



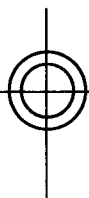
新世纪全国中医药高职高专规划教材

——(供中药类专业用)——

分析化学

主 编 席先蓉

中国中医药出版社



新世纪全国中医药高职高专规划教材

分析化学

(供中药类专业用)

主 编 席先蓉 (贵阳中医学院)
副主编 覃洁萍 (广西中医学院)
李 锦 (天津中医药大学)
万 丽 (成都中医药大学)
吕 洁 (辽宁中医药大学职业技术学院)

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学/席先蓉主编. —北京: 中国中医药出版社,
2006. 6

新世纪全国中医药高职高专规划教材

ISBN 7-80231-012-1

I. 分… II. 席… 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 (2006) 第 046132 号

中国中医药出版社出版
北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层
邮政编码: 100013
传真: 64405750
河北欣航测绘院印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 32.25 字数 613 千字
2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷
书号 ISBN 7-80231-012-1 册数 4000

*

定价: 39.00 元

网址 www.cptcm.com

如有质量问题请与本社出版部调换

版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720

读者服务部电话: 010 64065415 010 84042153

书店网址: csln.net/qksd/

全国高等中医药教材建设 专家指导委员会

- 名誉主任委员** 李振吉 (世界中医药学会联合会副主席)
邓铁涛 (广州中医药大学 教授)
- 主任委员** 于文明 (国家中医药管理局副局长)
- 副主任委员** 王永炎 (中国中医科学院名誉院长 中国工程院院士)
高思华 (国家中医药管理局科技教育司司长)
- 委 员** (按姓氏笔画排列)
- 马 骥 (辽宁中医药大学校长 教授)
王绵之 (北京中医药大学 教授)
王 键 (安徽中医学院党委书记、副院长 教授)
王 华 (湖北中医学院院长 教授)
王之虹 (长春中医药大学校长 教授)
王北婴 (国家中医药管理局中医师资格认证中心 主任)
王乃平 (广西中医学院院长 教授)
王新陆 (山东中医药大学校长 教授)
尤昭玲 (湖南中医药大学校长 教授)
石学敏 (天津中医药大学教授 中国工程院院士)
尼玛次仁 (西藏藏医学院院长 教授)
龙致贤 (北京中医药大学 教授)
匡海学 (黑龙江中医药大学校长 教授)
任继学 (长春中医药大学 教授)
刘红宁 (江西中医学院院长 教授)
刘振民 (北京中医药大学 教授)
刘延楨 (甘肃中医学院院长 教授)
齐 昉 (首都医科大学中医学院院长 教授)
严世芸 (上海中医药大学 教授)
孙塑伦 (国家中医药管理局医政司 司长)
杜 健 (福建中医学院院长 教授)

- 李庆生 (云南中医学院院长 教授)
李连达 (中国中医科学院研究员 中国工程院院士)
李佃贵 (河北医科大学副校长 教授)
吴咸中 (天津医科大学教授 中国工程院院士)
吴勉华 (南京中医药大学校长 教授)
张伯礼 (天津中医药大学校长 中国工程院院士)
肖培根 (中国医学科学院教授 中国工程院院士)
肖鲁伟 (浙江中医药大学校长 教授)
陈可冀 (中国中医科学院研究员 中国科学院院士)
周仲瑛 (南京中医药大学 教授)
周 然 (山西中医学院院长 教授)
周铭心 (新疆医科大学副校长 教授)
洪 净 (国家中医药管理局科技教育司副司长)
郑守曾 (北京中医药大学校长 教授)
范昕建 (成都中医药大学党委书记、校长 教授)
胡之璧 (上海中医药大学教授 中国工程院院士)
贺兴东 (世界中医药学会联合会 副秘书长)
徐志伟 (广州中医药大学校长 教授)
唐俊琦 (陕西中医学院院长 教授)
曹洪欣 (中国中医科学院院长 教授)
梁光义 (贵阳中医学院院长 教授)
焦树德 (中日友好医院 教授)
彭 勃 (河南中医学院院长 教授)
程莘农 (中国中医科学院研究员 中国工程院院士)
谢建群 (上海中医药大学常务副校长 教授)
路志正 (中国中医科学院 教授)
颜德馨 (上海铁路医院 教授)
- 秘书长** 王 键 (安徽中医学院党委书记、副院长 教授)
洪 净 (国家中医药管理局科技教育司副司长)
- 办公室主任** 王国辰 (中国中医药出版社社长)
办公室副主任 范吉平 (中国中医药出版社副社长)

前 言

随着我国经济和社会的迅速发展,人民生活水平的普遍提高,对中医药的需求也不断增长,社会需要更多的实用技术型中医药人才。因此,适应社会需求的中医药高职高专教育在全国蓬勃开展,并呈不断扩大之势,专业的划分也越来越细。但到目前为止,还没有一套真正适应中医药高职高专教育的系列教材。因此,全国各开展中医药高职高专教育的院校对组织编写中医药高职高专规划教材的呼声愈来愈强烈。规划教材是推动中医药高职高专教育发展的重要因素和保证教学质量的基础已成为大家的共识。

“新世纪全国中医药高职高专规划教材”正是在上述背景下,依据国务院《关于大力推进职业教育改革与发展的决定》要求:“积极推进课程和教材改革,开发和编写反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有职业教育特色的课程和教材”,在国家中医药管理局的规划指导下,采用了“政府指导、学会主办、院校联办、出版社协办”的运作机制,由全国中医药高等教育学会组织、全国开展中医药高职高专教育的院校联合编写、中国中医药出版社出版的中医药高职高专系列第一套国家级规划教材。

本系列教材立足改革,更新观念,以教育部《全国高职高专指导性专业目录》以及目前全国中医药高职高专教育的实际情况为依据,注重体现中医药高职高专教育的特色。

在对全国开展中医药高职高专教育的院校进行大量细致的调研工作的基础上,国家中医药管理局科教司委托全国高等中医药教材建设研究会于2004年6月在北京召开了“全国中医药高职高专教育与教材建设研讨会”,该会议确定了“新世纪全国中医药高职高专规划教材”所涉及的中医、西医两个基础以及10个专业共计100门课程的教材目录。会后全国各有关院校积极踊跃地参与了主编、副主编、编委申报、推荐工作。最后由国家中医药管理局组织全国高等中医药教材建设专家指导委员会确定了10个专业共90门课程教材的主编。并在教材的

组织编写过程中引入了竞争机制，实行主编负责制，以保证教材的质量。

本系列教材编写实施“精品战略”，从教材规划到教材编写、专家审稿、编辑加工、出版，都有计划、有步骤地实施，层层把关，步步强化，使“精品意识”、“质量意识”始终贯穿全过程。每种教材的教学大纲、编写大纲、样稿、全稿都经专家指导委员会审定，都经历了编写启动会、审稿会、定稿会的反复论证，不断完善，重点提高内在质量。并根据中医药高职高专教育的特点，在理论与实践、继承与创新等方面进行了重点论证；在写作方法上，大胆创新，使教材内容更为科学化、合理化，更便于实际教学，注重学生实际工作能力的培养，充分体现职业教育的特色，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

在出版方面，出版社严格树立“精品意识”、“质量意识”，从编辑加工、版面设计、装帧等各个环节都精心组织、严格把关，力争出版高水平的精品教材，使中医药高职高专教材的出版质量上一个新台阶。

在“新世纪全国中医药高职高专规划教材”的组织编写工作中，始终得到了国家中医药管理局的具体精心指导，并得到全国各开展中医药高职高专教育院校的大力支持，各门教材主编、副主编以及所有参编人员均为保证教材的质量付出了辛勤的努力，在此一并表示诚挚的谢意！同时，我们要对全国高等中医药教材建设专家指导委员会的所有专家对本套教材的关心和指导表示衷心的感谢！

由于“新世纪全国中医药高职高专规划教材”是我国第一套针对中医药高职高专教育的系统全面的规划教材，涉及面较广，是一项全新的、复杂的系统工程，有相当一部分课程是创新和探索，因此难免有不足甚至错漏之处，敬请各教学单位、各位教学人员在使用中发现问题，及时提出宝贵意见，以便重印或再版时予以修改，使教材质量不断提高，并真正地促进我国中医药高职高专教育的持续发展。

全国中医药高等教育学会
全国高等中医药教材建设研究会
2006年4月

新世纪全国中医药高职高专规划教材

《分析化学》编委会

- 主 编** 席先蓉 (贵阳中医学院)
- 副主编** 覃洁萍 (广西中医学院)
- 李 锦 (天津中医药大学)
- 万 丽 (成都中医药大学)
- 吕 洁 (辽宁中医药大学职业技术学院)
- 编 委** 彭新君 (湖南中医药大学)
- 黄月君 (山西生物应用职业技术学院)
- 陈哲洪 (贵州省遵义中医学校)
- 张水国 (贵阳中医学院)
- 郭梦金 (邢台医学高等专科学校)

编写说明

本教材是新世纪全国中医药高职高专规划教材之一。高职高专中药教育是为各医药企业、医院等培养应用型专门人才，因此，高职高专中药类教材应有别于本科中药教材。

《分析化学》教材内容的选择，要合理确定教材的深度和广度，既要考虑培养对象、高职高专中药教育的时限，又要考虑中药专业的特点，还要结合当前分析化学学科及相关学科的快速发展，因此，无论在教材的安排上，还是在编写方法上都要加以注意。

本教材的内容包括化学分析和仪器分析两部分。

化学分析包括滴定分析与重量分析。化学分析是分析化学的基础，而且在应用上与仪器分析是相辅相成、互相配合的，因此，化学分析这一部分不能舍去；但是，化学分析在实际应用中有限，特别是在中药分析中，因此，这一部分篇幅不能过多，或者在教学时，安排的学时不能过多。故在滴定分析部分，重点、详细介绍酸碱滴定，包括酸碱滴定过程中溶液的 pH 变化规律、滴定曲线的测绘、滴定突跃的确定、指示剂的变色原理与变色范围、指示剂的选择、各种类型酸碱滴定可行性的判断。这样安排一是可为进一步学习其他滴定分析方法奠定基础，二是在介绍其他滴定分析法时就可相对简略一些，也可以节省一些教学时间。重量分析以沉淀重量法为主。

仪器分析部分则根据中药专业的特点，安排以下内容：

电位法及双指示电极电流滴定法、可见-紫外分光光度法。两者均可用于中药的含量测定，而后者还可用于中药中某些成分的定性分析。

色谱分析法对于组成复杂的中药来说，是一种特别有用的分离分析方法。这部分包括经典液相色谱法、薄层扫描法、气相色谱法、高效液相色谱法。

波谱分析在有机化合物结构研究中起着极为重要的作用，故本教材另列一章，对红外分光光度法、核磁共振氢谱、质谱、高效毛细管

电泳作一简介，为学生以后工作需要或进一步深造奠定一定基础。

每章后附有本章小结及适当分量的习题，有利于学生对教学内容的理解和掌握。此外大多数章节的最后一节为实验，可供各学校选用。

参加本教材编写工作的有湖南中医药大学的彭新君（编写第一章和第十五章），成都中医药大学的万丽（编写第二章和第十三章），贵阳中医学院的张水国（编写第三章和第八章），天津中医药大学的李锦（编写第四章和第九章），贵州省遵义中医学校的陈哲洪（编写第五章），邢台医学高等专科学校的郭梦金（编写第六章），辽宁中医药大学职业技术学院的吕洁（编写第七章和第十四章），山西生物应用职业技术学院的黄月君（编写第十章），广西中医学院的覃洁萍（编写第十一章和第十二章）。全书由贵阳中医学院的席先蓉统稿。

本教材在编写上，力求有较高的科学性和先进性，又能适合学生的知识能力和水平。在内容编排上尽量做到简明扼要、重点突出，扼要介绍各种分析方法的基本原理及应用技术，列举各方法在当前生产实践中的应用实例，还适当介绍了涉及分析化学前沿的新理论、新方法，使学生掌握各种分析方法的基本理论、基础知识和基本技能，并且具有较强的独立工作能力，为以后的深造发展打下一定的基础。

由于编者水平有限，再加上撰写本教材时间仓促，书中难免有疏漏、不足与错误之处，敬请广大师生提出宝贵意见，以便再版时修订。

《分析化学》编委会

2006年5月

目 录

第一章 绪论 ·····	(1)
第一节 分析化学的任务和作用·····	(1)
第二节 分析化学分析方法的分类·····	(2)
第三节 定量分析的一般步骤·····	(4)
一、分析任务和计划·····	(4)
二、取样·····	(5)
三、试样的制备·····	(6)
四、定性鉴别·····	(7)
五、分析测定·····	(7)
六、结果的计算和表达·····	(8)
第四节 分析化学的发展·····	(8)
第五节 分析化学参考文献·····	(9)
一、教材和论著·····	(10)
二、手册·····	(12)
三、分析化学相关的部分期刊及其网站·····	(12)
第二章 误差和分析数据的处理 ·····	(14)
第一节 误差·····	(14)
一、系统误差·····	(14)
二、偶然误差·····	(15)
第二节 准确度与精密度·····	(16)
一、准确度与误差·····	(16)
二、精密度与偏差·····	(17)
三、准确度与精密度的关系·····	(18)
四、提高分析结果准确度的方法·····	(19)
第三节 有效数字及计算规则·····	(21)
一、有效数字·····	(21)
二、有效数字的修约及计算规则·····	(22)
第四节 分析数据的统计处理·····	(23)
一、基本概念·····	(23)

2 · 分析化学 ·	
二、置信度与平均值的置信区间	(27)
三、差别检验	(28)
四、可疑值的取舍	(31)
第五节 相关与回归	(33)
一、相关系数	(33)
二、回归	(34)
小结	(35)
习题	(37)
第三章 重量分析法	(39)
第一节 概述	(39)
一、沉淀法	(39)
二、挥发法	(40)
三、提取法	(40)
四、电解法	(40)
第二节 沉淀重量法	(40)
一、沉淀的制备及对沉淀的要求	(41)
二、沉淀的溶解度及影响因素	(43)
三、沉淀纯度及影响因素	(48)
四、沉淀的形成与沉淀条件	(51)
五、沉淀的过滤、洗涤、烘干与灼烧	(56)
第三节 重量分析结果的计算	(62)
一、换算因数的计算	(62)
二、试样称取量的计算	(64)
三、沉淀剂用量计算	(64)
四、分析结果计算	(65)
第四节 应用与示例	(66)
一、药物含量测定	(66)
二、药物纯度检查	(67)
第五节 实验	(67)
实验一、分析天平与称量	(67)
实验二、盐酸黄连素的含量测定	(78)
实验三、生药灰分的测定	(79)
小结	(80)
习题	(81)

第四章 滴定分析法	(84)
第一节 概述	(84)
一、滴定分析的过程	(84)
二、滴定分析法特点和分类	(85)
三、滴定分析对滴定反应的要求	(86)
四、滴定方式	(86)
第二节 基准物质与标准溶液	(88)
一、基准物质	(88)
二、标准溶液的配制	(89)
三、标准溶液的标定	(89)
第三节 标准溶液浓度的表示方法	(90)
一、物质的量浓度	(90)
二、滴定度	(91)
第四节 滴定分析的计算	(92)
一、滴定分析的计算基础	(92)
二、被测物含量的计算	(97)
第五节 实验	(100)
实验一、滴定分析器皿及其使用	(100)
实验二、容量分析器皿的校准	(106)
小结	(109)
习题	(111)
第五章 酸碱滴定法	(113)
第一节 概述	(113)
第二节 水溶液中的酸碱平衡	(113)
一、酸碱质子理论的概念	(113)
二、酸碱反应的实质	(114)
三、酸碱的强度	(115)
四、酸碱的分布系数	(116)
第三节 酸碱指示剂	(117)
一、指示剂的变色原理	(117)
二、指示剂的变色范围及影响因素	(118)
三、混合指示剂	(120)
第四节 水溶液中的酸碱滴定	(121)
一、强酸(碱)的滴定	(122)

二、一元弱酸(碱)的滴定	(124)
三、多元酸(碱)的滴定	(127)
第五节 非水溶液中的酸碱滴定	(130)
一、非水溶液酸碱滴定的特点	(130)
二、溶剂的分类	(131)
三、溶剂的性质	(132)
四、溶剂的选择	(136)
五、碱的滴定	(136)
六、酸的滴定	(140)
第六节 酸碱标准溶液的配制与标定	(141)
一、NaOH 标准溶液的配制与标定	(141)
二、HCl 标准溶液的配制与标定	(141)
第七节 应用与示例	(142)
一、直接滴定法	(142)
二、间接滴定法	(144)
第八节 实验	(145)
实验一、酸碱标准溶液的配制与标定	(145)
实验二、阿司匹林片的含量测定	(148)
实验三、高氯酸滴定液的配置与标定	(150)
实验四、枸橼酸钠含量的测定	(151)
小结	(152)
习题	(155)
第六章 配位滴定法	(160)
第一节 概述	(160)
第二节 EDTA 的性质及其配合物	(161)
一、EDTA 的结构和性质	(161)
二、EDTA 的配合物	(161)
第三节 配合物在水溶液中的离解平衡	(162)
一、配合物的稳定常数	(162)
二、配位反应的副反应及副反应系数	(163)
三、配合物的条件稳定常数	(167)
第四节 配位滴定基本原理	(168)
一、滴定曲线	(168)
二、影响滴定突跃大小的因素	(170)

第五节 金属离子指示剂.....	(172)
一、金属指示剂的作用原理.....	(172)
二、金属指示剂应具备的条件.....	(173)
三、金属指示剂的封闭现象和僵化现象.....	(174)
四、常用的金属指示剂简介.....	(174)
第六节 提高配位滴定的选择性.....	(175)
一、酸度的选择.....	(176)
二、提高配位滴定的选择性.....	(178)
第七节 EDTA 标准溶液的配制与标定	(180)
一、EDTA 标准溶液的配制	(180)
二、EDTA 标准溶液的标定	(180)
第八节 配位滴定方式及其应用.....	(181)
一、滴定方式.....	(181)
二、应用示例.....	(183)
第九节 实验.....	(185)
实验一、EDTA 标准溶液的配制与标定	(185)
实验二、水的硬度测定.....	(186)
小结.....	(188)
习题.....	(189)
第七章 氧化还原滴定法.....	(191)
第一节 概述.....	(191)
第二节 氧化还原平衡.....	(191)
一、条件电位.....	(192)
二、氧化还原反应进行的方向.....	(193)
三、氧化还原反应进行的程度.....	(194)
四、氧化还原反应的速度.....	(195)
第三节 氧化还原滴定曲线.....	(196)
一、滴定曲线.....	(196)
二、指示剂.....	(199)
第四节 碘量法.....	(201)
一、基本原理.....	(201)
二、指示剂.....	(202)
三、滴定液的配制与标定.....	(203)
四、应用与示例.....	(204)

第五节 其他氧化还原滴定法简介	(206)
一、高锰酸钾法	(206)
二、重铬酸钾法	(207)
第六节 氧化还原滴定计算	(208)
第七节 实验	(209)
实验一、硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	(209)
实验二、碘标准溶液的配制与标定	(211)
实验三、维生素 C 的含量测定	(213)
实验四、胆矾中铜盐的含量测定	(214)
小结	(216)
习题	(217)
第八章 沉淀滴定法	(219)
第一节 概述	(219)
第二节 银量法	(220)
一、基本原理	(220)
二、指示终点的方法	(221)
第三节 标准溶液的配制与标定	(228)
一、0.1mol/L AgNO_3 标准溶液的配制与标定	(228)
二、0.1mol/L NH_4SCN 标准溶液的配制与标定	(228)
第四节 应用与示例	(229)
一、中药中无机和有机氢卤酸盐的测定	(229)
二、有机卤化物的测定	(230)
第五节 实验	(232)
实验一、 AgNO_3 标准溶液及 NH_4SCN 标准溶液的配制与标定	(232)
实验二、溴化钾的含量测定	(234)
小结	(235)
习题	(235)
第九章 电位法及电流滴定法	(238)
第一节 概述	(238)
第二节 电化学电池	(239)
一、原电池和电解池	(239)
二、液接电位	(240)
第三节 参比电极和指示电极	(241)
一、参比电极	(241)

二、指示电极	(242)
三、复合电极和微电极	(244)
第四节 原电池电动势的测量	(244)
第五节 直接电位法	(245)
一、氢离子活度的测定	(245)
二、其他阴、阳离子的测定	(250)
三、直接电位法的测量误差	(258)
第六节 电位滴定法	(258)
一、基本原理	(258)
二、仪器装置	(259)
三、终点确定方法	(259)
四、应用示例	(261)
第七节 双指示电极电流滴定法	(262)
一、原理及装置	(262)
二、终点确定方法	(263)
一、应用示例	(265)
第八节 实验	(266)
实验一、用 pH 计测定溶液的 pH 值	(266)
实验二、醋酸的电位滴定	(268)
小结	(271)
习题	(271)
第十章 可见-紫外分光光度法	(273)
第一节 概述	(273)
第二节 基本原理	(274)
一、光的基本特性	(274)
二、物质对光的选择性吸收	(275)
三、吸收光谱	(276)
四、光的吸收定律	(278)
五、偏离光吸收定律的因素	(281)
第三节 紫外-可见分光光度计	(282)
一、主要组成部件	(282)
二、分光光度计类型及特点	(285)
三、分光光度计的光学性能及检定	(288)
四、仪器操作方法	(290)