



高等院校药学类专业创新型系列教材
供药学、药物制剂、临床药学、制药工程、中药学、医药营销及相关专业使用



附数字资源增值服务

分析化学

胡琴 陈建平◎主编

FENXI HUAXUE



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

高等院校药学类专业创新型系列教材

供药学、药物制剂、临床药学、制药工程、中药学、医药营销及相关专业使用

分析化学

主 编 胡 琴 陈建平
副主编 李云兰 韦国兵 信建豪 王 斌
编 者 (以姓氏笔画为序)
王 斌(山西医科大学)
韦国兵(江西中医药大学)
白慧云(长治医学院)
冯婷婷(山西中医药大学)
李云兰(山西医科大学)
陈建平(内蒙古医科大学)
孟庆华(陕西中医药大学)
胡 琴(南京医科大学)
信建豪(黄河科技学院)
曹洪斌(川北医学院)
廖夫生(江西中医药大学)
魏芳弟(南京医科大学)

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书是高等院校药学类专业创新型系列教材。全书分为二十一章,包括绪论、分析化学中的误差及数据处理、滴定分析法、酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、重量分析法、电位法和永停滴定法、光谱分析法、紫外-可见分光光度法、红外吸收光谱法、原子吸收分光光度法、荧光分析法、核磁共振波谱法、质谱法、色谱分析法、平面色谱法、气相色谱法、高效液相色谱法、毛细管电泳法等内容。

本书根据最新教学改革的要求和理念,结合我国高等院校药学发展的特点,按照相关教学大纲的要求编写而成,内容系统、全面,详略得当。本书以二维码的形式增加了网络增值服务,内容包括教学 PPT 课件、案例解析、目标检测答案、知识链接、知识拓展等,提高了学生学习的趣味性,有助于更好地培养学生自主学习的能力。

本书可供药学、药物制剂、临床药学、制药工程、中药学、医药营销及相关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/胡琴,陈建平主编. —武汉:华中科技大学出版社,2020.8
ISBN 978-7-5680-6499-6

I. ①分… II. ①胡… ②陈… III. ①分析化学-高等学校-教材 IV. ①O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 154837 号

分析化学

Fenxi Huaxue

胡 琴 陈建平 主编

策划编辑:余 雯

责任编辑:李 佩

封面设计:原色设计

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园 邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:30.5

字 数:835千字

版 次:2020年8月第1版第1次印刷

定 价:79.90元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等院校药学类专业创新型系列教材 编委会



丛书顾问 朱依淳 澳门科技大学 李校堃 温州医科大学

委 员 (按姓氏笔画排序)

卫建琮 山西医科大学	闵 清 湖北科技学院
马 宁 长沙医学院	沈甫明 同济大学附属第十人民医院
王 文 首都医科大学宣武医院	宋丽华 长治医学院
王 薇 陕西中医药大学	张 波 川北医学院
王车礼 常州大学	张宝红 上海交通大学
王文静 云南中医药大学	张朔生 山西中医药大学
王国祥 滨州医学院	易 岚 南华大学
叶发青 温州医科大学	罗华军 三峡大学
叶耀辉 江西中医药大学	周玉生 南华大学附属第二医院
向 明 华中科技大学	赵晓民 山东第一医科大学
刘 浩 蚌埠医学院	郝新才 湖北医药学院
刘启兵 海南医学院	项光亚 华中科技大学
汤海峰 空军军医大学	胡 琴 南京医科大学
纪宝玉 河南中医药大学	袁泽利 遵义医科大学
苏 燕 包头医学院	徐 勤 桂林医学院
李 艳 河南科技大学	凌 勇 南通大学
李云兰 山西医科大学	黄 昆 华中科技大学
李存保 内蒙古医科大学	黄 涛 黄河科技学院
杨 红 广东药科大学	黄胜堂 湖北科技学院
何 蔚 赣南医学院	蒋丽萍 南昌大学
余建强 宁夏医科大学	韩 峰 南京医科大学
余细勇 广州医科大学	薛培凤 内蒙古医科大学
余敬谋 九江学院	魏敏杰 中国医科大学
邹全明 陆军军医大学	

网络增值服务使用说明

欢迎使用华中科技大学出版社医学资源网yixue.hustp.com

1.教师使用流程

(1) 登录网址: <http://yixue.hustp.com> (注册时请选择教师用户)



(2) 审核通过后,您可以在网站使用以下功能:



2.学员使用流程

建议学员在PC端完成注册、登录、完善个人信息的操作。

(1) PC端学员操作步骤

① 登录网址: <http://yixue.hustp.com> (注册时请选择普通用户)

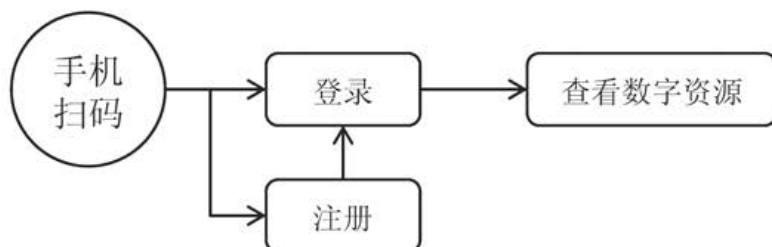


② 查看课程资源

如有学习码,请在个人中心-学习码验证中先验证,再进行操作。



(2) 手机端扫码操作步骤



总序

Zongxu

教育部《关于加快建设高水平本科教育 全面提高人才培养能力的意见》(“新时代高教 40 条”)文件强调要深化教学改革,坚持以学生发展为中心,通过教学改革促进学习革命,构建线上线下相结合的教学模式,对我国高等药学教育和药学专门人才的培养提出了更高的目标和要求。我国高等药学类专业教育进入了一个新的时期,对教学、产业、技术的融合发展要求越来越高,强调进一步推动人才培养,实现面向世界、面向未来的创新型人才。

为了更好地适应新形势下人才培养的需求,按照中共中央、国务院《中国教育现代化 2035》《中医药发展战略规划纲要(2016—2030 年)》以及十九大报告等文件精神要求,进一步出版高质量教材,加强教材建设,充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用,培养合格的药学专门人才和具有可持续发展能力的高素质技能型复合人才。在充分调研和分析论证的基础上,我们组织了全国 70 余所高等医药院校的近 300 位老师编写了这套高等院校药学类专业创新型系列教材,并得到了参编院校的大力支持。

本套教材充分反映了各院校的教学改革成果和研究成果,教材编写体例和内容均有所创新,在编写过程中重点突出以下特点:

(1) 服务教学,明确学习目标,标识内容重难点。进一步熟悉教材相关专业培养目标和人才规格,明晰课程教学目标及要求,规避教与学中无法抓住重要知识点的弊端。

(2) 案例引导,强调理论与实际相结合,增强学生自主学习和深入思考的能力。进一步了解本课程学习领域的典型工作任务,科学设置章节,实现案例引导,增强自主学习和深入思考的能力。

(3) 强调实用,适应就业、执业药师资格考试以及考研需求。进一步转变教育观念,在教学内容上追求与时俱进,理论和实践紧密结合。

(4) 纸数融合,激发兴趣,提高学习效率。建立“互联网+”思维的教材编写理念,构建信息量丰富、学习手段灵活、学习方式多元的立体化教材,通过纸数融合引导学生独立思考、自主学习,提高学习效率。

(5) 定位准确,与时俱进。与国际接轨,紧跟药学类专业人才培养,体现当代教育。

(6) 版式精美,品质优良。

本套教材得到了专家和领导的大力支持与高度关注,适应于当下药学专业学生的文化基础和学习特点,并努力提高教材的趣味性、可读性和简约性。我们衷心希望这套教材能在相关



课程的教学中发挥积极作用,并得到读者的青睐;我们也相信这套教材在使用过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,能不断得到改进、完善和提高。

高等院校药学类专业创新型系列教材
编写委员会

华中科技大学出版社

前言

Qianyan

《分析化学》是华中科技大学出版社组织编写的高等院校药学类专业创新型系列教材中的一本。本教材经全体编者集体讨论,分工编写,最后由主编负责定稿完成。本教材是分析化学的基本教材,可供高等院校药学、药物制剂、临床药学等专业使用,也可供中药学、化学、医学检验等其他相关专业使用,可作为研究生入学考试参考书,还可供有关科研单位或药品等质量检验部门的科研、技术人员参考阅读。

《分析化学》的编写紧紧围绕专业培养目标要求,突出“三基”内容,知识点明确,学生易学,教师易教,使学生在尽可能短的时间内掌握所学课程内容,且充分体现学科的新发展和教学改革的新成果。在不改变现有教学体制的情况下,教材中增加了学科相关案例,并根据案例提出相关问题,将本章节的教学重点在问题中提出。

全书共二十一章,每章开始从掌握、熟悉及了解三个层次增加了学习目标,正文引入了案例,便于读者查阅相关知识。附录中对有关数据进行了更新。本教材的目标检测答案及案例解析可通过扫描二维码查看,这样可避免直接看到答案而影响其独立思考。另外,还可通过扫描二维码,阅读相关章节的PPT课件。为了扩大学习者的知识面,本教材还附有知识拓展。

参与本教材编写的教师按书写章节先后顺序是胡琴、王斌、魏芳弟、陈建平、曹洪斌、韦国兵、孟庆华、信建豪、李云兰、冯婷婷、廖夫生、白慧云。

本教材编写工作得到了各编者所在院校的大力支持,希望本教材能成为高等院校药学类及相关专业学生的良师益友。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,恳请专家与读者批评指正。

编者

目录

Mulu

第一章 绪论	/ 1
第一节 分析化学的任务与作用	/ 1
第二节 分析化学的方法分类	/ 1
第三节 试样分析的基本程序	/ 3
第四节 分析化学的发展和展望	/ 4
第五节 分析化学的学习方法	/ 5
第二章 分析化学中的误差及数据处理	/ 7
第一节 测量值的准确度和精密度	/ 7
第二节 有效数字及其运算法	/ 12
第三节 有限量测量数据的统计处理	/ 13
第三章 滴定分析法	/ 22
第一节 滴定分析法和滴定方式	/ 22
第二节 标准溶液	/ 23
第三节 滴定分析中的计算	/ 24
第四章 酸碱滴定法	/ 31
第一节 水溶液中的酸碱平衡	/ 31
第二节 酸碱溶液中氢离子浓度的计算	/ 39
第三节 酸碱指示剂	/ 44
第四节 酸碱滴定法的基本原理	/ 48
第五节 酸碱滴定法的滴定终点误差	/ 59
第六节 非水溶液中的酸碱滴定法	/ 61
第五章 配位滴定法	/ 73
第一节 配位滴定法的基本原理	/ 74
第二节 配位滴定条件的选择	/ 85
第六章 氧化还原滴定法	/ 98
第一节 氧化还原反应	/ 99
第二节 氧化还原滴定的基本原理	/ 104
第三节 碘量法	/ 108
第四节 高锰酸钾法	/ 113
第五节 亚硝酸钠法	/ 115
第六节 其他氧化还原滴定法	/ 117



第七章 沉淀滴定法	/ 123
第一节 概述	/ 123
第二节 银量法	/ 124
第八章 重量分析法	/ 135
第一节 概述	/ 135
第二节 沉淀重量分析法	/ 135
第三节 挥发重量分析法	/ 145
第九章 电位法和永停滴定法	/ 147
第一节 电化学分析法概述	/ 148
第二节 电位法的基本原理	/ 148
第三节 直接电位法	/ 153
第四节 电位滴定法	/ 163
第五节 永停滴定法	/ 166
第十章 光谱分析法	/ 171
第一节 电磁辐射及其与物质的相互作用	/ 171
第二节 光学分析法的分类	/ 173
第三节 光谱分析仪器	/ 177
第四节 光谱分析法的发展概况	/ 180
第十一章 紫外-可见分光光度法	/ 183
第一节 紫外-可见分光光度法的基本理论和概念	/ 183
第二节 紫外-可见分光光度计	/ 193
第三节 紫外-可见分光光度法的应用	/ 198
第十二章 红外吸收光谱法	/ 209
第一节 红外吸收光谱法的基本原理	/ 210
第二节 有机化合物的典型光谱	/ 219
第三节 红外光谱仪	/ 227
第四节 红外吸收光谱分析	/ 228
第十三章 原子吸收分光光度法	/ 234
第一节 原子吸收分光光度法概述	/ 234
第二节 原子吸收分光光度法的基本原理	/ 235
第三节 原子吸收分光光度计	/ 241
第四节 实验方法	/ 246
第十四章 荧光分析法	/ 254
第一节 荧光分析法的基本原理	/ 255
第二节 荧光定量分析方法	/ 263
第三节 荧光分光光度计和荧光分析新技术	/ 265
第十五章 核磁共振波谱法	/ 272
第一节 核磁共振光谱的基本原理	/ 273
第二节 核磁共振波谱仪	/ 277
第三节 化学位移	/ 279
第四节 耦合常数	/ 285
第五节 核磁共振氢谱的解析	/ 290

第六节	^{13}C 核磁共振碳谱和相关谱介绍	/ 293
第十六章	质谱法	/ 299
第一节	质谱法的基本原理和质谱仪	/ 300
第二节	质谱中的主要离子及其裂解类型	/ 306
第三节	质谱分析法	/ 309
第四节	综合解析	/ 316
第十七章	色谱分析法	/ 322
第一节	色谱法的分类	/ 323
第二节	色谱过程和基本概念	/ 323
第三节	基本类型色谱法的分离机制	/ 328
第四节	超临界流体色谱法	/ 331
第五节	色谱法基本理论	/ 332
第六节	色谱法的发展历程	/ 338
第十八章	平面色谱法	/ 342
第一节	平面色谱法的分类和原理	/ 342
第二节	薄层色谱法	/ 344
第三节	纸色谱法	/ 352
第十九章	气相色谱法	/ 356
第一节	气相色谱法的分类和一般流程	/ 357
第二节	气相色谱固定相和流动相	/ 358
第三节	检测器	/ 363
第四节	分离条件的选择	/ 368
第五节	毛细管气相色谱法	/ 373
第六节	定性定量分析	/ 377
第七节	气相色谱-质谱联用	/ 381
第二十章	高效液相色谱法	/ 385
第一节	高效液相色谱法的主要类型和原理	/ 386
第二节	高效液相色谱法的固定相和流动相及其选择	/ 390
第三节	高效液相色谱仪	/ 397
第四节	定性和定量分析方法	/ 404
第五节	超高效液相色谱法简介	/ 407
第六节	高效液相色谱-质谱联用	/ 409
第二十一章	毛细管电泳法	/ 415
第一节	概述	/ 415
第二节	毛细管电泳的基本理论	/ 416
第三节	毛细管电泳的主要分离模式	/ 419
第四节	毛细管电泳仪	/ 422
第五节	毛细管电泳法的应用	/ 424
第六节	毛细管电泳质谱联用	/ 425
附录 A	国际相对原子质量	/ 428
附录 B	常用化合物的相对分子质量	/ 430
附录 C	中华人民共和国法定计量单位	/ 432



附录 D	国际制(SI)单位与 cgs 单位换算及 常用物理化学常数	/ 435
附录 E	常用酸碱在水中的离解常数	/ 436
附录 F	配位滴定有关常数	/ 441
附录 G	电极电位	/ 445
附录 H	难溶电解质的溶度积常数 (298.15 K, $I=0$)	/ 450
附录 I	标准缓冲溶液的 pH(0~95 °C)	/ 454
附录 J	主要基团的红外特征吸收峰	/ 455
附录 K	各类质子的化学位移	/ 462
附录 L	质谱中常见的中性碎片和碎片离子	/ 466
附录 M	气相色谱法用表	/ 469
附录 N	高效液相色谱常用固定相	/ 473

华中科技大学出版社

第一章 绪 论



学习目标 | ...

1. 掌握:分析化学的定义和方法分类。
2. 熟悉:分析化学的作用。
3. 了解:分析化学的发展。



本章 PPT

第一节 分析化学的任务与作用

分析化学(analytical chemistry)是研究物质的化学组成和结构信息的科学。欧洲化学会联盟的分析化学部将分析化学定义为“建立和应用各种方法、仪器和策略获取关于物质在空间和时间方面的组成和性质信息的科学”。

分析化学的主要任务是采用化学、物理学、数学、计算机科学及生命科学的技术和手段,获取分析数据,从而确定物质体系的化学组成,测定其中有关成分的含量和鉴定体系中物质的结构和形态,解决关于物质体系构成及其性质的问题。通俗地说,分析化学回答样品里“有什么”(定性分析)和“有多少”(定量分析)的问题。

分析化学有极高的实用价值,对人类的物质文明做出了重要贡献,对科学技术、国民经济建设和社会发展等各方面,包括药学事业的发展起着重要作用。任何科学研究,都要对所研究体系的化学组成、含量或者结构信息进行分析研究,都把分析化学的方法和技术作为不可或缺的工具。

药品作为一种特殊商品,其质量直接影响用药的有效性和安全性,关系到国民的生命安全和健康水平。因而世界各国政府对药品的研究开发、生产、储存、运输和使用等环节,都有严格的法律法规和管理制度,通过颁布国家药品标准等方式对药物质量进行全面监督管理。而药品标准所用的各种方法就是以药物为分析对象的分析技术,分析化学为药物的分析检测提供了理论、方法和手段。

在药学专业教育中,分析化学是一门重要的专业基础课,其理论知识和实验技能是药物分析学、药物化学、天然药物化学、药剂学、药理学和中药学等各个学科的必备基础。因此,分析化学课程的学习要求学生系统地掌握分析化学的基础理论、基本概念、实验仪器和实验技能,了解分析化学学科在生命科学前沿的发展热点,为后续专业课的学习打下良好的基础。

第二节 分析化学的方法分类

分析化学的方法可根据分析任务(目的)、分析对象、测定原理、操作方法和试样用量的不





同进行分类。

一、定性分析、定量分析、结构分析和形态分析

分析化学的方法按照分析任务可分为定性分析、定量分析、结构分析和形态分析。定性分析(qualitative analysis)的任务是鉴定试样由哪些元素、离子、基团或化合物组成,即确定物质的组成;定量分析(quantitative analysis)的任务是测定试样中某一或某些组分的量,有时是测定所有组分,即全分析(total analysis);结构分析(structural analysis)的任务是研究物质的分子结构或晶体结构;形态分析(speciation analysis)的任务是研究物质的价态、晶态、结合态等存在状态及其含量。

一般情况下,需先进行定性分析,弄清试样是什么,而后进行定量分析。在试样的成分已知时,可以直接进行定量分析。对于结构未知的化合物,首先进行结构分析,确定化合物的分子结构。随着现代分析技术尤其是联用技术、计算机和信息学的发展,常可同时进行定性、定量和结构分析。

二、无机分析和有机分析

按照分析对象,分析化学的方法可分为无机分析和有机分析。无机分析(inorganic analysis)的对象是无机物,要求鉴定试样是由哪些元素、离子、原子团或化合物组成,以及各组分的相对含量。有机分析(organic analysis)的对象是有机物。虽然组成有机物的元素种类并不多,主要是碳、氢、氧、氮、硫和卤素等,但有机物的化学结构却很复杂,化合物的种类有数百万之多,因此,有机分析不仅需要进行元素分析(elemental analysis),更重要的是进行基团分析和结构分析。

三、化学分析和仪器分析

分析化学的方法按照测定原理可分化学分析和仪器分析,这也是分析化学最常用的分类法。

1. 化学分析(chemical analysis)

化学分析是根据物质的化学反应及其计量关系确定被测物质的组成及其含量的分析方法。化学分析历史悠久,是分析化学的基础,又称为经典分析法。被分析的物质称为试样(或样品),与试样(sample)起反应的物质称为试剂(reagent)。试剂与试样所发生的化学变化称为分析化学反应。根据分析化学反应的现象和特征鉴定物质的化学成分,称为化学定性分析;根据分析化学反应中试样和试剂的用量,测定物质中各组分的相对含量,称为化学定量分析。化学定量分析又分为滴定分析(titrimetric analysis)或容量分析(volumetric analysis)和重量分析(gravimetric analysis)。化学分析所用仪器简单,结果准确,因而应用范围广泛。但只适合于常量组分的分析,而且灵敏度较低,分析速度较慢。

2. 仪器分析(instrumental analysis)

仪器分析是以物质的物理或物理化学性质为基础,通过使用特殊仪器进行分析的方法。根据物质的某种物理性质,如相对密度、相变温度、折射率、旋光度及光谱特征等,不经过化学反应,直接进行定性、定量、结构和形态分析的方法,称为物理分析法(physical analysis),如光谱分析法等。根据物质在化学变化中的某种物理性质,进行定性分析或定量分析的方法称为物理化学分析法(physicochemical analysis),如电位分析法等。仪器分析具有灵敏、快速、准确的特点,发展很快,应用很广。仪器分析方法主要包括电化学分析法(electrochemical analysis)、光学分析法(optical analysis)、质谱分析法(mass spectrometry)、色谱分析法(chromatography)、放射化学分析法(radiochemical analysis)等。

四、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析

根据分析过程中试样的用量,分析化学的方法可分为常量分析(macro analysis)、半微量分析(semi-micro analysis)、微量分析(micro analysis)和超微量分析(ultra-micro analysis)。四种分析方法所需试样量列于表 1-1。无机分析一般为半微量分析;化学定量分析一般为常量分析;进行微量分析及超微量分析时,常采用仪器分析方法。

表 1-1 分析方法按试样用量分类

分析方法	试样质量	试液体积
常量分析	>0.1 g	>10 mL
半微量分析	0.01~0.1 g	1~10 mL
微量分析	0.1~10 mg	0.01~1 mL
超微量分析	<0.1 mg	<0.01 mL

五、常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析

根据试样中被测组分的含量高低进行分类,分析化学的方法可分为常量组分分析(macro component analysis)、微量组分分析(micro component analysis)和痕量组分分析(trace component analysis)。这三种方法中被测组分在试样中的含量范围列于表 1-2。

表 1-2 分析方法按被测组分的含量分类

分析方法	被测组分在试样中的含量
常量组分分析	>1%
微量组分分析	0.01%~1%
痕量组分分析	<0.01%

注:微量组分分析不一定是微量分析。对于痕量组分含量的表示,习惯上用非法定计量单位:ppm、ppb 和 ppt。

第三节 试样分析的基本程序

根据分析任务采用不同的分析程序。定量分析的任务是测定物质中某种或某些组分的含量。要完成定量分析工作,通常包括以下几个步骤:明确分析任务和制订计划、取样、分析试液的制备、分析测定、分析结果的计算与评价等。关于含量测定的方法及分析数据的处理等问题将在后面各章中介绍。

一、分析任务和计划

首先要明确所需解决的问题,即任务。根据任务制订一个初步的研究计划,包括采用的方法、准确度、精密度要求等,还包括所需实验条件如仪器设备、试剂等。为此要先了解试样的来源、测定的对象、测定的样品数、可能存在的影响因素等。

二、取样

根据分析对象是气体、液体或固体,采用不同的取样方法。在取样过程中,最重要的一点是要使分析试样具有代表性,否则分析工作将毫无意义,甚至可能导致错误的结论。因此,必须采用科学取样法,从分析的总试样或送到实验室的总试样中取出有代表性的试样进行分析。



例如,对于固体样品的取样常采用四分法,即将试样混匀,堆为锥形后压为圆饼状,通过中心分为四等份,弃去对角的两份,如此反复进行直至符合分析工作的要求为止。

三、分析试液的制备

试样制备的目的是使试样适合于选择的分析方法,消除可能的干扰。定量化学分析一般采用湿法分析,根据试样性质的不同,试样制备可能包括干燥、粉碎、研磨、溶解、过滤、提取、分离和富集(浓缩)等步骤,最终成为待测溶液。

四、分析测定

根据待测组分的性质、含量多少和对分析结果准确度的要求,选择合适的分析方法。因为每个试样的分析结果都是由“测定”来完成的,熟悉各种方法的特点,根据它们在灵敏度、选择性及适用范围等方面的差别来正确选择适合不同试样的分析方法。另外,还应根据试样制备方法不同进行空白实验或回收实验等来估计试样制备过程可能给测定结果带来的误差。

五、分析结果的计算与评价

根据分析过程中有关计量关系及分析测量所得数据,计算试样中待测组分的含量。对测定结果及其误差分布情况,应用统计学方法进行评价,例如平均值、标准差(或相对标准差)、测量次数和置信度等。

第四节 分析化学的发展和展望

一、分析化学的起源和发展

分析化学是一门古老的学科,它的起源可以追溯到古代炼金术。拉瓦锡在由汞和氧形成氧化汞的实验中引入了定量测定,从而诞生了分析化学。分析化学随着化学和其他相关学科的发展而不断发展,20世纪以来,其发展大致经历了三次巨大的变革。

第一次变革是在20世纪初到30年代,物理化学中溶液理论的发展,为分析化学提供了理论基础。溶液四大平衡理论的建立,使分析反应过程中各种平衡的状态、各成分的浓度变化和反应的完全程度有了较高的预见性,化学分析得以迅速发展成为系统理论和方法并得以完善,使分析化学真正发展成为一门科学。

第二次变革是在20世纪40年代至60年代,物理学与电子学的发展促进了分析化学中物理和物理化学分析方法的建立和发展,出现了以光谱分析、极谱分析为代表的简便、快速的各种仪器分析方法,同时丰富了这些分析方法的理论体系,分析化学从以化学分析为主的经典分析化学,发展成以仪器分析为主的现代分析化学。

第三次变革是在20世纪70年代末开始发展至今。在这期间,生命科学、环境科学、材料科学等学科及人们生产活动和社会的发展,尤其是基因组学、蛋白组学和代谢组学等组学研究的出现,向分析化学提出了更高更严峻的挑战。现代分析化学已不能只限于测定物质的组成和含量,而是要对物质的形态(如价态、配位态、晶形等)、结构(空间分布)进行分析,要实现微区、薄层和无损分析,要对化学活性物质和生物活性物质等进行瞬时跟踪监测和过程控制等。要由解析型分析策略转变为整体型分析策略,综合分析完整生物体内的基因、蛋白质、代谢物、通道等各类生物元素随时间、空间的变化和相互关联。在这一变革时期,其他科学的现代理论和技术的发展,尤其是以计算机为代表的新技术的迅速发展,又为建立高灵敏度、高选择性、高

准确性、自动化或智能化的分析新方法创造了良好条件,丰富了分析化学的内容,使分析化学有了飞速的发展。具有专家系统的智能色谱仪和具有光谱解析功能的智能光谱仪的出现,使实验条件优化及分析数据处理或结果解析的速度和正确性都大为提高;仪器分析的发展,以及化学计量学的广泛应用,使当今分析化学已发展为“以计算机为基础的分析化学”;分析化学领域的化学计量学,包括分析信息理论、采样理论、分析试验设计、误差理论、化学数据库(database)等的内容都在不断充实和完善;色谱与质谱及各种光谱联用技术正日益完善和发展,成为对复杂体系中各组分同时进行定性、定量分析的最有力工具;为实现分析的超微型化、集成化,“芯片实验室”(lab-on-a-chip)的研究正方兴未艾,其将分析的流路系统、检测元件等刻划、组装在一块芯片上,集试样采集、处理、分离、测定等于一体,故又称为微全分析系统(miniaturized total analysis system; μ -TAS),并广泛应用于药学甚至整个生命科学领域;生物传感器(biosensor)等生物分析技术(bioanalysis)也得到迅速发展。总之,在近三四十年内,光谱分析、色谱分析、电化学分析、联用(hyphenated)技术、微型分析等领域都有了长足的发展。

二、分析化学的展望

现代分析化学已成为使用和依赖于生物学、信息学、计算机学、物理学和数学等学科的一门“边缘学科”,这些学科新成就的继续引入,将使分析化学进入一个更新的发展阶段。分析化学将继续朝着提高分析方法的选择性、灵敏度和智能化水平,以便最大可能地获取复杂体系的时空多维综合信息的方向发展。作为生命科学一个分支的医药领域中的分析化学,其发展趋势正在由单纯的化学模式逐渐转向化学-生物模式。

21世纪的分析化学必将进一步突破纯化学领域,将化学与数学、物理学、计算机学及生物学紧密结合,作为多学科性的综合学科,为科技发展、人类进步做出更大的贡献。

第五节 分析化学的学习方法

分析化学是药学类专业的重要专业基础课之一,是一门工具学科。因此学好分析化学将非常有助于药学类各门专业课以及其他几门化学课的理论学习和实验操作。

本教材主要介绍分析化学的基本理论、基本概念、基本计算和分析化学的新进展。课程目的是使有关专业的大学本科生,初步掌握现代分析化学领域中的基本理论知识和科学实验技术。在学习本课程时,应注意以下几点。

1. 做好课前预习、课后复习

课前预习可以对课程内容做到初步了解,以便上课时有针对性地听讲。上课时集中精神,尽量理解教师教授的内容,掌握讲授内容的主线。课后注重复习和练习。

2. 掌握良好的学习方法,形成良好的学习习惯

本课程涉及不少公式,应记住最基本的公式,同时掌握重要的推导方法,注重不同公式的不同适用条件,这是提高学习效率的有效方法。多做习题有助于概念和理论的掌握。做习题重在解题思路。

3. 多想、多问、多看

由于“分析化学原理”涉及整个化学领域的基础理论,涉及面广,而本教程介绍的是分析化学的基础理论,有许多内容仅是浅尝辄止,学生若想深入学习,需要多多思考,最好对书中的每一句话都问一个为什么,并阅读相关的书籍和文献,多向任课教师学习并交流。

4. 注重实验课程

分析化学的目的是解决实际问题,它是一门实践性的学科。在学好基础理论知识的同时,



知识链接