



全国高等医药院校药学类第四轮规划教材

供药学类专业用

高等数学

(第3版)

□ 主编 刘艳杰 黄榕波

中国医药科技出版社

| 全国高等医药院校药学类第四轮规划教材

高等数学

(供药学类专业用)

第 3 版

主 编 刘艳杰 黄榕波

副主编 项容武

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 贺 (沈阳药科大学)

宁 刚 (广东药学院)

刘艳杰 (沈阳药科大学)

刘桂娟 (泰山医学院)

庄锦才 (广东药学院)

关红阳 (辽宁中医药大学)

张晓萍 (沈阳药科大学)

项容武 (沈阳药科大学)

党 丹 (沈阳药科大学)

黄榕波 (广东药学院)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是全国高等医药院校药理学类第四轮规划教材之一，是《高等数学》第3版。全书分为两篇，上篇为数学理论，共10章；下篇为数学实验，共9个实验。本书内容系统而全面，例题典型实用，而将数学实验作为高等数学教学的一部分更是本书的一大特色和创新。本书可供高等院校药类专业本专科师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

高等数学/刘艳杰, 黄榕波主编. —3版. —北京: 中国医药科技出版社, 2015. 8

全国高等医药院校药理学类第四轮规划教材

ISBN 978-7-5067-7399-7

I. ①高… II. ①刘… ②黄… III. ①高等数学-医学院校-教材 IV. ①O13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 160331 号

中国医药科技出版社官网 www.cmstp.com	医药类专业图书、考试用书及 健康类图书查询、在线购买
网络增值服务官网 textbook.cmstp.com	医药类教材数据资源服务

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm¹/₁₆

印张 23¹/₄

字数 473

初版 2007 年 1 月第 1 版

版次 2015 年 8 月第 3 版

印次 2015 年 8 月第 1 次印刷

印刷 三河市腾飞印务有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-7399-7

定价 49.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国高等医药院校药学类第四轮规划教材

常务编委会

- 名誉主任委员** 邵明立 林蕙青
- 主任委员** 吴晓明 (中国药科大学)
- 副主任委员** (以姓氏笔画为序)
- 匡海学 (黑龙江中医药大学)
- 朱依谆 (复旦大学药学院)
- 刘俊义 (北京大学药学院)
- 毕开顺 (沈阳药科大学)
- 吴少祯 (中国医药科技出版社)
- 吴春福 (沈阳药科大学)
- 张志荣 (四川大学华西药学院)
- 姚文兵 (中国药科大学)
- 郭 姣 (广东药学院)
- 彭 成 (成都中医药大学)
- 委 员** (以姓氏笔画为序)
- 王应泉 (中国医药科技出版社)
- 田景振 (山东中医药大学)
- 朱卫丰 (江西中医药大学)
- 李 高 (华中科技大学同济医学院药学院)
- 李元建 (中南大学药学院)
- 李青山 (山西医科大学药学院)
- 杨 波 (浙江大学药学院)
- 杨世民 (西安交通大学医学部)
- 陈思东 (广东药学院)
- 侯爱君 (复旦大学药学院)
- 宫 平 (沈阳药科大学)
- 祝晨蓀 (广州中医药大学)
- 柴逸峰 (第二军医大学药学院)
- 黄 园 (四川大学华西药学院)
- 秘 书** 夏焕章 (沈阳药科大学)
- 徐晓媛 (中国药科大学)
- 黄泽波 (广东药学院)
- 浩云涛 (中国医药科技出版社)
- 赵燕宜 (中国医药科技出版社)

出版说明

全国高等医药院校药学类规划教材，于 20 世纪 90 年代启动建设，是在教育部、国家食品药品监督管理总局的领导和指导下，由中国医药科技出版社牵头中国药科大学、沈阳药科大学、北京大学药学院、复旦大学药学院、四川大学华西药学院、广东药学院、华东科技大学同济药学院、山西医科大学、浙江大学药学院、复旦大学药学院、北京中医药大学等 20 余所院校和医疗单位的领导和专家成立教材常务委员会共同组织规划，在广泛调研和充分论证基础上，于 2014 年 5 月组织全国 50 余所本科院校 400 余名教学经验丰富的专家教师历时一年余不辞辛劳、精心编撰而成。供全国药学类、中药学类专业教学使用的本科规划教材。

本套教材坚持“紧密结合药学类专业培养目标以及行业对人才的需求，借鉴国内外药学教育、教学的经验和成果”的编写思路，20 余年来历经三轮编写修订，逐渐形成了一套行业特色鲜明、课程门类齐全、学科系统优化、内容衔接合理的高质量精品教材，深受广大师生的欢迎，其中多数教材入选普通高等教育“十一五”“十二五”国家级规划教材，为药学本科教育和药学人才培养，做出了积极贡献。

第四轮规划教材，是在深入贯彻落实教育部高等教育教学改革精神，依据高等药学教育培养目标及满足新时期医药行业高素质技术型、复合型、创新型人才需求，紧密结合《中国药典》、《药品生产质量管理规范》（GMP）、《药品非临床研究质量管理规范》（GLP）、《药品经营质量管理规范》（GSP）等新版国家药品标准、法律法规和 2015 年版《国家执业药师资格考试大纲》编写，体现医药行业最新要求，更好地服务于各院校药学教学与人才培养的需要。

本轮教材的特色：

1. 契合人才需求，体现行业要求 契合新时期药学人才需求的变化，以培养创新型、应用型人才并重为目标，适应医药行业要求，及时体现 2015 年版《中国药典》及新版 GMP、新版 GSP 等国家标准、法规和规范以及新版国家执业药师资格考试等行业最新要求。

2. 充实完善内容，打造教材精品 专家们在上一轮教材基础上进一步优化、

精炼和充实内容。坚持“三基、五性、三特定”，注重整套教材的系统科学性、学科的衔接性。进一步精简教材字数，突出重点，强调理论与实际需求相结合，进一步提高教材质量。

3. 创新编写形式，便于学生学习 本轮教材设有“学习目标”“知识拓展”“重点小结”“复习题”等模块，以增强学生学习的目的性和主动性及教材的可读性。

4. 丰富教学资源，配套增值服务 在编写纸质教材的同时，注重建设与其相配套的网络教学资源，以满足立体化教学要求。

第四轮规划教材共涉及核心课程教材 53 门，供全国医药院校药学类、中药学类专业教学使用。本轮规划教材更名两种，即《药学文献检索与利用》更名为《药学信息检索与利用》，《药品经营管理 GSP》更名为《药品经营管理——GSP 实务》。

编写出版本套高质量的全国本科药学类专业规划教材，得到了药学专家的精心指导，以及全国各有关院校领导和编者的大力支持，在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版，能受到全国本科药学专业广大师生的欢迎，对促进我国药学类专业教育教学改革和人才培养做出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材，并提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材。

全国高等医药院校药学类规划教材编写委员会

中国医药科技出版社

2015 年 7 月

全国高等医药院校药理学类第四轮规划教材书目

教材名称	主 编	教材名称	主 编
公共基础课			
1. 高等数学 (第3版)	刘艳杰	26. 医药商品学 (第3版)	刘 勇
	黄榕波	27. 药物经济学 (第3版)	孙利华
2. 基础物理学 (第3版)*	李 辛	28. 药用高分子材料学 (第4版)	方 亮
3. 大学计算机基础 (第3版)	于 静	29. 化工原理 (第3版)*	何志成
4. 计算机程序设计 (第3版)	于 静	30. 药物化学 (第3版)	尤启冬
5. 无机化学 (第3版)*	王国清	31. 化学制药工艺学 (第4版)*	赵临襄
6. 有机化学 (第2版)	胡 春	32. 药剂学 (第3版)	方 亮
7. 物理化学 (第3版)	徐开俊	33. 工业药剂学 (第3版)*	潘卫三
8. 生物化学 (药类专业通用) (第2版)*	余 蓉	34. 生物药剂学 (第4版)	程 刚
9. 分析化学 (第3版)*	郭兴杰	35. 药物分析 (第3版)	于治国
专业基础课和专业课		36. 体内药物分析 (第3版)	于治国
10. 人体解剖生理学 (第2版)	郭青龙	37. 医药市场营销学 (第3版)	冯国忠
	李卫东	38. 医药电子商务 (第2版)	陈玉文
11. 微生物学 (第3版)	周长林	39. 国际医药贸易理论与实务 (第2版)	马爱霞
12. 药学细胞生物学 (第2版)	徐 威	40. GMP 教程 (第3版)*	梁 毅
13. 医药伦理学 (第4版)	赵迎欢	41. 药品经营质量管理——GSP 实务 (第2版)*	梁 毅 陈玉文
14. 药学概论 (第4版)	吴春福	42. 生物化学 (供生物制药、生物技术、 生物工程和海洋药学专业使用) (第3版)	吴梧桐
15. 药学信息检索与利用 (第3版)	毕玉侠	43. 生物技术制药概论 (第3版)	姚文兵
16. 药理学 (第4版)	钱之玉	44. 生物工程 (第3版)	王 旻
17. 药物毒理学 (第3版)	向 明	45. 发酵工艺学 (第3版)	夏煥章
	季 晖	46. 生物制药工艺学 (第4版)*	吴梧桐
18. 临床药物治疗学 (第2版)	李明亚	47. 生物药物分析 (第2版)	张怡轩
19. 药事管理学 (第5版)*	杨世民	48. 中医药学概论 (第2版)	郭 姝
20. 中国药事法理论与实务 (第2版)	邵 蓉	49. 中药分析学 (第2版)*	刘丽芳
21. 药用拉丁语 (第2版)	孙启时	50. 中药鉴定学 (第3版)	李 峰
22. 生药学 (第3版)	李 萍	51. 中药炮制学 (第2版)	张春风
23. 天然药物化学 (第2版)*	孔令义	52. 药用植物学 (第3版)	路金才
24. 有机化合物波谱解析 (第4版)*	裴月湖	53. 中药生物技术 (第2版)	刘吉华
25. 中医药学基础 (第3版)	李 梅		

* 示该教材有与其配套的网络增值服务。

前言

《高等数学》作为高等医药院校药学类规划教材主要针对药学类各专业的学生，使其掌握高等数学基础知识，以培养学生数学抽象思维能力和启迪学生数学应用能力，从而提高学生计算和应用数学方法于药学研究领域的的能力。

本书是在第2版《高等数学》的基础上，进行了全面的修订和完善，保持了原有教材的结构和体系，也分为上下两篇，上篇为数学理论部分，下篇为数学实验部分，在理论部分对教材的深度和广度以及例题习题进行了合理的调整和完善，使内容更加系统和全面。力求简明易懂，深入浅出，贴近实际，注重数学应用能力的培养。实验部分采用更加通用且实用的 Matlab 数学软件完成数学计算，让学生通过学习掌握数学应用技能。本书主要特点是：

1. 作为针对药学类学生的数学教材，强调夯实基础，重点掌握数学方法，强化实际应用能力，体现学以致用。

2. 在每章开头增设了学习要求，让学生了解每章的内容提要和重点难点，有的放矢地学习，在每章结尾增设了本章小结，便于学生系统复习掌握本章内容。

3. 本书采用国际上应用广泛的 Matlab 数学应用软件设计了8个数学实验，通过数学实验课程让学生从另一个角度了解数学应用的价值，提高数学应用和计算能力。对学生掌握数学方法并应用于实际工作中有很大的启迪作用。

4. 配合大学生数学建模活动，引导学生掌握药学领域数学建模方法，促进数学与药学相互渗透和结合，提高学生的数学修养和创新实践能力。

本书为高等医药院校药学类本科教材，也可作为考研辅导教材和医药研究工作者的数学参考书。

本书编者为沈阳药科大学、广州药学院、辽宁中医药大学和泰山医学院多年从事医药学基础数学教学的一线教师，他们将自己多年来的教学经验和体会凝聚在编写过程中，付出了大量的心血，在此对各位老师的努力表示衷心的感谢！

由于时间紧迫，书中不免有一些错误和不妥之处，恳请广大读者提出批评指正！

编者

2015年4月

目录

上篇 高等数学理论部分

第一章 函数极限与连续 / 2

第一节 函数	2
一、函数的概念	2
二、函数的性质	4
三、复合函数与反函数	5
四、初等函数	5
第二节 极限	9
一、数列的极限	9
二、函数的极限	11
第三节 极限的运算法则	16
一、无穷小量的运算	16
二、极限的四则运算法则	16
第四节 极限存在准则与两个重要极限公式	19
一、准则 I 与第一个重要极限公式 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$	19
二、准则 II 与第二个重要极限公式 $\lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x})^x = e$	21
三、无穷小量的阶	23
第五节 函数的连续性	23
一、连续函数的概念	23
二、函数的间断点	25
三、初等函数的连续性	26
四、闭区间上连续函数的性质	28

第二章 导数与微分 / 35

第一节 导数的概念	35
一、问题的提出	35
二、导数的定义	36
三、导数的几何意义	38
四、函数的连续性与可导性	39
第二节 函数四则运算的求导法则	39
一、常数和几个基本初等函数的导数	39
二、函数四则运算的求导法则	40
第三节 复合函数、反函数的求导法则	41
一、复合函数求导法则	41
二、反函数求导法则	42
第四节 隐函数、含参数方程的求导法则	44
一、隐函数的求导法则	44
二、对数求导法	44
三、由参数方程所确定的函数的导数	45
四、初等函数的求导公式	46
第五节 高阶导数	46
第六节 微分及其运算	48
一、微分的定义	48
二、可微的条件	49
三、微分的几何意义	49
四、微分的基本公式及法则	50
五、微分形式的不变性	51
六、微分在近似计算和误差估计中的应用	52

第三章 中值定理和导数的应用 / 58

第一节 微分中值定理	58
一、罗尔定理	58
二、拉格朗日中值定理	60
三、有关中值定理的一些应用	61
四、柯西中值定理	62

第二节 洛必达法则	63
一、 $\frac{0}{0}$ 型不定式	64
二、 $\frac{\infty}{\infty}$ 型不定式	65
三、其他类型的不定式	65
第三节 泰勒公式	67
一、 $f(x)$ 在 x_0 处的 n 次泰勒多项式	67
二、带余项的泰勒公式	67
三、几个初等函数的麦克劳林展开式	68
第四节 函数的单调性与极值	70
一、函数单调性	70
二、函数的极值	71
三、函数的最大值与最小值	73
第五节 函数性态的研究	75
一、函数曲线的凹凸性及拐点	75
二、曲线的渐近线	76
三、利用导数描绘函数的图形	77
第六节 导数在生命科学中的应用	79

第四章 不定积分 / 86

第一节 不定积分的概念与性质	86
一、不定积分	86
二、基本积分公式	88
三、不定积分的运算性质	89
第二节 换元积分法	91
一、第一类换元积分法	92
二、第二类换元积分法	95
第三节 分部积分法	98
第四节 有理函数的不定积分	101

第五章 定积分及其应用 / 110

第一节 定积分的概念与性质	110
一、问题提出	110
二、定积分的概念	112
三、定积分的性质	113
第二节 微积分学基本定理	116
一、积分上限函数	116
二、微积分学基本定理	118
第三节 换元积分法	120
第四节 分部积分法	122
第五节 反常积分与 $\Gamma(x)$	123
一、无限区间上的反常积分	123
二、无界函数的反常积分	125
三、 Γ 函数	127
第六节 定积分在几何中的应用	127
一、微元法	128
二、平面图形的面积	128
三、旋转体的体积	130
第七节 定积分在医药学中的应用	131

第六章 微分方程 / 137

第一节 微分方程的基本概念	137
一、引例	137
二、微分方程的定义	138
第二节 可分离变量的微分方程	139
一、可分离变量的微分方程定义	139
二、可分离变量法	139
第三节 一阶线性微分方程	141
一、一阶线性微分方程定义	141

二、常数变易法	141
第四节 二阶常系数线性齐次微分方程	144
一、二阶常系数线性齐次微分方程定义	144
二、特征方程法	144
第五节 二阶常系数非齐次线性微分方程	146
一、二阶常系数非齐次线性微分方程定义	146
二、两种情况下的求解方法	147
第七章 向量与空间解析几何 / 158	
第一节 向量及其线性运算	158
一、空间直角坐标系	158
二、向量的基本概念	160
三、向量的线性运算	161
四、向量的坐标表示法	162
五、向量的模和方向余弦	166
第二节 向量的数量积和向量积	168
一、向量的数量积	168
二、向量的向量积	170
第三节 空间平面及其方程	172
一、平面的点法式方程	172
二、平面的一般式方程	173
三、两平面间的夹角	175
第四节 空间直线及其方程	177
一、直线的一般式方程	177
二、直线的点向式方程和参数式方程	177
三、空间两直线间的夹角	179
四、直线与平面的夹角及位置关系	180
五、平面束方程	181
第五节 空间曲面及其方程	181
一、空间曲面的方程	181
二、空间柱面的方程	182
三、旋转曲面的方程	182
四、二次曲面的方程	183

第六节 空间曲线及其方程	187
一、空间曲线的一般方程	187
二、空间曲线的参数方程	187
三、空间曲线在坐标面上的投影	187

第八章 多元函数的微分法 / 193

第一节 多元函数的极限与连续	193
一、多元函数的定义	193
二、二元函数的极限	196
三、二元函数的连续性	198
第二节 偏导数	199
一、偏导数的定义及其算法	199
二、高阶偏导数	203
第三节 全微分	205
一、全增量与全微分	205
二、全微分在近似计算中的应用	208
第四节 多元复合函数的求导	208
一、中间变量是一元函数的情形	209
二、中间变量是多元函数的情形	209
第五节 隐函数的求导	211
第六节 方向导数与梯度	213
第七节 偏导数在空间几何中的应用	216
一、空间曲线的切线与法平面	216
二、空间曲面的切平面与法线	220
第八节 二元函数的极值和泰勒公式	222
一、二元函数的极值	222
二、条件极值和拉格朗日乘数法	224
三、二元函数的泰勒公式	227

第九章 重积分及曲线积分 / 240

第一节 二重积分的概念和性质	240
一、二重积分的概念	240
二、二重积分的性质	243
第二节 二重积分的计算	244
一、利用直角坐标系计算二重积分的问题	244
二、利用极坐标系计算二重积分的问题	249
第三节 二重积分的应用	251
一、空间曲面的面积	251
二、空间几何体的体积	253
三、平面薄片的重心	254
四、平面薄片的转动惯量	256
五、平面薄片对质点的引力	256
第四节 三重积分	257
一、三重积分的概念	257
二、三重积分的计算	259
三、三重积分的换元法	261
第五节 对弧长的曲线积分	265
一、对弧长的曲线积分的概念	265
二、对弧长的曲线积分的性质	265
三、对弧长的曲线积分的计算法	266
第六节 对坐标的曲线积分	268
一、对坐标的曲线积分的概念与性质	268
二、对坐标的曲线积分的计算	270
三、两类曲线积分之间的联系	272
第七节 格林公式及其应用	272
一、格林公式	272
二、平面上曲线积分与路径无关的条件	275
三、二元函数的全微分求积	276

第十章 无穷级数 / 286

第一节 常数项级数的概念和性质	286
一、常数项级数的概念	286
二、无穷级数的基本性质	288
三、级数收敛的必要条件	289
第二节 常数项级数的审敛法	290
一、正项级数及其审敛法	290
二、交错级数及其审敛法	293
三、绝对收敛与条件收敛	294
第三节 幂级数	296
一、幂级数的概念	296
二、幂级数的收敛性	296
三、幂级数的运算	299
第四节 函数展成幂级数	300
一、泰勒级数	300
二、函数展开成幂级数	301

下篇 高等数学实验部分

实验一 Matlab 入门及基础操作	312
实验二 二维图形的绘制	320
实验三 极限与连续	326
实验四 一元微分学	329
实验五 一元函数积分学	335
实验六 三维图形的画法	337
实验七 多元函数微分学	344
实验八 多元函数积分学	348
实验九 微分方程和无穷级数	349

上篇

高等数学理论部分

GAODENGSHUXUELILUNBUFEN