



全国高等医药教材建设研究会中医药高职高专教材建设指导委员会
全国中医药高职高专卫生部规划教材

分析化学

供中药等专业用



主编 潘国石

人民卫生出版社

People's Medical Publishing House

全国中医药高职高专卫生部规划教材

供中药等专业用

分析化学

主 编 潘国石

副主编 吕方军

编 者 (以姓氏笔画为序)

吕方军 (山东中医药高等专科学校)

李万玉 (重庆医科大学中医药学院)

吴 晟 (安徽中医药高等专科学校)

杨永鹏 (山东中医药高等专科学校)

喻祖文 (湖南中医药高等专科学校)

潘国石 (安徽中医药高等专科学校)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学/潘国石主编. —北京:
人民卫生出版社, 2005. 6
ISBN 7-117-06816-7

I. 分… II. 潘… III. 分析化学—高等学校:技
术学校—教材 IV. 065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 042719 号

分析化学

主 编: 潘国石
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)
地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼
邮 编: 100078
网 址: <http://www.pmph.com>
E - mail: pmph@pmph.com
购书热线: 010-67605754 010-65264830
印 刷: 北京市卫顺印刷厂
经 销: 新华书店
开 本: 850×1168 1/16 印张: 19
字 数: 451 千字
版 次: 2005 年 6 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 版第 2 次印刷
标准书号: ISBN 7-117-06816-7/R·6817
定 价: 26.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

全国中医药高职高专卫生部规划教材

出版说明

根据教育部、卫生部《中国医学教育改革发展纲要》的精神，为适应当前中医药高职高专教育发展的需要，在国家中医药管理局和教育部、卫生部的支持下，全国高等医药教材建设研究会与卫生部教材办公室规划组织编写了本套教材。

这是在国家教育部批准设置第一批中医药高职高专院校后组织编写的第一套全国规划教材。本套教材的编写以安徽、湖北、山东、湖南、江西、重庆、黑龙江七所中医药高等专科学校的芜湖教材编写会议为基础，全国共有 27 所中医药高等专科学校、职业技术学院和本科院校 400 余位专家教授积极参与，以芜湖会议初步确立的专业培养目标和教学计划为指导，编写的总体原则是：服务并服从于中医药高职高专教育的科学定位与人才培养目标，以服务为宗旨、就业为导向、岗位为前提、能力为重点、素质为根本，遵循“基础理论适度、技术应用能力强、知识面较宽、综合素质较高”的特点，培养 21 世纪需要的“拥护党的基本路线，适应医疗预防保健和其他卫生服务以及中医药行业第一线对应职业岗位工作需要的，德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用型中医药人才”。

本套教材涵盖中医学、中西医结合、针灸推拿、中医骨伤、护理学、中药 6 个核心专业的 63 门课程教材。教材各主编的确定，经个人申报、单位推荐、教材编写委员会评议论证、卫生部教材办公室审核等程序，他们中大多数是中医药高职高专层次上的学科带头人。教材的编写工作经过主编人会、编写会、教材编写中期质量控制工作会议、教材定稿会，及有关专家审定等，尤其是七所院校的领导和参与编写的各院校领导自始至终积极支持、严格把关，使教材编写工作开展顺利，并保证质量。特别是本套教材在全国高等医药教材建设研究会中医药高职高专教材建设指导委员会的指导下，使其整体结构更加科学、合理。63 种规划教材各书均配有《习题集》，可供教学和学生参考。故此，建议中医药各专科学校及高等职业技术学院（包括五年一贯制）根据课程设置、教学需要积极选用。

对于中医药高职高专其他专业的教材建设，我们也将在全国高等医药教材建设研究会中医药高职高专教材建设指导委员会的指导下逐步实施，以促进中医药高职高专教育的更大发展。

全国中医药高职高专卫生部规划教材书目

中医学专业

大学语文	主 编 孙 洁
	副主编 万金森 李亚军
中医基础理论	主 编 何晓晖
	副主编 郑尚雪 金玉忠
中医诊断学	主 编 廖福义
	副主编 尹思源 洪 蕾 张 敏
中药学	主 编 杨 丽
	副主编 谷建梅 张 鸣
方剂学	主 编 王义祁
	副主编 罗 鸣 柴茂山
人体解剖学	主 编 盖一峰
	副主编 杨仁和 杨海旺
生理学	主 编 郭争鸣 冯志强
	副主编 陈凤江 曲英杰
免疫学与病原生物学	主 编 金 路
	副主编 田维珍 陈淑兰
药理学	主 编 侯 晞
	副主编 王开贞 王培忠
病理学	主 编 苑光军
	副主编 王顺新 陈亚非
诊断学基础	主 编 李光耀
	副主编 周艳丽 章向红
针灸学	主 编 汪安宁
	副主编 李学玉 陈美仁
推拿学	主 编 邵湘宁
	副主编 卢国清 房 敏
中医内科学	主 编 肖振辉 李佃贵
	副主编 李季委
中医外科学	主 编 吴恒亚
	副主编 王光晃

中医妇科学	主 编 傅淑清
	副主编 陈景华 盛 红
中医儿科学	主 编 刘百祥
	副主编 邱伯梅 杨硕萍
中医伤科学	主 编 金晓东
	副主编 强 刚
中医五官科学	主 编 詹宇坚
	副主编 杨 光 郭曙光
西医内科学	主 编 郭茂珍
	副主编 李广元 张晓明
西医外科学	主 编 王 洪
	副主编 刘英明
西医妇产科学	主 编 王德明
	副主编 贺丰杰
西医儿科学	主 编 杜长江
中医经典选读	主 编 姜建国
	副主编 张国骏 庞景三
医学心理学	主 编 张伯华
	副主编 陈晓杰 张 颖

2

中西医结合专业

中西医结合外科学	主 编 于万杰
	副主编 晏行三
中西医结合妇产科学	主 编 王 萍
	副主编 陈丽娟 姚 旭
中西医结合儿科学	主 编 汪玉兰
	副主编 白秀岩
常见急症处理	主 编 许幼晖
	副主编 谭李红
常用护理技术	主 编 程家娥
	副主编 曾晓英

针灸推拿专业

经络腧穴学	主 编 王德敬
	副主编 占国荣
针法灸法学	主 编 刘 茜
	副主编 卓廉士
推拿手法学	主 编 那继文
	副主编 唐成林

针灸治疗学

主 编 刘宝林

副主编 谢新群 徐伟辉

推拿治疗学

主 编 周 力

副主编 王德瑜

小儿推拿学

主 编 余建华

副主编 刘世红

中医骨伤专业

中医骨伤科基础

主 编 李 玄

副主编 冼 华

中医筋伤内伤学

主 编 涂国卿

副主编 来 忠

中医正骨学

主 编 王永渝

副主编 黄英如

中医骨病学

主 编 谢 强

创伤急救学

主 编 魏宪纯

副主编 黄振元

骨科手术学

主 编 高 勇

副主编 全 韩

护理学专业

护理学基础

主 编 李如竹

副主编 张云美 高占玲

中医护理基础

主 编 陈建章 陈文松

副主编 李广德

中医护理技术

主 编 刘秀英

副主编 张云梅

生物化学

主 编 韩昌洪

副主编 夏晓凯

中西医内科护理学

主 编 刘 杰

副主编 郭茂珍

中西医外科护理学

主 编 陈伏林

副主编 王美芝

中西医妇科护理学

主 编 付素洁

副主编 黄连英

中西医儿科护理学

主 编 顾红卫

副主编 艾学云

中药专业

中医学概要	主 编	宋传荣	
	副主编	徐宜兵	刘宜群
中药方剂学	主 编	陶忠增	
	副主编	马 波	刘良福
无机化学	主 编	冯务群	
	副主编	王 砥	
有机化学	主 编	卢 苏	
	副主编	张机敏	王志江
分析化学	主 编	潘国石	
	副主编	吕方军	
中药化学	主 编	李 端	
	副主编	江崇湖	陈 斌
解剖生理学	主 编	刘春波	
	副主编	唐晓伟	李 策
药用植物学	主 编	郑小吉	
	副主编	钱 枫	刘宝密
中药药理学	主 编	徐晓玉	
中药鉴定学	主 编	张钦德	
	副主编	游国均	王 宁
中药药剂学	主 编	杨桂明	
	副主编	易生富	徐华玲
中药炮制学	主 编	刘 波	
	副主编	宋丽艳	
常见疾病防治	主 编	马维平	
	副主编	刘健美	

全国高等医药教材建设研究会 中医药高职高专教材建设指导委员会

顾 问

刘德培 于文明 贺兴东 祁国明 鲍 朗 洪 净
王永炎 石学敏 陈可冀 邓铁涛 任继学

主任委员

吴恒亚

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

于 跃 王义祁 王之虹 石 岩 李光耀 李佃贵 杨 晋
何晓晖 连建伟 邵湘宁 高 勇 郭伟星 郭鲁义 曹文富

委 员 (以姓氏笔画为序)

王文政 王世平 王 立 王景洪 王德明 尹思源 车念聪
刘 文 江 滨 孙师家 李治田 苏 伟 苏保松 何文彬
张俊龙 陈文松 陈思东 屈玉明 武技彪 金玉忠 金安娜
郝玉芳 徐文强 顾 璜 逄应坤 黄必胜 黄贵华 傅淑清
廖福义

秘书长

呼素华

秘 书

马砮生 孙 勇

前言

QIANYAN

《分析化学》是中药专业的一门重要专业基础课，是阐述分析化学基本理论和技能的一门学科。学习并掌握分析化学基本理论和技能，将为学好中药专业和其它专业课程打好坚实的基础。

根据卫生部教材办公室《全国中医药高职高专卫生部规划教材编写要求》、七院校教材编写委员会《全国中医药高职高专教材编写基本原则》，以及教学大纲的要求，本教材旨在培养学生成为具有一定的专业知识、具有较高的中药专业技能的高素质应用型专门人才。编者在吸收各校多年来举办高职、高专中医药专业先进教学经验的基础上，坚持体现“三基”、“五性”、“三特定”的原则，重点阐述分析化学的基本理论、基本知识和基本技能以及各种分析方法在中药分析中的应用。为学生学好后期的专业课程如中药化学、中药制剂学、中药鉴定学和中医药职业技能的训练奠定坚实的基础，同时也为学生具有适应中医药职业变化和继续学习的能力打下基础。

本教材共分 15 章，包括绪论、分析天平及其使用、定量分析误差和化学、仪器分析方法等内容。鉴于近年来仪器分析的迅速发展，在我国及其他国家药典中仪器分析法在药物分析中的应用逐年扩大，故仪器分析法内容占有较大的比例。本书将系统地阐述中医药专业所需要掌握的各种仪器分析方法的基本理论、基本知识及基本技能。较详细地阐述了色谱法、紫外-可见分光光度法、红外分光光度法、核磁共振波谱法以及在中药专业、药学专业中的应用。对电位法及质谱法，本书作简略介绍，供师生选用。最后介绍了定量分析的一般步骤。

分析化学是一门实践性很强的应用型学科，实验操作占有较大的比重，为了更好的加强实验教学，本教材后部分为实验指导内容。为配合教学，在本书后还附有分析化学教学大纲，以供各校参考。

在教材编写过程中，得到了各校领导和专家的支持和鼓励，在此一并表示诚挚的谢意。

《分析化学》是一门发展较快的基础学科，加之作者学识水平有限，在教材中缺点和错误在所难免，恳请专家、读者能够提出批评与改正意见，以便再版时修正完善。

《分析化学》编委会

2005 年 5 月

目录

MU LU

第一章 绪论	1
第一节 分析化学的任务与作用	1
第二节 分析方法的分类	1
一、依据物质的性质和操作方法不同分类	1
二、根据试样用量的多少分类	2
三、根据被测组分的含量百分比分类	3
第三节 分析化学发展趋势	4
第二章 分析天平的使用方法	5
第一节 分析天平的分类和结构	5
一、分析天平的分类	5
二、分析天平的结构	6
三、分析天平计量性能	9
第二节 分析天平的使用方法	10
一、分析天平使用前的一般检查方法	10
二、分析天平称量方法	11
三、分析天平的使用和保管规则	11
四、天平常见故障及排除	12
第三章 误差与分析数据的处理	14
第一节 定量分析误差	14
一、误差的分类	14
二、测量的准确度和精密度	15
三、提高分析结果准确度的方法	17
第二节 有效数字及其应用	19
一、有效数字	19
二、有效数字的记录与处理规则	20

目 录

三、有效数字在定量分析中的应用	21
第三节 分析数据的处理与分析结果的表示方法	21
一、可疑值的取舍	21
二、分析结果的表示方法	23
第四章 滴定分析法概论	25
第一节 滴定分析法的特点及对滴定反应的要求	25
一、滴定分析法的特点	25
二、滴定分析法对滴定反应的要求	25
第二节 滴定分析的主要方法和滴定方式	26
一、主要滴定分析方法	26
二、主要滴定方式	26
第三节 基准物质与滴定液	27
一、基准物质	27
二、滴定液	28
第四节 滴定分析计算	29
一、滴定分析计算的依据	29
二、滴定分析计算的基本公式	30
三、滴定分析计算实例	31
第五节 滴定分析仪器的使用方法和注意事项	33
一、容量仪器的洗涤方法	33
二、容量仪器的使用和注意事项	33
三、容量器皿的校准	37
第五章 酸碱滴定法	39
第一节 酸碱指示剂	39
一、指示剂的变色原理与变色范围	39
二、影响指示剂变色范围的因素	41
三、混合指示剂	42
第二节 各类酸碱滴定及指示剂的选择	43
一、强碱滴定强酸或强酸滴定强碱	43
二、一元弱酸(弱碱)的滴定	45
三、多元酸(多元碱)的滴定	48
第三节 酸碱滴定液的配制与标定	51
一、0.1mol/L 盐酸滴定液的配制与标定	51
二、0.1mol/L 氢氧化钠滴定液的配制与标定	51
第四节 应用与示例	51
一、直接滴定法	51
二、间接滴定法	53

第五节 非水溶液酸碱滴定法	53
一、基本原理	54
二、非水溶液酸碱滴定的类型及应用	57
第六章 氧化还原滴定法	61
第一节 概述	61
一、氧化还原反应的特点	61
二、加快氧化还原反应速度、避免副反应发生的方法	61
三、氧化还原滴定法的分类	62
第二节 氧化还原滴定的基本原理	62
一、条件电位	62
二、氧化还原反应进行的程度	63
三、氧化还原滴定曲线	65
第三节 指示剂	66
一、自身指示剂	66
二、特殊指示剂	67
三、不可逆指示剂	67
四、氧化还原指示剂	67
第四节 高锰酸钾法	68
一、基本原理	68
二、滴定液的配制与标定	68
三、应用与示例	69
第五节 碘量法	69
一、基本原理	69
二、指示剂	70
三、滴定液的配制与标定	71
四、应用与示例	72
第六节 亚硝酸钠法	73
一、基本原理	73
二、滴定液的配制与标定	73
三、应用与示例	74
第七章 配位滴定法	75
第一节 概述	75
第二节 配位平衡	76
一、配位滴定中的副反应与副反应系数	77
二、条件稳定常数	78
第三节 配位滴定条件的选择	78
一、酸度的选择	79

目 录

二、干扰离子的排除	79
第四节 金属指示剂	80
一、金属指示剂的作用原理	80
二、金属指示剂应具备的条件	81
三、金属指示剂的封闭现象	81
第五节 滴定液	82
一、乙二胺四乙酸二钠滴定液的配制与标定	82
二、锌滴定液 (0.05mol/L) 的配制与标定	82
第六节 应用与示例	83
一、滴定方式	83
二、水的硬度测定	84
第八章 沉淀滴定法	85
第一节 银量法	85
一、指示终点的方法	85
二、滴定液与基准物质	89
第二节 应用与示例	89
一、无机卤化物和有机氢卤酸盐的测定	89
二、有机卤化物的测定	90
第九章 质量分析法	92
第一节 挥发法	92
一、直接法	92
二、间接法	92
第二节 萃取法	93
一、萃取效率	93
二、萃取法的操作	93
第三节 沉淀法	93
一、沉淀形式和称量形式	93
二、沉淀的纯净	94
三、沉淀法的操作和结果计算	95
第十章 色谱法	98
第一节 概述	98
一、色谱法的产生与发展	98
二、色谱法的分类	99
三、色谱法基本原理	99
第二节 柱色谱法	101
一、液-固吸附柱色谱法	101

二、液-液分配柱色谱法	104
三、离子交换柱色谱法	105
四、凝胶柱色谱法	106
五、柱色谱法的应用	107
第三节 薄层色谱法	108
一、基本原理	108
二、吸附剂的选择	109
三、展开剂的选择	109
四、操作方法	110
第四节 纸色谱法	114
一、色谱原理	114
二、影响 R_f 值的因素	115
三、操作方法	116
第五节 气相色谱法	117
一、概述	117
二、气相色谱法的基本概念和基本理论	119
三、色谱柱	122
四、检测器	123
五、分离条件的选择	124
六、定性与定量分析方法	124
七、应用与示例	126
第六节 高效液相色谱法	127
一、概述	127
二、基本原理	128
三、高效液相色谱法的主要类型	129
四、高效液相色谱仪	131
五、应用与示例	134
第十一章 紫外-可见分光光度法	137
第一节 概述	137
一、光谱分析法的基本概念	137
二、物质对光的选择性吸收	139
三、紫外-可见分光光度法的特点	140
第二节 紫外-可见分光光度法的基本原理	141
一、透光率与吸光度	141
二、光的吸收定律	142
三、吸光系数	142
四、吸收光谱	143
五、偏离光的吸收定律的主要因素	143

第三节 紫外-可见分光光度计	144
一、仪器主要部件	144
二、分光光度计的类型	146
三、分光光度计的光学性能	148
四、紫外-可见分光光度计的使用方法	149
第四节 分析条件的选择	151
一、仪器测量条件的选择	151
二、显色反应条件的选择	151
三、参比溶液的选择	153
第五节 定性与定量分析	153
一、定性分析	153
二、定量分析	154
第六节 紫外吸收光谱在有机化合物结构分析中的应用	158
一、有机化合物的紫外-可见吸收光谱	158
二、推断官能团	162
三、推断异构体	162
第十二章 红外分光光谱法	164
第一节 概述	164
一、红外线及红外吸收光谱	164
二、红外光谱与紫外光谱的区别	165
三、红外光谱的主要用途	165
第二节 基本原理	166
一、分子的振动和红外吸收	166
二、振动形式	167
三、振动自由度与峰数	168
四、红外吸收峰的类型	170
五、吸收峰的峰位及影响峰位的因素	172
六、吸收峰的强度及影响因素	173
七、红外吸收光谱中的重要区域	174
第三节 红外分光光度计与制样	175
一、红外分光光度计的主要部件	175
二、红外分光光度计的工作原理	175
三、样品制备	176
第四节 红外光谱法的应用	177
定性分析与结构分析	177
第十三章 电化学分析法	179
第一节 概述	179

一、电化学分析法的分类	179
二、化学电池的概念及类型	179
三、指示电极与参比电极	179
第二节 直接电位法	181
一、溶液 pH 值的测定	181
二、其他离子浓度的测定	184
第三节 电位滴定法	185
一、方法原理及特点	185
二、确定化学计量点的方法	185
第四节 永停滴定法	187
一、基本原理	187
二、应用与示例	188
第十四章 其他仪器分析方法	189
第一节 核磁共振波谱法	189
一、基本原理	189
二、核磁共振波谱仪	190
三、波谱图与分子结构	191
第二节 质谱法	194
一、概述	194
二、质谱仪及其工作原理	195
三、质谱图与离子类型	195
四、质谱图在有机化合物分析中的应用	196
第十五章 定量分析的一般步骤	200
第一节 取样	200
一、气体样品的采取	200
二、液体样品的采取	200
三、固体样品的采取	200
第二节 样品的预处理	202
一、样品的初步处理	202
二、样品的分解	202
第三节 干扰物质的分离、掩蔽与测定方法的选择	203
一、干扰物质的分离和掩蔽	203
二、测定方法的选择原则	203
三、测定方法选择示例	204
第四节 分析结果的计算与评价	205
一、实验数据的记录	205
二、分析数据的处理	205