



普通高等教育“十三五”规划教材

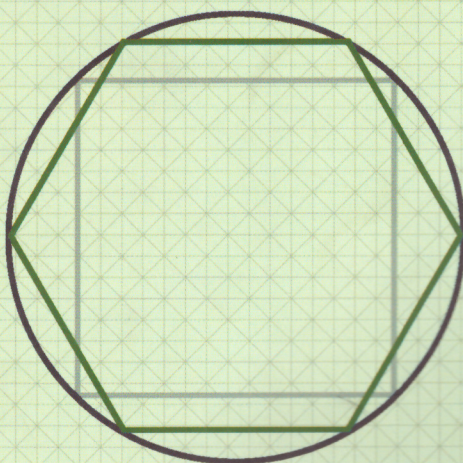
山东省精品课程
山东省教学成果一等奖

高等数学

简明教程

主 编 李秀珍

Gaodeng Shuxue
Jianming Jiaocheng



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十三五”规划教材

山东省精品课程
山东省教学成果一等奖

高等数学简明教程

主 编 李秀珍
副主编 葛 倩 邱召友
主 审 王继忠

北京邮电大学出版社
· 北京 ·

前言

高等数学是大学理工科的必修课程,但根据专业不同,学生所需要学习的数学知识也不同.针对一些相对数学知识要求较低的专业,我们编写了本书.本书主要适用于一般普通院校开设高等数学课程的本、专科专业,也可作为自学教材使用.

编写时,坚持“保证基础,强调应用”的原则,力求在有限的时间里,向学生传授尽可能多的有用的数学,使学生对数学的基本特点、方法、思想、历史及其在社会与文化中的应用与地位有大致认识,获得合理的、适应未来发展需要的知识结构,为他们将来对数学的进一步了解与实际应用打下坚实的基础.

与其他教材相比,本书具有以下几个特点:

(1)对照中学数学新课程标准,注意两级教学的衔接.高中已学过的内容,采取复习的方式,不再详述,同时增加了一些中学新课标中删去而大学后继课程需要的内容.

(2)针对学时的要求,合理的整合相关内容.一方面,基本保持了内容的系统性和完整性;另一方面,通过降低理论深度、合理安排知识结构来适应学时的要求.

(3)注重基本能力的培养.在内容的选择上,注重对学生基本概念、基本运算技能的培养,不追求过分复杂和繁难的计算.对于原理比较简单的近似计算等问题,放在相应章后面的数学实验中简单介绍.

(4)理论联系实际,强调数学的应用性.在例题的选择上,尽可能选择有实际背景的题目,同时大部分内容的后面,都增加了数学实验的内容,让学生在应用中来体验数学的魅力.

(5)强化学生对教材的阅读理解.在每节习题之前增设了四个填空题,以促进与检验学生对基本概念、定理的理解.

(6)强化前后章节的衔接.在每一章的最后增设了回顾与复习,给出了一系列的复习和预习问题.复习题供学生在新的一章开始之前复习本章学过的内容,预习题使学生熟悉已学过的相关知识,以便为后续章节的学习做好准备.

本书共分12章,包括函数、极限与连续、一元微积分、常微分方程、向量与空间解析几何、多元函数微积分、级数及MATLAB应用等内容,每节后都附有练习题.

参加本书编写的有李秀珍、葛倩、邱召友、于正文、许国、姚建丽、綦路、薛晶、吕秀敏等.具体分工为:第1、2、3、12章由李秀珍、薛晶、吕秀敏编写,第4章由綦路编写,第5章由邱召友编写,第6、7、9章及各实验由葛倩编写,第8章由姚建丽编写,

第 10 章由于正文编写,第 11 章由许国编写,全书统稿由李秀珍教授负责.王继忠教授对本书进行了认真的审核,在此表示衷心的感谢.

由于作者水平有限,书中的错误及不妥之处在所难免,敬请读者批评指正.

编 者
2017 年 4 月

CONTENTS 目录



第1章 函数 /1

第1节 预备知识 /1

- 一、区间 /1
- 二、绝对值和邻域 /2
- 习题 1-1 /3

第2节 函数的概念与性质 /4

- 一、函数的概念 /4
- 二、函数的几种特性 /7
- 习题 1-2 /9

第3节 初等函数 /10

- 一、幂函数 指数函数 三角函数 /10
- 二、对数函数和反三角函数 /11
- 三、复合函数 初等函数 /13
- 习题 1-3 /14

第4节 函数的参数方程 /15

- 一、函数的参数表示 /15
- 二、函数的极坐标表示 /16
- 习题 1-4 /17
- 回顾与预习 /18

第2章 极限与连续 /19

第1节 函数的极限 /19

- 一、自变量趋于有限值时函数的极限 /19
- 二、自变量趋于无穷大时函数的极限 /21
- 三、数列的极限 /22
- 四、函数极限的性质 /24
- 习题 2-1 /25

第2节 无穷小量与无穷大量 /26

- 一、无穷小量 /26
- 二、无穷大量 /27
- 习题 2-2 /28

第3节 极限的运算法则 /29

- 习题 2-3 /33

第4节 无穷小量的比较 /34

- 习题 2-4 /35

第5节 函数的连续性与间断点 /36

- 一、函数连续性的概念 /36
- 二、函数的间断点 /38
- 三、连续函数的运算与初等函数的连续性 /39
- 四、闭区间上连续函数的性质 /40
- 习题 2-5 /42

实验一 MATLAB 的基本用法 /42

一、MATLAB 软件简介	/42
二、MATLAB 的基本用法	/43
三、用 MATLAB 绘制二维图形	/46
四、极限的 MATLAB 实现	/47
实验题 1	/49
回顾与预习	/50

第 3 章 导数与微分 /51

第 1 节 导数的概念	/51
一、函数的变化率	/51
二、导数的定义	/53
三、导数的几何意义	/56
四、函数的可导性与连续性的关系	/56
习题 3-1	/57
第 2 节 函数的求导法则	/58
一、导数的四则运算法则	/58
二、反函数与复合函数的求导法则	/60
三、隐函数的导数	/64
四、由参数方程所确定的函数的导数	/65
习题 3-2	/66
第 3 节 高阶导数	/67
习题 3-3	/70
第 4 节 微分及其运算	/70
一、微分的定义	/70
二、微分的几何意义	/72
三、基本初等函数的微分公式及微分的运算法则	/72
四、微分应用举例	/73
习题 3-4	/75
实验二 导数的 MATLAB 实现	/76
一、导数的 MATLAB 实现	/76
二、数值微分	/78
实验题 2	/80

回顾与预习 /80

第 4 章 微分中值定理与导数的应用 /82

第 1 节 微分中值定理	/82
一、罗尔定理	/82
二、拉格朗日中值定理	/83
三、柯西中值定理	/84
习题 4-1	/85
第 2 节 洛必达法则	/86
一、 $\frac{0}{0}$ 与 $\frac{\infty}{\infty}$ 型未定式	/86
二、其他未定式	/88
习题 4-2	/90
第 3 节 泰勒公式	/90
一、泰勒公式	/90
二、函数的泰勒展开式举例	/92
习题 4-3	/93
第 4 节 函数的单调性与曲线的凹凸性	/94
一、函数单调性的判别	/94
二、曲线的凹凸性与拐点	/95
三、函数图形的描绘	/97
习题 4-4	/99
第 5 节 函数的极值与最大值最小值	/100
一、函数的极值及其求法	/100
二、函数的最大最小值问题	/102
习题 4-5	/104
实验三 导数应用的 MATLAB 实现	/105
一、MATLAB 自定义函数	/105
二、代数方程求解	/105
三、泰勒多项式	/109

四、最值	/111
实验题 3	/112
回顾与预习	/112

第 5 章 不定积分 /114

第 1 节 不定积分的概念与性质	/114
一、原函数与不定积分的概念	/114
二、基本积分表	/116
三、不定积分的基本性质	/117
习题 5-1	/119

第 2 节 换元积分法	/120
一、第一换元积分法(凑微分法)	/120
二、第二换元积分法	/124
习题 5-2	/128

第 3 节 分部积分法	/129
习题 5-3	/132

第 4 节 有理函数的不定积分	/132
一、有理函数的分解	/132
二、有理函数的不定积分	/134
三、可化为有理函数的不定积分	/135
习题 5-4	/137

第 5 节 积分表的使用	/137
习题 5-5	/139
回顾与预习	/139

第 6 章 定积分 /140

第 1 节 定积分的概念与性质	/140
一、定积分的概念	/140
二、定积分的性质	/143
习题 6-1	/145

第 2 节 微积分基本公式 /146

一、变上限积分及其导数	/146
二、牛顿-莱布尼兹公式	/147
习题 6-2	/149

第 3 节 定积分的计算方法 /149

一、定积分的换元积分法	/150
二、定积分的分部积分法	/153
习题 6-3	/154

第 4 节 广义积分 /155

一、无有限的广义积分	/155
二、无界函数的广义积分	/157
习题 6-4	/159
回顾与预习	/159

第 7 章 定积分的应用 /160

第 1 节 定积分在几何中的应用 /160

一、定积分的元素法	/160
二、平面图形的面积	/161
三、体积	/163
四、平面曲线的弧长	/165
习题 7-1	/166

第 2 节 定积分在物理学中的应用 /167

一、变力沿直线所做的功	/167
二、水压力	/168
习题 7-2	/170

第 3 节 定积分在经济中的应用 /170

一、已知边际函数求总量函数	/170
二、已知总产量的变化率求总产量	/171
三、其他应用	/172
习题 7-3	/173

实验四 一元函数积分的 MATLAB

实现 /174

一、一元函数积分的 MATLAB 实现 /174

二、应用举例 /174

三、数值积分 /176

实验题 4 /178

回顾与预习 /178

第 8 章 微分方程 /179

第 1 节 微分方程的基本概念 /179

习题 8-1 /182

第 2 节 一阶微分方程及其解法 /182

一、可分离变量的微分方程 /182

二、齐次方程 /184

三、一阶线性微分方程 /186

习题 8-2 /187

第 3 节 可降阶的高阶微分方程 /188

一、 $y^{(n)} = f(x)$ 型的微分方程 /188

二、 $y'' = f(x, y')$ 型的微分方程 /189

三、 $y'' = f(y, y')$ 型的微分方程 /190

习题 8-3 /191

第 4 节 二阶线性微分方程 /192

一、二阶线性微分方程解的结构 /192

二、二阶常系数齐次线性微分方程 /193

三、二阶常系数非齐次线性微分方程 /195

习题 8-4 /197

实验五 微分方程求解的 MATLAB

实现 /197

一、微分方程的求解命令 /197

二、应用举例 /198

实验题 5 /200

回顾与预习 /201

第 9 章 向量与空间解析几何 /202

第 1 节 空间直角坐标系与向量 /202

一、空间直角坐标系 /202

二、向量及其线性运算 /203

三、向量的坐标表示 /205

习题 9-1 /207

第 2 节 数量积与向量积 /208

一、行列式简介 /208

二、数量积(点积) /209

三、向量积(叉积) /210

习题 9-2 /212

第 3 节 平面与直线 /212

一、平面及其方程 /212

二、空间直线及其方程 /214

习题 9-3 /217

第 4 节 曲面与空间曲线 /217

一、曲面方程的概念 /217

二、旋转曲面 /218

三、柱面 /219

四、二次曲面 /220

五、空间曲线 /221

习题 9-4 /222

实验六 MATLAB 绘图 /223

一、用 MATLAB 绘制三维图形 /223

二、利用 MATLAB 判断空间直线的

相关位置 /224

三、利用 MATLAB 演示旋转曲面的形

成过程 /225

实验题 6 /226

回顾与预习 /226

第 10 章 多元函数微分及其应用 /228

第 1 节 多元函数的基本概念 /228

一、区域 /228

二、多元函数的概念 /229

三、多元函数的极限与连续 /230

习题 10-1 /233

第 2 节 偏导数与全微分 /233

一、偏导数的定义及其算法 /233

二、高阶偏导数 /235

三、全微分 /236

习题 10-2 /239

第 3 节 多元复合函数与隐函数的偏导数 /239

一、多元复合函数的偏导数 /239

二、隐函数的求导公式 /242

习题 10-3 /243

第 4 节 方向导数与梯度 /244

一、方向导数 /244

二、梯度 /245

习题 10-4 /247

第 5 节 多元函数微分学的几何应用 /247

一、一元向量值函数及其导数 /247

二、空间曲线的切线与法平面 /248

三、曲面的切平面与法线 /249

习题 10-5 /251

第 6 节 多元函数的极值与条件极值 /251

一、多元函数的极值及最大值、最小值 /251

二、条件极值 /254

习题 10-6 /255

实验七 多元函数微分的 MATLAB

实现 /256

一、偏导数与全微分的 MATLAB 实现 /256

二、多变量函数极值的 MATLAB

实现 /258

三、应用举例 /259

实验题 7 /261

回顾与预习 /261

第 11 章 多元函数积分及其应用 /262

第 1 节 二重积分的概念及计算 /262

一、二重积分的概念与性质 /262

二、二重积分的计算方法 /265

习题 11-1 /271

第 2 节 二重积分的应用 /273

一、曲面的面积 /273

二、平面薄片的质心和转动惯量 /275

习题 11-2 /277

第 3 节 三重积分 /277

一、直角坐标系下的三重积分 /277

二、柱面坐标系下的三重积分 /280

三、利用球面坐标计算三重积分 /281

习题 11-3 /282

第 4 节 曲线积分 /283

一、对弧长的曲线积分 /284

二、对坐标的曲线积分 /286

三、格林公式 平面上曲线积分与路径无关的条件 /289

习题 11-4 /291

* 第 5 节 曲面积分 /292

一、对面积的曲面积分 /292

二、对坐标的曲面积分 /294

习题 11-5 /297

实验八 二重积分的 MATLAB 实现 /298

一、利用 MATLAB 求重积分 /298

二、二重积分的数值求解 /299

三、应用举例 /299

实验题 8 /300

回顾与预习 /300

第 12 章 无穷级数 /302

第 1 节 常数项级数的概念与性质 /302

一、常数项级数的概念 /302

二、收敛级数的基本性质 /304

习题 12-1 /306

第 2 节 正项级数 /307

一、比较审敛法 /308

二、比值审敛法 /310

习题 12-2 /311

第 3 节 任意项级数 /312

一、交错级数及其审敛法 /312

二、绝对收敛与条件收敛 /312

习题 12-3 /314

第 4 节 幂级数 /314

一、幂级数的收敛半径 /315

二、幂级数的性质 /317

习题 12-4 /319

第 5 节 函数展开成幂级数 /319

一、泰勒级数 /319

二、函数展开为幂级数举例 /320

习题 12-5 /322

第 6 节 傅里叶级数 /323

一、三角级数 三角函数系的正交性 /323

二、周期函数的傅里叶级数 /324

习题 12-6 /328

实验九 无穷级数的 MATLAB 实现 /329

一、级数求和的 MATLAB 实现 /329

二、函数展开成幂级数的 MATLAB

实现 /330

三、应用举例 /330

实验题 9 /331

本章回顾 /331