty)$  内是单调增加的.

**周期函数** 对于函数  $f(x)$ , 如果存在一个不为零的正数  $L$ , 使得对于定义域内的任何  $x$  值,  $x+L$  仍在定义域内, 且关