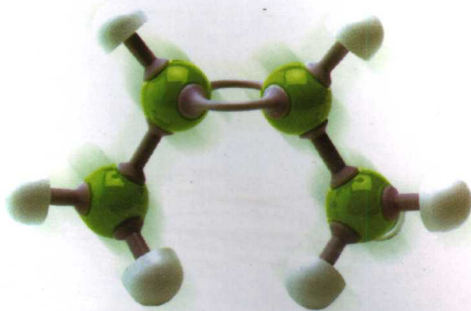




全国医药高职高专药学专业规划教材
QUANGUO YIYAO GAOZHI GAOZHUAN YAOXUE ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



FENXI 分析化学HUAXUE



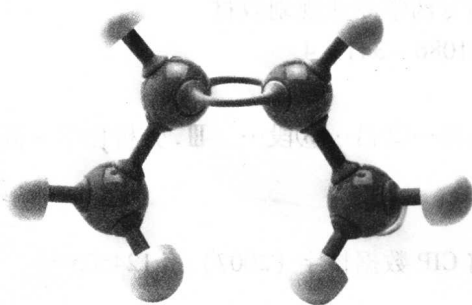
主编 韩立路 吕方军 段文军



第四军医大学出版社

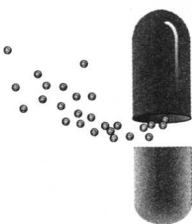


全国医药卫生高职高专规划教材
QUANGUO YIYAO WEISHENG GAOZHI GAOZHUAN GUIHUA JIAOCAI



FENXI

分析化学HUAXUE



主编 韩立路 吕方军 段文军

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/韩立路,吕方军,段文军主编. —西安:第四军医大学出版社,2007.8
全国医药高职高专药学专业规划教材
ISBN 978-7-81086-341-4

I. 分… II. ①韩…②吕…③段… 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 (2007) 第 124503 号

分析化学

主 编 韩立路 吕方军 段文军
责任编辑 土丽艳 张灵军 徐金玲
出版发行 第四军医大学出版社
地 址 西安市长乐西路 17 号(邮编:710032)
电 话 029-84776765
传 真 029-84776764
网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>
印 刷 黄委会勘测规划设计研究院印刷厂
版 次 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787×1 092 1/16
印 张 24.625
字 数 567 千字
书 号 ISBN 978-7-81086-341-4/O·9
定 价 32.00 元
(版权所有 盗版必究)

编者名单

主 编 韩立路 吕方军 段文军

副主编 闫冬良 李湘苏 段广河

编 委 (以姓氏笔画为序)

王文渊 永州职业技术学院

白慧云 长治医学院

吕方军 山东中医药高等专科学校

闫冬良 南阳医学高等专科学校

吕 洁 辽宁中医药大学职业技术学院

李兆君 宁夏医学院高职学院

李湘苏 南华大学医学专科部核工业卫生学校

张 为 湖南师范大学医学院

陈志琼 重庆医科大学

周春风 亳州职业技术学院

杨晓明 平凉医学高等专科学校

段广河 廊坊市卫生学校

段文军 南方医科大学药学院

郭梦金 邢台医学高等专科学校

韩立路 永州职业技术学院

全国医药高职高专药学专业规划教材

参加编写学校

(以首字汉语拼音排序)

安徽新华学院
安徽医学高等专科学校
安徽中医学院
安徽中医药高等专科学校
宝鸡职业技术学院
滨州职业学院
亳州职业技术学院
长治医学院
常德职业技术学院
重庆医科大学
桂林市卫生学校
桂林医学院
海南医学院
菏泽医学高等专科学校
黑龙江中医药大学佳木斯学院
湖北中医药高等专科学校
湖南师范大学医学院
湖南中医药高等专科学校
吉林大学通化医药学院
济宁医学院
九江学院
廊坊市卫生学校
辽宁中医药大学职业技术学院
漯河医学高等专科学校
南方医科大学药学院
南华大学医学专科部核工业卫生学校

南阳医学高等专科学校
宁夏医学院高职学院
平凉医学高等专科学校
齐齐哈尔医学院
青海卫生职业技术学院
山东省莱阳卫生学校
山东医学高等专科学校
山东中医药高等专科学校
陕西能源职业技术学院
陕西中医学院
商洛职业技术学院
邵阳医学高等专科学校
沈阳医学院
石家庄医学高等专科学校
泰山医学院
西安海棠职业学院
西南交通大学药学院
咸阳市卫生学校
邢台医学高等专科学校
雅安职业技术学院
永州职业技术学院
岳阳职业技术学院
枣庄科技职业学院
张掖医学高等专科学校
郑州大学药学院
郑州澍青医学高等专科学校

出版说明

近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就。随着高等教育改革的不断深入,高等教育的工作重心正在由规模发展向提高质量转移,教育部实施了高等学校教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,教学质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革,全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

教材是体现教学内容和教学要求的知识载体,是进行教学的基本工具,是提高教学质量的重要保证。教材建设是教学质量与教学改革工程的重要组成部分。为了进一步深化高职高专药学专业教育教学改革,提高教育教学质量,适应卫生事业改革和发展的需要,满足经济和社会发展对人才的需求,根据《中国医学教育改革和发展纲要》和教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》,在教育部有关部门的支持和指导下,我们组织有关专家在全国范围内对药学专业高职高专教育的培养目标和模式、课程体系、教学内容、教学计划和大纲、教学方法和手段、教学实践环节等方面,进行了广泛而深入的调研。

在调研的基础上,召开了教育教学研讨会、教材编写论证会、教学大纲审定会和主编人会议,确定了教材编写的指导思想、原则和要求,组织全国 10 多个省市医药院校的一线教师,吸收了最新的教育教学经验和成果,编写了这套教材。本套教材体现了以培养目标和就业为导向,以职业技能培养为根本的编写指导思想,突出了思想性、科学性、先进性、可读性和适用性的编写原则,较好的处理了“三基”关系,学历教育与职业认证、职业准入的关系。

希望本套教材的出版对高职高专药学专业教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提宝贵的意见和建议,以便及时修订、不断完善和提高。

全国医药高职高专药学专业规划教材

编写指导委员会

2007 年 7 月

前 言

为积极推进高职高专课程和教材改革,开发和编写反映新知识、新技术、新工艺、新方法和具有职业教育特色的课程和教材,针对高职高专培养应用型人才的目标,结合教学实际,第四军医大学出版社组织有关专家、教师及临床一线人员编写了本教材。

本书包括化学分析和仪器分析两大部分,共十八章。化学分析主要介绍滴定分析法,简要介绍重量分析法;仪器分析主要介绍药学、中药学、检验等专业中常用的分光光度法和色谱法等方法,单列一章简要介绍原子吸收分光光度法、荧光分析法、核磁共振波谱法等其它仪器分析方法。章后有知识提要及习题。书后附有两套分析化学模拟试卷及分析化学常用的一些常数。全书内容包括:绪论,分析天平与称量,误差和分析数据处理,重量分析法,滴定分析法概述,酸碱滴定法,非水溶液滴定法,沉淀滴定法,配位滴定法,氧化还原滴定法,电化学分析法,紫外-可见分光光度法,红外分光光度法,液相色谱法,气相色谱法、高效液相色谱法,其他仪器分析法,定量分析的一般步骤。

本书以培养中高级实用型卫生人才为标准,充分考虑了职业教育和医药专业的行业特点,学生入学文化程度和对知识的接受能力,突出了学生职业道德、职业能力以及操作能力的训练,以专业建设为核心,以能力培养为本位,兼顾了分析化学学科的知识性和系统性,强化了其实践性和实用性。本书以学生为主体,理论知识由浅入深,做到少而精,浅而实,避免了繁琐的理论推导。本书采用了法定计量单位,规范使用了名词术语及符号,同时也介绍了药典及医药领域的一些常用方法。为便于学生操作,每种方法均选择一种目前国内普及较广,应用较多的仪器进行介绍。为巩固理论知识,章后安排有知识提要和习题,并在书后附有两套模拟试卷,增加了题型并与专业课程和执业考试相结合。

通过本书的学习,可使学生掌握分析化学的基础理论、基本知识和基本技能,为学习药学、中药学、检验技术等专业的相关专业课和职业技能打下坚实基础,让学生初步形成解决相关专业知识问题的能力,培养学生的观察、动手、分析、判断和辩证思维的能力,增强学生的职业道德观念。全书内容简明扼要,重点突出,理论与实际联系紧密,突出技能培养,适合高职高专院校药学、中药学、检验等专业培养实用型人才的需要。

本书由韩立路、吕方君、段文军任主编,闫冬良、李湘苏、段广河任副主编,郭梦金、吕洁、杨晓明、周春风、白慧云、陈志琼、李兆君、张为等老师共同参与了编写,永州职业技术学院的王文渊老师任编写组秘书,并参与了第十七章的编写。在编写过程中,得到了第四军医大学出版社及有关院校的领导和老师的大力支持,在此一并表示感谢。

编者

2007年6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	2
四、常量、半微量、微量与超微量分析	3
五、例行分析和仲裁分析	3
第三节 分析化学的发展与趋势.....	4
第二章 分析天平与称量	6
第一节 分析天平的称量原理与分类.....	6
一、分析天平的称量原理	6
二、分析天平的分类	7
第二节 分析天平的构造与计量性能.....	8
一、分析天平的构造	8
二、分析天平的计量性能.....	13
第三节 分析天平的称量方法	14
一、直接称量法.....	14
二、减重称量法.....	14
三、指定质量的称量.....	15
第四节 分析天平的使用规则与故障排除	15
一、分析天平室规则.....	15
二、分析天平的使用规则.....	15
三、常见分析天平的故障及排除方法.....	16
第三章 误差与分析数据处理	18
第一节 概述	18
第二节 定量分析误差	18
一、系统误差和偶然误差.....	19
二、准确度和精密度.....	20
第三节 有效数字及其运算规则	25
一、有效数字的意义.....	25

二、有效数字的运算规则	26
第四节 分析数据的统计处理	27
一、逸出值的取舍	27
二、平均值的精密度和置信区间	29
三、显著性差异检验	30
四、分析结果的表示方法	33
第四章 重量分析法	36
第一节 挥发法	36
一、直接法	36
二、间接法	37
第二节 萃取法	38
一、分配系数和分配比	38
二、萃取效率	38
三、萃取重量法示例——二盐酸奎宁注射液的含量测定	39
第三节 沉淀法	40
一、沉淀法对沉淀形式和称量形式的要求	40
二、沉淀形态及影响因素	41
三、沉淀的纯净	42
四、沉淀的条件	43
五、沉淀重量法的结果计算	45
六、沉淀法示例——玄明粉中硫酸钠的含量测定	46
第五章 滴定分析法概述	48
第一节 滴定分析法的基本概念及分类	48
一、滴定分析的基本概念	48
二、滴定分析法的分类	49
第二节 滴定反应的基本条件和滴定方法	50
一、滴定反应的基本条件	50
二、滴定方法	50
第三节 基准物质与标准溶液	51
一、基准物质	51
二、标准溶液	52
第四节 滴定分析法的计算	53
一、滴定分析计算的依据	53
二、滴定分析计算的基本公式	54
三、滴定分析计算实例	54

第六章 酸碱滴定法	60
第一节 酸碱指示剂	60
一、指示剂的变色原理和变色范围	60
二、影响指示剂变色范围的因素	63
三、混合指示剂	63
第二节 酸碱滴定类型及指示剂的选择	65
一、强酸强碱的滴定	65
二、一元弱酸(弱碱)的滴定	67
三、多元酸(碱)的滴定	70
第三节 溶液中酸碱分布系数与终点误差	73
一、溶液中不同酸度下酸碱存在形式的分布	73
二、终点误差	74
第四节 酸碱标准溶液的配制和标定	76
一、0.1 mol/L NaOH 标准溶液的配制和标定	76
二、0.1 mol/L HCl 标准溶液的配制和标定	77
第五节 应用实例	77
一、药用 NaOH 的测定	77
二、铵盐和有机氮测定	78
三、硼酸的测定	78
第七章 非水溶液滴定法	82
第一节 非水溶剂	82
一、溶剂的分类	82
二、溶剂的性质	83
三、溶剂的选择	87
第二节 碱的滴定原理及应用	87
一、溶剂	87
二、标准溶液	88
三、指示剂	89
四、应用与示例	89
第三节 酸的滴定原理及应用	90
一、溶剂	90
二、标准溶液	90
三、指示剂	91
四、应用与示例	91
第八章 沉淀滴定法	94
第一节 铬酸钾指示剂法	94

一、基本原理	94
二、滴定条件	95
第二节 铁铵矾指示剂法	96
一、滴定原理	96
二、滴定条件	97
第三节 吸附指示剂法	98
一、滴定原理	98
二、滴定条件	98
第四节 应用与示例	99
一、无机卤化物和有机碱氢卤酸盐的测定	99
二、有机卤化物的测定	100
第九章 配位滴定法	103
第一节 概述	103
一、滴定中的配位反应	103
二、乙二胺四乙酸	104
第二节 配位平衡的基本原理	106
一、配位平衡	106
二、配位滴定曲线	110
三、金属指示剂	112
第三节 滴定条件的选择	114
一、酸度的选择	115
二、掩蔽剂的选择	116
第四节 标准溶液	117
一、EDTA 标准溶液的配制和标定	117
二、锌标准溶液的配制和标定	118
第五节 配位滴定方式及应用	118
一、配位滴定方式	118
二、应用示例	120
第十章 氧化还原滴定法	123
第一节 氧化还原平衡	123
一、条件电位	123
二、氧化还原反应进行的程度	126
三、氧化还原反应的速度	127
第二节 氧化还原滴定曲线	128
一、滴定曲线	128
二、指示剂	129

第三节 碘量法	131
一、基本原理	131
二、指示剂	132
三、滴定液的配制与标定	133
四、应用与示例	134
第四节 高锰酸钾法	135
一、基本原理	135
二、指示剂	135
三、滴定液的配制与标定	135
四、应用与示例	136
第五节 亚硝酸钠法	136
一、基本原理	136
二、指示剂	137
三、滴定液的配制与标定	137
四、应用与示例	138
第六节 其他氧化还原滴定法	138
一、溴酸钾法	138
二、重铬酸钾法	139
三、硫酸铈法	139
第十一章 电化学分析法	142
第一节 电位分析法基本原理	143
一、化学电池	143
二、指示电极与参比电极	144
第二节 直接电位法	146
一、溶液 pH 值测定	146
二、其他离子浓度测定	151
第三节 电位滴定法	156
一、基本原理及仪器装置	156
二、滴定终点的确定	157
三、几种常见滴定体系的电位滴定电极系统	159
四、应用与示例	159
第十二章 紫外-可见分光光度法	162
第一节 概述	162
一、紫外-可见分光光度法的概念	162
二、紫外-可见分光光度法的特点	162
三、光的本质与电磁波谱	163

第二节 吸收光谱曲线	164
一、吸收光谱的产生	164
二、吸收光谱曲线	165
三、物质对光的选择性吸收与物质的颜色	166
第三节 基本原理	167
一、透光率与吸光度	167
二、朗伯-比尔定律	168
三、吸光系数	168
四、偏离光的吸收定律的主要因素	171
第四节 紫外-可见分光光度计	172
一、仪器的主要部件	172
二、分光光度计的光学性能	175
三、分光光度计的类型	176
第五节 提高测量灵敏度和准确度的方法	178
一、分光光度法的误差及消除	178
二、选择适当的显色剂	179
三、共存离子的干扰及消除	179
四、选择合适的参比溶液	180
第六节 定性定量分析	180
一、定性分析	180
二、纯度检查	181
三、单组分溶液的定量分析	181
四、多组分溶液的定量分析	184
第七节 紫外吸收光谱与有机化合物结构的关系	187
一、电子跃迁的类型	187
二、常用的基本术语	188
三、有机化合物的吸收带	189
四、影响紫外-可见吸收光谱的因素	192
五、有机化合物的紫外吸收光谱	192
六、紫外光谱在有机化合物结构研究中的应用	193
第十三章 红外分光光度法	197
第一节 红外分光光度法概述	197
第二节 红外分光光度法的基本原理	198
一、红外吸收光谱产生的条件	198
二、双原子分子的振动	199
三、多原子分子的振动	200
四、红外吸收谱带的强度及影响因素	202

五、影响吸收峰位移的因素	202
六、红外光谱的基本区域	203
第三节 红外分光光度计的工作原理和构造	204
一、色散型红外分光光度计	204
二、傅里叶变换红外分光光度计	205
第四节 几类主要有机化合物的红外光谱	205
一、烷烃	205
二、烯烃	206
三、炔烃	207
四、芳香烃	208
五、醚	209
六、醇和酚	210
七、羰基化合物	211
八、胺和酰胺	213
九、腈	215
十、硝基化合物	215
十一、卤素化合物	215
第五节 红外光谱的解析和应用	215
一、一般步骤	215
二、常用的标准图谱	216
三、红外光谱解析示例	217
四、红外分光光度法应用简介	218
 第十四章 液相色谱法	 221
第一节 概述	221
一、色谱法的产生及发展	221
二、色谱法的分类	221
三、色谱法的基本原理	222
第二节 柱色谱法	223
一、液-固吸附柱色谱法	223
二、液-液分配柱色谱法	227
三、离子交换柱色谱法	227
四、凝胶柱色谱法	229
五、柱色谱法的应用	230
第三节 薄层色谱法	230
一、基本原理	230
二、吸附剂的选择	232
三、展开剂的选择	232

四、操作方法	233
第四节 纸色谱法	237
一、纸色谱的原理	237
二、影响 R_f 值的因素	237
三、实验方法	238
第十五章 气相色谱法	241
第一节 概述	241
一、气相色谱法的分类	241
二、气相色谱法的特点	241
三、气相色谱法的一般流程	242
第二节 气相色谱法的基本理论	242
一、基本术语	243
二、塔板理论	245
三、速率理论	247
第三节 色谱柱	249
一、气-液色谱填充柱	249
二、气-固色谱填充柱	251
三、毛细管色谱柱	251
第四节 检测器	252
一、检测器的性能指标	252
二、常用的检测器	253
第五节 分离条件的选择	255
一、分离度	255
二、分离条件的选择	257
第六节 定性与定量分析	258
一、定性分析	258
二、定量分析	259
第七节 应用与示例	261
第十六章 高效液相色谱法	266
第一节 概述	266
第二节 高效液相色谱法的基本概念和分类	267
一、基本概念	267
二、高效液相色谱法的分类	268
第三节 高效液相色谱法的基本原理	270
第四节 高效液相色谱法的固定相和流动相	271
一、固定相	271

二、流动相	272
第五节 高效液相色谱仪及其使用	272
一、高效液相色谱仪	272
二、高效液相色谱仪的使用	275
第六节 高效液相色谱法的基本分析方法	275
一、定性分析方法	275
二、定量分析方法	276
第七节 高效液相色谱法的应用	277
一、HPLC 的特点	277
二、HPLC 的实际操作	278
三、HPLC 在药物分析中的应用	278
第十七章 其他仪器分析方法简介	282
第一节 原子吸收分光光度法	282
一、基本原理	283
二、原子吸收分光光度计	285
三、原子吸收光谱分析法的定量分析及应用	291
第二节 荧光分析法	293
一、荧光分析的基本原理	293
二、荧光分光光度计	296
三、荧光定量分析方法及应用	296
第三节 流动注射分析法	297
一、基本原理与装置	297
二、应用示例	299
第四节 质谱法	300
一、质谱仪及其工作原理	301
二、质谱图与质谱峰	304
三、质谱法在有机分析中的应用	307
第五节 核磁共振波谱法	308
一、核磁共振的基本原理	308
二、核磁共振波谱图与分子结构	310
三、核磁共振波谱仪	313
四、核磁共振波谱的应用	314
第十八章 定量分析的一般步骤	317
第一节 试样的采取	317
一、气体试样的采取	317
二、液体试样的采取	318

三、固体试样的采取	318
第二节 试样的处理	319
一、固体样品的缩分	319
二、试样的分解	320
第三节 干扰物质的分离和掩蔽	321
第四节 测定方法的选择	322
一、测定方法的选择原则	322
二、测定方法的选择示例	322
模拟试题(一)	325
模拟试题(二)	330
模拟试题(一) 参考答案	335
模拟试题(二) 参考答案	337
附表	339
参考文献	371