



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

供药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、
化学制药技术、中药制药技术专业用

分析化学

主编 谢庆娟 杨其绛



人民卫生出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

供药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、

化学制药技术、中药制药技术专业用

分 析 化 学

主 编 谢庆娟 杨其绛

副主编 何文涓 王 锋 袁 勇

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 锋 (徐州生物工程高等职业学校)

曲中堂 (重庆医药高等专科学校)

刘庆艳 (湖南环境生物职业技术学院)

刘唯芬 (沈阳药科大学高等职业技术学院)

闫冬良 (南阳医学高等专科学校)

李维斌 (楚雄医药高等专科学校)

杨其绛 (上海医药高等专科学校)

何文涓 (无锡卫生高等职业技术学校)

秦雪莲 (桂林医学院)

袁 勇 (新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州卫生学校)

谢庆娟 (重庆医药高等专科学校)

谢美红 (山东省莱阳卫生学校)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学/谢庆娟等主编. —北京: 人民卫生出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-117-10749-5

I. 分… II. 谢… III. 分析化学—高等学校: 技术学校—教材 IV. O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 164890 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

分 析 化 学

主 编: 谢庆娟 杨其锋

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: 北京机工印刷厂 (天运)

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19

字 数: 427 千字

版 次: 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-10749-5/R·10750

定价 (含光盘): 32.00 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)

全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

出版说明

在国家大力发展职业教育和高等职业教育办学指导思想不断成熟、培养目标逐步明确的新形势下,为了进一步贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)精神,将教材建设工作,与强化学生职业技能培养,和以就业为导向的课程建设与改革的工作密切结合起来,使教材建设紧紧跟上课程建设与改革的步伐,适应当前高等职业教育教学改革与发展的需要。因此,在规划组织编写教材之前,在教育部和卫生部的领导下,在教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会专家的大力支持下,首先由卫生部教材办公室组织、全国高职高专药品类专业教材建设指导委员会指导、部分院校牵头、全国80余所高职高专院校和20余家医药企业的560余位教师及工程技术与管理人员共同参与,历时近2年对高职高专药品类的药品经营与管理、药物制剂技术、化学制药技术、生物制药技术、中药制药技术专业和药学专业的课程体系和课程标准展开了调查分析研究。深入分析研究各专业职业岗位(群)的任职要求和有关职业资格标准,明确各专业职业岗位的知识、技能及素质培养目标,初步构建符合我国职业教育实际、适合专业培养目标要求的课程体系;以适应当前高职高专教学改革实际、突出职业技能培养为核心,分析研究各门课程的课程标准。在此基础上先后起草编制了教学计划和教学大纲草稿。其间多次召开专门会议,就教学计划和教学大纲草稿反复讨论修改,并广泛听取有关学校的意见,几易其稿,使其不断完善。最后,卫生部教材办公室邀请教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会和全国高职高专药品类专业教材建设指导委员会的部分专家及教学计划牵头起草负责人参加6个专业教学计划和教学大纲的统稿审定稿会议,对教学计划和教学大纲的内容进行了最后审定,对体例、风格等做了全面统一。

在上述扎实工作的基础上,卫生部教材办公室规划了高职高专教育药品类6个专业69种卫生部“十一五”规划教材,并在全国范围内进行了教材主编、编者的遴选,全国80余所高职高专院校(含中医药高职高专院校)和20余家医药企业的930余位教师及工程技术与管理人员积极申报了主编、副主编或编者,通过公开、公平、公证的遴选,近600名申报者被卫生部教材办公室聘任为主编、副主编或编者。然后依据教学计划和教学大纲组织编写了具有鲜明的高职高专教育特色的教材,并将由人民卫生出版社陆续出版发行,供以上6个专业教学使用。下面教材目录中除最后14种仅供中药制药技术专业教学使用的教材将于2009年6月出版外,其余55种教材均将于2008年12月底出版。

本套教材具有以下特点:

1. 科学、规范,具有鲜明的高职高专教育特色,体现课程建设与改革成果

由于本套教材的规划和编写,是建立在科学、深入研究上述6个专业的课程体系和

课程标准之后编制的教学计划和教学大纲基础上,因此编写教材内容科学、规范,而具有鲜明的高职高专教育特色。

2. 简化基础理论,侧重知识的应用,突出培养职业能力

教材基础理论知识坚持“实用为主,必需、够用为度”的原则,不追求学科自身内容的系统、完整,简化理论知识的阐释或推导,注重理论联系实际,充实应用实例的内容,“以例释理”,将基础理论融入大量的实例解析或案例分析中,以培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力。

3. 教材内容整体优化

专业基础课教材围绕后续课程教材设计编写内容;专业课教材突出实践性,根据岗位需要或工作过程设计内容,与生产实践、职业资格标准(技能鉴定)对接。听取“下家”(包括后续课程和职业岗位一线经验丰富的专家)对教材编写的意见。使教材的内容得到整体优化,围绕后续课程、职业资格标准和职业岗位的需要编写教材。

4. 教材编写形式模块化

(1)理论课程教材:除教材主体内容外,本套教材在各部分内容中设立了“学习目标”、“知识链接”、“课堂互动”、“实例解析(案例分析)”、“知识拓展”、“学习小结”、“目标检测”等模块。以提高学生学习的目的性和主动性,增强教材的知识性和趣味性,强化知识的应用和技能培养,提高分析问题、解决问题的能力。

“学习目标”主要让学生首先了解所要学习的知识、接受训练的技能,与本课程后续内容、与后续课程或职业岗位的联系,并了解在知识、能力方面的要求,增强学生学习的目的性和主动性。

“知识链接”主要是对教材内容的必要补充,介绍学生应当掌握的常识性知识或有利于帮助理解和掌握课堂内容的知识,以便于更好的学习理解、掌握教材内容,而不是随意扩充教材的内容。

“课堂互动”是针对课堂涉及的知识,联系生活实际、岗位实际和社会实际,以老师提问学生回答或学生间相互讨论等多种形式给出题目,在师生或学生之间进行互动,以提高学生理论联系实际和增强学生应用知识分析问题、解决问题的能力,同时激发学生的学习兴趣,提高学生学习的自觉性和目的性。

“实例解析(案例分析)”主要结合基本理论知识,列举实例或案例,既有利于培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力,又增强教材内容的可读性,收到以例释理的效果。

“知识拓展”适当增补有关进展类知识,让学生了解与职业有关的本学科理论、技术的发展前沿。

“学习小结”分“学习内容”、“学习方法体会”两部分。以图表形式简明归纳各章主要内容;以文字叙述形式简要介绍学习本章内容的方法体会,让学生应用比较恰当的方法学好有关知识、熟练掌握有关技能。

“目标检测”主要包括选择题、简答题、实例分析3种题型,其中适当增加了知识的应用和职业技能操作、训练方面测试的内容。让学生通过练习题形式对学习目标进行检测。

(2)实验实训课程教材:分实训目的、实训内容、实训步骤、实训提示、实训思考、实

训体会、实训报告、实训测试等模块编写。

5. 多媒体教材配套

部分教材因理论性或操作性强,在有条件情况下,组织编写了多媒体配套教材,以便于教学及学生学习掌握有关知识和相关技能。

本套教材的编写,教育部、卫生部有关领导以及教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会领导和专家给予了大力支持与指导,得到了全国数十所院校和部分企业领导、专家和教师的积极支持和参与。在此,对有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本套规划教材对高职高专药品类专业高素质技能型专门人才的培养和教育教学改革能够产生积极的推动作用,能够在校的教学使用中以及在探索课程体系、课程标准和教材的建设与改革的进程中,获得宝贵的意见,以便不断修订完善,更好地满足教学的需要。

卫生部教材办公室
全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会
人民卫生出版社
2008年11月

附:全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材 教材目录

序号	教材名称	主 编	适用专业
1	医药数理统计	薛洲恩	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
2	基础化学*	陆家政 傅春华	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
3	无机化学*	牛秀明 吴 瑛	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
4	分析化学***	谢庆娟 杨其锋	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
5	分析化学实践指导	谢庆娟 杨其锋	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术

序号	教材名称	主 编	适用专业
6	有机化学 [☆]	刘 斌 陈任宏	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
7	生物化学	王易振 李清秀	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
8	药事管理与法规 [☆]	杨世民 丁 勇	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
9	公共关系基础	秦东华	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
10	实用写作	刘 静	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
11	文献检索	胡家荣	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
12	人体解剖生理学	郭少三 武天安	药学、药品经营与管理
13	微生物学与免疫学	甘晓玲 黄建林	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
14	微生物学与免疫学实践指导	甘晓玲 黄建林	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
15	天然药物学 ^{***}	艾继周	药学
16	天然药物学实训	艾继周 沈 力	药学
17	药理学 [☆]	王迎新 弥 曼	药学、药品经营与管理
18	药剂学 [☆]	张琦岩 孙耀华	药学、药品经营与管理
19	药剂学实验实训	张琦岩 孙耀华	药学、药品经营与管理
20	药物分析	孙 莹 吕 洁	药学、药品经营与管理
21	药物分析实验实训	孙 莹 吕 洁	药学、药品经营与管理
22	药物化学 ^{***}	葛淑兰 张玉祥	药学、药品经营与管理

序号	教材名称	主 编	适用专业
23	天然药物化学 [☆]	吴剑峰 王 宁	药学、药物制剂技术
24	医院药学概要	张明淑	药学专业医院药学方向
25	中医药学概论	许兆亮	药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术专业及药学专业医院药学方向
26	药品营销心理学	丛 媛	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
27	会计学基础与财务管理	邱秀荣	药品经营与管理
28	临床医学概要	唐省三 郭 毅	药品经营与管理、药学专业
29	药品市场营销学	董国俊	药品经营与管理、药学、药物制剂技术、化学制药技术、生物制药技术、中药制药技术
30	临床药物治疗学	曹 红	药品经营与管理专业及药学专业医院药学方向
31	临床药物治疗学实训	曹 红	药品经营与管理专业及药学专业医院药学方向
32	药品经营企业管理学基础	王树春	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
33	药品经营质量管理	杨万波	药品经营与管理
34	药品储存与养护	徐世义	药品经营与管理、中药制药技术专业及药学专业药品经营与管理方向
35	药品经营管理法律教程	李朝霞	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
36	实用物理化学 ^{***}	沈雪松	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术
37	医学基础	邓步华	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
38	药品生产质量管理	罗文华	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
39	安全生产知识	张之东	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术专业及药学专业药物制剂方向

序号	教材名称	主 编	适用专业
40	实用药理学基础**	丁 丰	药物制剂技术、生物制药技术
41	药物制剂技术***	张健泓	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术
42	药物检测技术	王金香	药物制剂技术、化学制药技术专业及药学专业药物检验方向
43	药物制剂设备	邓才彬 王 泽	药物制剂技术专业及药学专业药物制剂方向
44	药物制剂辅料与包装材料	王晓林	药物制剂技术、中药制药技术专业及药学专业药物制剂方向
45	化工制图	孙安荣 刘德玲	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
46	化工制图绘图与识图训练	孙安荣 刘德玲	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
47	药物合成技术***	唐跃平	化学制药技术
48	制药过程原理及设备	印建和	化学制药技术
49	药物分离与纯化技术	张雪荣	化学制药技术
50	生物制药工艺学	陈电容 朱照静	生物制药技术
51	生物制药工艺学实验实训	周双林	生物制药技术
52	生物药物检测技术	俞松林	生物制药技术
53	生物制药设备***	罗合春	生物制药技术
54	生物药品***	须 建	生物制药技术
55	生物工程概论	程 龙	生物制药技术
56	中医基本理论	唐永忠	中药制药技术
57	实用中药	严 振 谢光远	中药制药技术
58	方剂与中成药	吴俊荣	中药制药技术
59	中药鉴定技术	杨嘉玲 李炳生	中药制药技术
60	中药药理学	宋光熠	中药制药技术
61	中药化学实用技术	杨 红 冯维希	中药制药技术

序号	教材名称	主 编	适用专业
62	中药炮制技术	张中社	中药制药技术
63	中药制药设备	刘精婵	中药制药技术
64	中药制剂技术	汪小根 刘德军	中药制药技术
65	中药制剂检测技术	梁延寿	中药制药技术
66	中药鉴定技能训练	刘 颖	中药制药技术
67	中药前处理技能综合训练	庄义修	中药制药技术
68	中药制剂生产技能综合训练	李 洪 易生富	中药制药技术
69	中药制剂检测技能训练	张钦德	中药制药技术

共 57 门主干教材, 12 门实验实训教材。☆为普通高等教育“十一五”国家级规划教材; * 部分专业或院校将无机化学与分析化学两门课程整合而成基础化学, 因此上述《基础化学》、《无机化学》、《分析化学》三种教材可由学校决定使用《基础化学》, 或《无机化学》、《分析化学》; **《实用药理学基础》由药物化学、药理学、药物治疗学三门课程整合而成编写的教材; *** 本教材有配套光盘。

全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会

成 员 名 单

主任委员

严 振 广东食品药品职业学院

副主任委员

周晓明 山西生物应用职业技术学院

刘俊义 北京大学药学院

邬瑞斌 中国药科大学高等职业技术学院

委 员

李淑惠 长春医学高等专科学校

彭代银 安徽中医学院

弥 曼 西安医学院

王自勇 浙江医药高等专科学校

徐世义 沈阳药科大学高等职业技术学院

简 晖 江西中医学院

张俊松 深圳职业技术学院

姚 军 浙江省食品药品监督管理局

刘 斌 天津医学高等专科学校

艾继周 重庆医药高等专科学校

王 宁 山东医学高等专科学校

何国熙 广州医药集团有限公司

李春波 浙江医药股份有限公司

付源龙 太原晋阳制药厂

罗兴洪 先声药业集团

于文国 河北化工医药职业技术学院

毛云飞 扬州工业职业技术学院

延君丽 成都大学医护学院

前言

为了贯彻教育部[2006]16号文件精神,适应新形势下全国高等学校高职高专药品类专业教育改革和发展的需要,坚持以培养高素质技能型专门人才为核心,以就业为导向、能力为本位、学生为主体的指导思想和原则,按照全国高职高专药品类各专业和中药制药技术专业的培养目标,在卫生部教材办公室的组织规划下,确立了本课程的教学内容,编写了教学大纲和本教材。

《分析化学》在编写中始终贯彻以“实用为主,必需、够用和管用为度”的原则,注重其思想性、科学性、先进性、启发性和实用性,树立以素质教育为基础,以能力培养为本位的新观念。本教材的主要内容有:定量分析误差及数据的处理、滴定分析法、电位分析法、紫外-可见分光光度法、红外分光光度法、色谱法及其他仪器分析方法等。鉴于分析化学学科的迅速发展,本教材适当增加了目前分析化学发展较成熟的新方法、新技术(如毛细管电泳法、高效薄层色谱法、薄层扫描法和其他高效液相色谱法等),以体现教材的先进性。

本教材的主要编写特点如下:

1. 内容编写模块化。为了增强学生学习的目的性、自觉性及教材内容的可读性、趣味性,激发学生学习的主动性,突出培养学生分析问题和解决问题的能力,提高学习质量,在教材中设立了“学习目标”、“课堂互动”、“实例解析”、“知识链接”、“知识拓展”、“学习小结”和“目标检测”等模块,希望对教学有所裨益。实验内容安排在配套的实践指导一书中。在书末还附有经过反复讨论修改、最后审定的《教学大纲》,可供各校教学参考。各专业可以按照教学大纲的要求,以及专业学习的需要选取教学内容。

2. 内容编排上注重突出知识的有机整合和相互衔接。例如把非水溶液滴定法并入酸碱滴定法中一并介绍,光谱和色谱分析法的共性问题分别在各自概论中讨论,以减少相同内容在各章的重复,使知识的针对性更强,更有利于模块教学。

3. 本教材涉及的滴定液配制、标定、表示和常用药物的测定方法均以《中国药典》(2005年版)登载的方法为依据。计量单位及符号均用国际单位制(样品的含量也可以按《中国药典》(2005年版)规定采用含量百分比表示)。

此外,为了加强实践教学和多媒体教学,为教师教学与学生自学提供帮助,编写组还编写了与本教材配套使用的《分析化学实践指导》和配套光盘,便于广大师生选用。

本教材由谢庆娟、杨其绛主编,具体分工为:谢庆娟编写第一章和第四章;杨其绛编

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 分析方法的分类	2
一、定性分析、定量分析和结构分析	2
二、无机分析和有机分析	2
三、化学分析与仪器分析	3
四、常量、半微量、微量与超微量分析	3
第三节 定量分析过程的一般步骤	4
一、试样的采取	4
二、试样的制备	4
三、试样的含量测定	5
四、分析结果的表示	5
第四节 分析化学的发展趋势及学习方法	5
第二章 误差和分析数据处理	9
第一节 定量分析的误差	9
一、准确度与精密度	10
二、误差类型	13
三、提高分析结果准确度的方法	13
第二节 有效数字及其应用	15
一、有效数字	15
二、有效数字的记录、修约及运算规则	16
三、有效数字在定量分析中的应用	17
第三节 分析数据的统计处理基本知识	18
一、可疑测量值的取舍	18
二、分析结果的表示方法	20
三、分析数据的显著性检验	24
第三章 滴定分析法概论	33
第一节 概述	33
一、滴定分析法的基本术语及条件	33
二、滴定分析法的分类与滴定方式	34

第二节 基准物质与滴定液	36
一、基准物质	36
二、滴定液	36
第三节 滴定分析的计算	38
一、滴定分析计算的依据	38
二、滴定分析计算的基本公式及应用示例	38
第四章 酸碱滴定法	49
第一节 酸碱指示剂	49
一、指示剂的变色原理和变色范围	49
二、影响指示剂变色范围的因素	51
三、混合指示剂	52
第二节 酸碱滴定曲线及指示剂的选择	53
一、一元酸(碱)的滴定	53
二、多元酸(碱)的滴定	59
第三节 酸碱滴定液的配制和标定	62
一、NaOH 滴定液的配制和标定	62
二、HCl 滴定液的配制和标定	63
第四节 应用与示例	63
一、直接滴定法	63
二、间接滴定法	64
第五节 非水溶液酸碱滴定法	65
一、概述	65
二、基本原理	65
三、非水溶液酸碱滴定的类型及应用	70
第五章 沉淀滴定法	81
第一节 概述	81
第二节 银量法	82
一、铬酸钾指示剂法	82
二、铁铵矾指示剂法	83
三、吸附指示剂法	84
四、滴定液与基准物质	86
第三节 应用与示例	86
一、无机卤素化合物和有机氢卤酸盐的测定	86
二、有机卤化物的测定	87
三、形成难溶性银盐的有机化合物的测定	88

第六章 配位滴定法	93
第一节 概述	93
一、乙二胺四乙酸的性质	94
二、乙二胺四乙酸与金属离子配位反应的特点	95
第二节 配位平衡	95
一、EDTA 配合物的稳定常数	95
二、副反应与副反应系数	96
三、配合物条件稳定常数	98
四、配位滴定条件的选择	99
第三节 金属指示剂	101
一、金属指示剂的作用原理	102
二、常用金属指示剂	102
第四节 滴定液的配制与标定	103
一、EDTA 滴定液的配制与标定	103
二、锌滴定液的配制与标定	103
第五节 应用示例	104
一、直接滴定法	104
二、返滴定法	104
第七章 氧化还原滴定法	110
第一节 概述	110
一、氧化还原滴定法的分类	110
二、提高氧化还原反应速率的方法	111
三、氧化还原反应进行的程度	112
第二节 氧化还原滴定法的指示剂	114
一、自身指示剂	114
二、特殊指示剂	115
三、外指示剂	115
四、氧化还原指示剂	115
五、不可逆指示剂	115
第三节 碘量法	116
一、碘量法基本原理	116
二、滴定条件	117
三、指示剂	117
四、滴定液的配制与标定	117
五、应用示例	118
第四节 高锰酸钾法	119
一、基本原理	119
二、 KMnO_4 滴定液的配制与标定	120

三、应用与示例	121
第五节 亚硝酸钠法	121
一、基本原理	121
二、指示终点的方法	122
三、0.1mol/L 亚硝酸钠滴定液的配制与标定	123
四、应用与示例	123
第八章 电化学分析法	128
第一节 概述	128
一、参比电极	129
二、指示电极	130
第二节 直接电位法	130
一、电位法测定溶液的 pH	131
二、电位法测定其他离子浓度	134
第三节 电位滴定法	135
一、方法原理和特点	135
二、确定终点的方法	136
第四节 永停滴定法	138
一、原理	138
二、应用与示例	139
第九章 紫外—可见分光光度法	145
第一节 光谱分析法概述	145
一、电磁辐射与电磁波谱	145
二、光谱分析法的分类	147
三、紫外—可见分光光度法的特点	148
第二节 紫外—可见分光光度法	148
一、紫外—可见吸收光谱的产生	148
二、透光率与吸光度	149
三、朗伯—比尔定律	149
四、吸光系数	150
五、吸收光谱曲线	151
六、偏离朗伯—比尔定律的主要因素	152
七、紫外—可见分光光度计	153
八、测量误差与分析条件的选择	156
九、定性与定量分析方法	157
第十章 红外分光光度法简介	167
第一节 概述	167