

- 全国高等医药院校药学类实验双语教材
- 教育部普通高等教育“十五”国家级规划教材

分析化学 实验与指导

EXPERIMENT AND GUIDE
FOR ANALYTICAL CHEMISTRY

主编 严拯宇

中国医药科技出版社

全国高等医药院校药学类实验双语教材
教育部普通高等教育“十五”国家级规划教材

分析化学实验与指导

主 编 严拯宇

副主编 杜迎翔

中国医药科技出版社

内 容 提 要

《分析化学实验与指导》是根据高等医药院校药学类专业分析化学实验课程的基本要求,结合本校长期实验教学实践编写而成。全书共分五章,包括分析化学实验基本知识、分析化学基本操作、基本实验、设计实验和图谱查阅。33个实验全部采用中英文对照,便于双语实验教学。

本书可供药学类院校的本科及专科学生分析化学实验教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学实验与指导/严拯宇主编. —北京:中国医药科技出版社, 2005.8

全国高等医药院校药学类实验双语教材

ISBN 7-5067-3230-0

I. 分... II. 严... III. 分析化学—化学实验—医学院校—教材 IV. 0652.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第086598号

美术编辑 陈君杞

责任校对 张学军

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 100088

电话 010-62244206

网址 www.mpsky.com.cn

规格 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 15 $\frac{1}{4}$

字数 305千字

印数 1—5000

版次 2005年9月第1版

印次 2005年9月第1次印刷

印刷 廊坊市海翔印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 7-5067-3230-0/G·0449

定价 25.00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理学类规划教材编委会

名誉主任委员 吴阶平 蒋正华 卢嘉锡

名誉副主任委员 邵明立 林蕙青

主任委员 吴晓明 (中国药科大学)

副主任委员 吴春福 (沈阳药科大学)

王温正 (中国医药科技出版社)

黄泰康 (国家食品药品监督管理局)

彭师奇 (首都医科大学药学院)

叶德泳 (复旦大学药学院)

张志荣 (四川大学华西药学院)

秘书长 姚文兵 (中国药科大学)

朱家勇 (广东药学院)

委员 (按姓氏笔画排列)

丁安伟 (南京中医药大学中药学院)

丁红 (山西医科大学药学院)

刁国旺 (扬州大学化学化工学院)

马毅 (山东轻工业学院化学工程系)

元英进 (天津大学化工学院)

王广基 (中国药科大学)

王月欣 (河北工业大学制药工程系)

王地 (首都医科大学中医药学院)

王存文 (武汉工程大学)

王志坚 (西南师范大学生命科学学院)

王岳峰 (西南交通大学药学院)

王玮 (河南大学药学院)

王恩思 (吉林大学药学院)

王康才 (南京农业大学园艺学院)

韦玉先 (桂林医学院药学院)

冯怡 (上海中医药大学中药学院)

史录文 (北京大学医学部)

叶永忠 (河南农业大学农学院)

白钢 (南开大学生命科学学院)

乔延江 (北京中医药大学中药学院)
乔海灵 (郑州大学药学院)
全 易 (江苏工业学院化学工程系)
刘 文 (南开大学医学院)
刘巨源 (新乡医学院药学系)
刘永琼 (武汉工程大学)
刘红宁 (江西中医学院)
刘 羽 (武汉工程大学)
刘克辛 (大连医科大学药学院)
刘利萍 (浙江绍兴文理学院化学系)
刘志华 (湖南怀化医学高等专科学校药学系)
刘明生 (海南医学院药学系)
刘杰书 (湖北民族学院医学院)
刘 珂 (山东省天然药物工程技术研究中心)
刘俊义 (北京大学药学院)
匡海学 (黑龙江中医药大学)
印晓星 (徐州医学院药学系)
吉 民 (东南大学化学化工系)
孙秀云 (吉林化学学院制药与应用化学系)
曲有乐 (佳木斯大学药学院)
朱大岭 (哈尔滨医科大学药学院)
朱景申 (华中科技大学同济药学院)
朴虎日 (延边大学药学院)
毕开顺 (沈阳药科大学)
纪丽莲 (淮阴工学院生物工程与化学工程系)
齐香君 (陕西科技大学生命科学与工程学院)
吴 勇 (四川大学华西药学院)
吴继洲 (华中科技大学同济药学院)
吴基良 (咸宁学院)
吴清和 (广州中医药大学中药学院)
吴满平 (复旦大学药学院)
吴 翠 (徐州师范大学化学系)
张大方 (长春中医学院药学院)

张丹参 (河北北方学院基础医学部)
张树杰 (安徽技术师范学院动物科学系)
张振中 (郑州大学药学院)
张晓丹 (哈尔滨商业大学药学院)
张崇禧 (吉林农业大学中药材学院)
李元建 (中南大学药学院)
李永吉 (黑龙江中医药大学药学院)
李青山 (山西医科大学药学院)
李春来 (莆田学院药学系)
李勤耕 (重庆医科大学药学系)
杨世民 (西安交通大学药学院)
杨宝峰 (哈尔滨医科大学)
杨得坡 (中山大学药学院)
沈永嘉 (华东理工大学化学与制药学院)
肖顺汉 (泸州医学院药学院)
辛 宁 (广西中医学院药学院)
邱祖民 (南昌大学化学工程系)
陈建伟 (南京中医药大学中药学院)
周孝瑞 (浙江科技学院生化系)
林 宁 (湖北中医学院药学院)
林 强 (北京联合大学生物化学工程学院)
欧珠罗布 (西藏大学医学院)
罗向红 (沈阳药科大学)
罗焕敏 (暨南大学药学院)
郁建平 (贵州大学化生学院)
郑国华 (湖北中医学院药学院)
郑葵阳 (徐州医学院药学系)
姚日生 (合肥工业大学化工学院)
姜远英 (第二军医大学药学院)
娄红祥 (山东大学药学院)
娄建石 (天津医科大学药学院)
胡永洲 (浙江大学药学院)
胡 刚 (南京医科大学药学院)

胡先明 (武汉大学药学院)
倪京满 (兰州医学院药学院)
唐春光 (锦州医学院药学院)
徐文方 (山东大学药学院)
徐晓媛 (中国药科大学)
柴逸峰 (第二军医大学药学院)
殷明 (上海交通大学药学院)
涂自良 (郟阳医学院药学系)
秦雪梅 (山西大学化学化工学院药学系)
贾天柱 (辽宁中医学院药学院)
郭华春 (云南农业大学农学与生物技术学院)
郭姣 (广东药学院)
钱子刚 (云南中医学院中药学院)
高允生 (泰山医学院药学院)
崔炯漠 (延边大学医学院)
曹德英 (河北医科大学药学院)
梁仁 (广东药学院)
傅强 (西安交通大学药学院)
曾苏 (浙江大学药学院)
程牛亮 (山西医科大学)
董小萍 (成都中医药大学药学院)
虞心红 (华东理工大学化学与制药工程学院制
药工程系)
裴妙荣 (山西中医学院中药系)
谭桂山 (中南大学药学院)
潘建春 (温州医学院药学院)
魏运洋 (南京理工大学化工学院)

全国高等医药院校药学类规划教材编写办公室

主 任 姚文兵 (中国药科大学)
副 主 任 罗向红 (沈阳药科大学)
郭 姣 (广东药学院)
王应泉 (中国医药科技出版社)

编写说明

经教育部和全国高等医学教育学会批准，全国高等医学教育学会药学教育研究会于2004年4月正式成立，全国高等医药院校药学类规划教材编委会归属于药学教育研究会。为适应我国高等医药教育的改革和发展、满足市场竞争和医药管理体制对药学教育的要求，教材编委会组织编写了“全国高等医药院校药学类规划教材”。

本系列教材是在充分向各医药院校调研、总结归纳当前药学教育迫切需要补充一些教学内容的基础上提出编写宗旨的。本系列教材的编写宗旨是：药学特色鲜明、具有前瞻性、能体现现代医药科技水平的高质量的药学教材。也希望通过教材的编写帮助各院校培养和推出一批优秀的中青年业务骨干，促进药学院校之间的校际间的业务交流。

参加本系列教材的编写单位有：中国药科大学、沈阳药科大学、北京大学药学院、广东药学院、四川大学华西药学院、山西医科大学、华中科技大学同济药学院、复旦大学药学院、西安交通大学药学院、山东大学药学院、浙江大学药学院、北京中医药大学等几十所药学院校。

教材的编写尚存在一些不足，请各院校师生提出指正。

全国高等医药院校药学类
规划教材编写办公室
2004年4月16日

序

实验教学是高等药学院校最基本的教学形式之一，对培养学生科学的思维与方法、创新意识与能力，全面推进素质教育有着重要的作用。飞速发展的科学技术，已成为主导社会进步的重要因素。高等药学院校必须不断更新教学内容，以学科发展的前沿知识充实实验课程内容。

近年来，中国药科大学坚持以研究促教改，通过承担教育部“世行贷款——21世纪初高等教育教学改革项目”及立项校内教改课题等多种方式，调动了广大教师投身教学改革的积极性，将转变教师的教育思想观念与教学内容、教学方法的改革紧密结合起来，取得了实效。此次推出的国家“十五”规划教材——药学专业双语实验教学系列，是广大教师长期钻研实验课程教学体系，改革教学内容，实现教育创新的重要成果。他们站在21世纪教育、科技和社会发展趋势的高度，对药学专业实验课程的教学内容进行了“精选”、“整合”和“创新”，强调对学生的动手能力、创新思维、科学素养等综合素质的全面培养。这套教材具有以下的特点：

1. 教材将各学科的实验内容进行了广泛的“精选”，既体现了高等药学教育“面向世界、面向未来、面向现代化”，也考虑到我国药学教育的现状与实际；既体现了各门实验课程自身的独立性、系统性和科学性，又充分考虑到各门实验课程之间的联系与衔接，有助于学生在教学大纲规定的实验教学学时内掌握基本操作技术，提高动手能力，养成严谨、求实、创新的科学态度。

2. 教材中新增的综合性、设计性实验有利于学生全面了解和综合掌握本门实验课程的教学内容。这一举措既满足了学生个性发展的需要，更注重培养学生分析问题、解决问题的能力 and 创新意识。

3. 教材中适当安排一些反映药学学科发展前沿的实验，有利于学生在掌握实验基本技术的同时，对药学学科的新进展、新技术有所了解，激发他们学习药学知识与相关学科的兴趣。

4. 教材以实践教学为突破口，采用双语体系编写，为实验课程改革构建数字化、信息化和外语教学的平台，有利于提高学生的科技英语水平。通过我校多年的药系列实验课程双语教学实践，证明学生完全能够接受此套教材的教学。

国家十五规划教材——药学专业双语实验教学系列教材的陆续出版，必

将对推动我国高等药学教育的健康发展，产生积极而深远的影响。由于采用双语体系编写药学教学实验丛书尚属首次，缺乏经验，在内容选择及编写方法上的不妥之处，在所难免。欢迎从事药学教育的同行们批评赐教。

吴晓明

(中国药科大学校长、博士、教授、博士生导师)

2003年1月于南京

Preface

Experimental teaching is one of the most fundamental teaching means in pharmaceutical colleges, playing an important role in training scientific thoughts and methods, creative consciousness and ability of the students as well as in promoting quality - oriented education in all - round way. Fast - advancing science and technology has come to be an important factor in dominating social progress. Teaching materials must be updated continually in pharmaceutical colleges, especially enriching the materials of experimental courses with the most advanced knowledge in the subject.

In recent years, China Pharmaceutical University have been stressing the promotion of teaching reform on the basis of research, succeeding in stimulating teachers' enthusiasm for teaching reform by various means such as undertaking the project of teaching reform in higher education at the beginning of 21st century sponsored financially by World Bank and entrusted by the Ministry of Education as well as approving and ratifying internal programs on teaching reform. Meanwhile, it yields fruits to integrate the transforming of teachers' educational ideology into the reform of teaching materials and methods. This series of textbook of national "Tenth - five" planning - bilingual pharmaceutical experimental teaching series, is an important achievement made through studying teaching system of experimental courses for long, reforming teaching materials and carrying out educational innovation of all the teachers concerned.

Meeting the new demands for education, science and technology and social growth, they select, integrate and innovate the teaching materials of pharmaceutical experimental courses, stressing the overall cultivation of comprehensive qualities, including experimental ability, creative thought and scientific attainments. This set of textbook possesses the following features:

1. These textbooks make an extensive "selection" of the experimental materials of each subject, reflecting the goal of facing the world, facing the future and facing the modernization in higher pharmaceutical education, and taking into account the status quota and reality of our pharmaceutical education; meanwhile embodying the individuality, systematicness and scientificness of each experimental courses, which helps the students to grasp basic techniques of operation within the class hours of experimental teaching prescribed by teaching syllabus and to improve their experimental ability and finally to cultivate a scientific approach of precision, practicality and creation.

2. The comprehensive designing experiments newly supplemented in the textbooks help the students to learn totally and grasp comprehensively the teaching materials of the experimental courses, which not only meets the students' needs for individual development but also trains their ability to analyze and solve problems and cultivates their creative consciousness.

3. Some experiments representing the latest development in pharmacy are properly included in the textbooks, which helps the students to learn about new advance and technology in pharmacy and to further arouse their interests in studying pharmacy and relevant subjects while grasping some basic techniques of experiment.

4. The textbooks take experimental teaching as starting point and are compiled in a system of bilingualism and aim to set up a platform of digitalization, information and foreign language teaching for the purpose of reforming experimental courses, which serves to enhance the students' level of technological English. It has been proved that the students have no difficulty being adapted to the teaching of this set of textbook through many years of bilingual teaching practice carried out in a series of pharmaceutical experimental courses of our university.

The successive publishing of the series of textbooks used for bilingual pharmaceutical experimental teaching – the national “Tenth—five” planning textbooks, will surely produce good and far – reaching influence in promoting the sound development of higher pharmaceutical education of our country. Since it is the first time that we have compiled this series of textbook of pharmaceutical teaching experiment in a bilingual system, we lack experience and thus some defects in choice of materials and way of compilation are inevitable. Experts engaged in pharmaceutical education are welcome to give any criticisms and advice.

Wu Xiaoming

Ph. D, prof. , and supervisor of doctoral candidates

President of China Pharmaceutical University

Nanjing

Jan, 2003

前 言

分析化学是一门实践性很强的科学。分析化学实验在分析化学教学中占有重要地位，也是培养药学人才不可缺少的环节。

本书参照高等医药院校药学专业《分析化学及分析化学实验大纲》，结合中国药科大学多年来分析化学实验教学的经验，在实验双语教学实践的基础上，借鉴和吸收其他院校分析化学实验教学改革的经验编写而成。基于实验教学的特点，教材中扼要地介绍了分析化学实验基本知识，分析化学实验仪器及操作；实验包括化学分析和仪器分析两个部分。为了培养学生分析问题和解决问题的能力，本书除了安排一定数量的基本实验外，还安排了设计性实验。在实验教师的指导下，学生通过查阅资料，灵活应用所学的分析方法，拟定实验方案，对培养学生分析问题和解决问题的能力十分有利。

结合目前大学生英语水平普遍提高的现状，为了适应双语教学的要求，中国药科大学分析化学教研室全体教师积极参与双语实验教学实践，本书是教研室全体教师多年教学实践的结晶，是集体创作的成果，具有药学分析化学实验教学的特色。

参加本书编写工作的有严拯宇（第三章实验 1~7，第五章，附录），杜迎翔（第一章，第三章实验 25~29，31），钟文英（第三章实验 19~24，32），周大顺（第三章实验 12~16，18，33），肖莹（第三章实验 8~11，17，30），严拯宇、郁健（第二章）。此外教研室何华、沈卫阳、季一兵、王志群、蒋淑敏、骆雪芳、于清峰等也参加了部分工作。中国药科大学教务处、基础部和中国医药科技出版社对本教材的出版给予了大力的支持和关心，在此一并表示诚挚的感谢。

本书供药学类院校分析化学实验教学使用，实验内容可根据教学需要适当选做，同时也可供药物工作人员参考。

书中错误与不当之处，敬请读者批评指正。

编者

2005年3月

Preface

Analytical chemistry is a subject based on experiment. The experiments play an important role in this subject and it's an essential part in cultivating students with pharmaceutical ability.

Based on 'the brief of analytical chemistry and it's experiment' and the experience of the reform in experiment teaching of analytical chemistry as well as bilingual teaching of this course in both Chinese and English in recent years, by using for reference the experiences of the reform in experiment teaching of analytical chemistry in other colleges, we have compiled this book, which compendiously introduces the basic knowledge of analytical chemistry experiment, the instruments and the methods. The experiment consists of two parts: chemical analysis and instrumental analysis. In order to enhance the students' ability in analyzing and solving problems, we arranged some basic experiments and designing ones as well. With the help of teachers, students can use the analytical knowledge that they have learned to work out the projects, it helps a lot in enhancing the students' ability to analyze and solve problems.

Based on the fact that students' English ability have promoted prevalently, and in order to suit the requirement of bilingual teaching, the staff of department of analytical chemistry of China pharmaceutical university actively take part in bilingual teaching. This book is a collective of all the teachers in our department, work and shows characteristic of pharmaceutical analytical chemistry experiment teaching.

This book was composed by Zhengyu Yan (exp 1 ~ 7 in chapter 3, appendix), Yingxiang Du (chapter 1, exp 25 ~ 29, 31 in chapter 3), Wenyin Zhong (exp 19 ~ 24, 32 in chapter 3), Dashun Zhou (exp 12 ~ 16, 33 in chapter 3), Ying Xiao (exp 8 ~ 11, 17, 30 in chapter 3), Zhengyu Yan & Jian Yu (chapter 2). Hua he, Weiyang Shen, Yibing Ji, Zhiqun Wang, Shumin Jiang, Xuefang Luo and Qingfeng Yu also took part in the compiling partially. Thanks for the teaching bureau of China Pharmaceutical University and the China Med - pharm Sciences and Technology Publishing for their supervision.

It's a experimental teaching book of analytical chemistry course for pharmaceutical schools, and experiments can be done with choice according to the teaching needs. It can also serve as a good reference book for those who are engaged in pharmaceutical researches.

Please correct for the mistakes in this book! Your suggestions are greatly appreciated!

editors
April, 2005

目 录

第一章	分析化学实验基本知识	(1)
第二章	分析化学基本操作	(9)
第三章	实验部分	(40)
实验一	称量练习	(40)
实验二	氯化钡结晶水的测定	(44)
实验三	氢氧化钠标准溶液 (0.1mol/L) 的配制与标定	(50)
实验四	药物阿司匹林的含量测定	(56)
实验五	盐酸标准溶液 (0.2mol/L) 的配制与标定	(60)
实验六	药用氧化锌的含量测定	(64)
实验七	药用硼砂的含量测定	(68)
实验八	高氯酸标准溶液 (0.1mol/L) 的配制与标定	(72)
实验九	药物水杨酸钠的含量测定	(77)
实验十	EDTA 标准溶液 (0.05mol/L) 的配制与标定	(81)
实验十一	水的硬度测定	(86)
实验十二	容量仪器校正	(90)
实验十三	0.05mol/L 碘溶液的配制与标定	(95)
实验十四	维生素 C 的测定	(100)
实验十五	高锰酸钾溶液的配制与标定 (0.02mol/L)	(104)
实验十六	原料药硫酸亚铁的含量测定	(108)
实验十七	用酸度计测定药物液体制剂的 pH	(112)
实验十八	磷酸的电位滴定	(119)
实验十九	亚硝酸钠标准溶液的配制与标定	(124)
实验二十	永停滴定法测定磺胺类药物	(129)
实验二十一	邻二氮菲比色法测定铁的条件试验	(134)
实验二十二	邻二氮菲比色法测定水中的含铁量	(139)
实验二十三	原料药吸收系数的测定	(143)
实验二十四	荧光分光光度计测定阿司匹林片中乙酰水杨酸和水杨酸	(147)
实验二十五	纸色谱法分离鉴定蛋氨酸和甘氨酸	(151)
实验二十六	薄层色谱法分离鉴定复方新诺明片中 SMZ 和 TMP	(157)
实验二十七	离子交换色谱法测定枸橼酸钠的含量	(164)
实验二十八	红外分光光度法测定药物的化学结构	(170)
实验二十九	酊剂中乙醇含量的气相色谱法测定	(174)
实验三十	程序升温毛细管气相色谱法测定药物中有机溶剂残留量	(179)
实验三十一	高效液相色谱柱的性能考察及分离度测试	(183)

实验三十二	高效液相色谱法测定苯丙酸诺龙注射液的含量	(189)
实验三十三	高效液相色谱法测定阿司匹林胶囊中的乙酰水杨酸和水杨酸	(194)
第四章	设计实验	(198)
第五章	萨特勒标准光谱的查阅方法	(201)
附录一	常用指示剂	(215)
附录二	常用缓冲溶液的配制	(219)
附录三	0~95℃时标准缓冲溶液的 pH 值	(220)
附录四	常用酸碱的密度、含量和浓度	(221)
附录五	元素的原子量 (1999)	(222)
附录六	常用式量表	(224)
附录七	气相色谱中常用的固定液	(226)
附录八	一些化合物的相对质量校正因子 (f_m) 和沸点	(228)

第一章 分析化学实验基本知识

一、实验室规则

(1) 实验前应准备一本预习报告本,认真进行预习,并写好预习报告。其内容应包括:实验目的、基本原理、简单的实验步骤、注意事项。对将要进行的实验做到心中有数。

(2) 要爱护仪器设备,对不熟悉的仪器应先仔细阅读仪器的操作规程,听从老师指导。未经允许切不可随意动手,以防损坏。

(3) 实验过程中要保持安静,正确操作,细致观察,认真记录,周密思考。要遵守实验室安全规则、保持室内清洁,特别要保持实验台面干净、整齐。火柴梗、废纸等杂物丢入废物缸内。注意节约水、电、煤气等。

(4) 实验记录应如实反映实验的情况。通常应按一定格式用钢笔或圆珠笔书写。所有原始数据都应边实验边准确地记录在报告本上,不能等到实验结束后再补记,更不能将原始数据记录在草稿本、小纸片或其他地方。记录本应事先编好页码,不应撕毁其中任何一页。必须养成实事求是的科学态度,不凭主观意愿删去自己不喜欢的数据,更不得随意涂改。若记错了,可将错的数据轻轻划一道杠,将正确的数据记在旁边,切不可乱涂乱改或用橡皮擦拭。任何随意拼凑、杜撰原始数据的做法都是不允许的。

(5) 实验结束后,应立即把玻璃器皿洗刷干净,仪器复原,填好使用登记卡,整理好实验台面,把当天的实验报告及时交给老师。

(6) 值日生应认真打扫实验室,待关好水、电、煤气、窗、门后方可离开实验室。

二、实验室安全常识

实验室安全包括人身安全及实验室仪器设备的安全。分析化学实验室主要应预防化学药品的中毒,操作过程中的烫伤、割伤、腐蚀等危害人身安全的各种因素和燃气、高压气体、高压电源、易燃易爆化学品可能产生的火灾、爆炸及跑水等事故。

(1) 实验室内禁止饮食、吸烟,切勿以实验用容器代替水杯、餐具使用,防止化学试剂入口,试验结束后要洗手。

(2) 使用 KCN、As₂O₃、HgCl₂等剧毒品时要特别小心,用过的废物、废液不可乱扔、乱倒,要回收或加以特殊处理。

(3) 使用浓酸、浓碱及其他具有强烈腐蚀性的试剂时,操作要小心,防止溅伤和腐蚀皮肤、衣物等。易挥发的有毒或有强烈腐蚀性的液体和气体,要在通风柜中操作(尤其是用它们热分解试样时)。浓酸、浓碱如果溅到身上应立即用水冲洗,溅到实验台或地面上要用水稀释后擦掉。