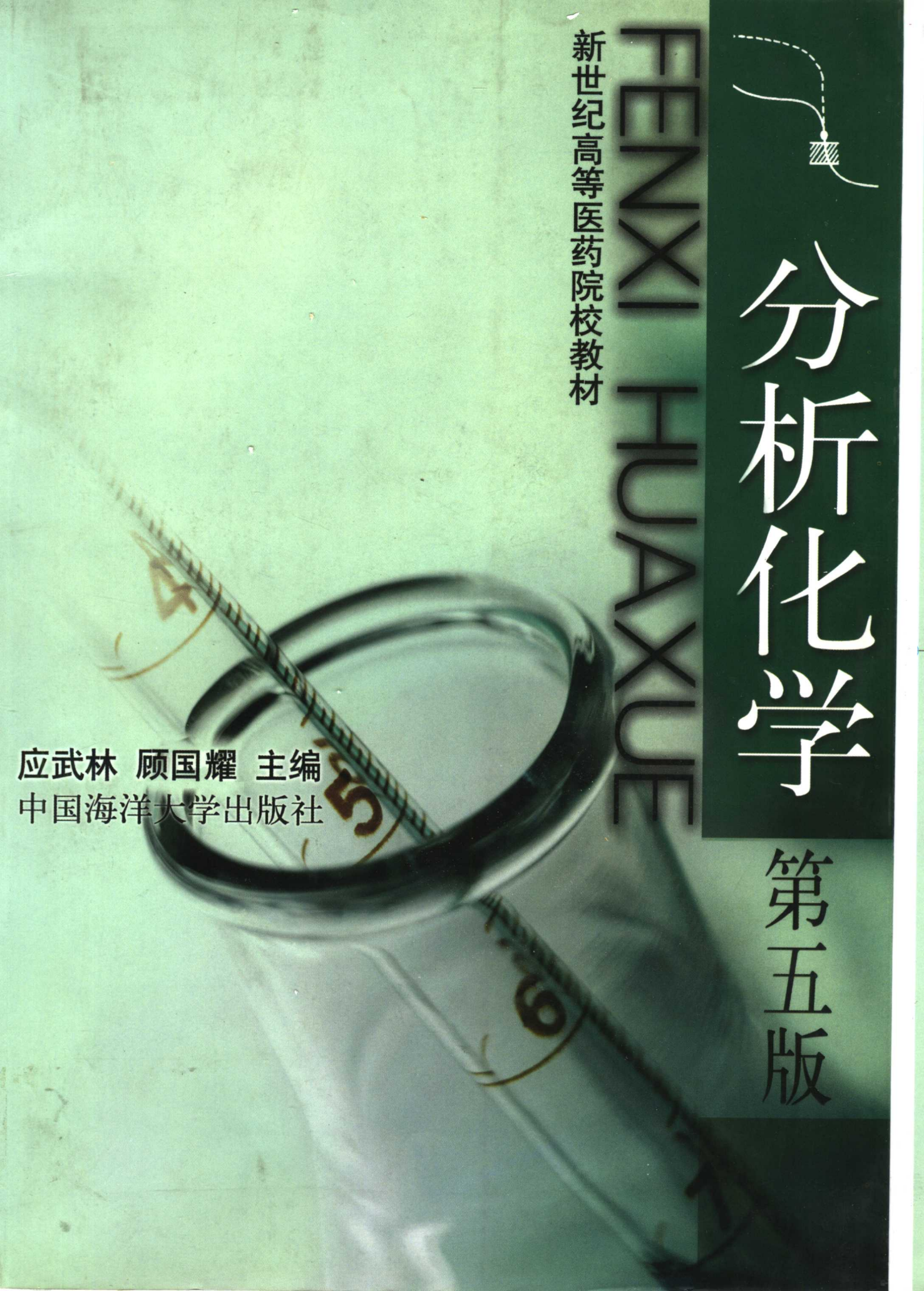


分析化学

第五版

新世纪高等医药院校教材

FENXI HUAXUE



应武林 顾国耀 主编
中国海洋大学出版社

新世纪高等医药院校教材

分析化学

(第五版)

应武林 顾国耀 主编

中国海洋大学出版社

·青岛·

内容提要

本书是根据医药院校医学检验校际会议的决定编写的。自第三版开始增加药物分析的内容。全书主要包括定性和定量分析(包括重量分析、滴定分析、光度分析、电位滴定和电流滴定分析)部分,为了适应医学检验和药学专业教学的需要,也简要介绍了医学检验和药物分析的一般过程与实例。本书除作为检验、药学专业教材外,也可供卫生、法医、营养等专业教学用,还可供临床检验、卫生检验、环境保护等专业有关技术人员的培训或工作参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/应武林,顾国耀主编. —5版. —青岛:中国海洋大学出版社,2003.7

ISBN 7-81067-483-8

I.分… II.①应… ②顾… III.分析化学—高等学校—教材 IV.O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 058016 号

中国海洋大学出版社出版发行
(青岛市鱼山路5号 邮政编码:266003)

出版人:王曙光

日照报业印刷有限公司印刷

新华书店经销

开本:787mm×1 092mm 1/16 印张:17.75 字数:410 千字

2003年7月第5版 2003年7月第1次印刷

印数:1~7 000 定价:22.00 元

《分析化学》编委会

(第五版)

主 编 应武林 顾国耀

副主编 王 屹 赵志伟 祁玉成 黄亚励

编 委 (按姓氏笔画为序)

王 屹	(北华大学)
方含秋	(上海第二医科大学)
吕志进	(天津医科大学)
朱荣贵	(江苏大学)
任建敏	(第三军医大学)
刘 坤	(青岛大学)
祁玉成	(青岛大学)
应武林	(青岛大学)
张 翊	(蚌埠医学院)
张荣泉	(蚌埠医学院)
陈少永	(蚌埠医学院)
赵志伟	(天津医科大学)
顾国耀	(上海第二医科大学)
徐德选	(江苏大学)
郭春燕	(张家口医学院)
甄 攀	(张家口医学院)
滕文锋	(大连医科大学)

主 审 徐葆筠

第五版前言

本教材自 1987 年初版问世以来,已经历了 15 个春秋,其间分别于 1990 年、1995 年、1999 年陆续出版了第二、三、四版,由于多版教材在编写和使用过程中积累了丰富经验,使教材内容更具实用性、适应性和可操作性,经 20 余所医学院校检验专业和药学专业使用,一致认为教材符合教学大纲要求,选材适当,深浅适宜;学生学、教师讲都很得心应手,是一本较为理想的教材。

本版教材在前四版的基础上作了一些改进,根据医学检验和药物分析的要求在内容上作了调整,如压缩了定性分析的内容,强化了光度分析、电化学分析和非水滴定的内容;充实了各类分析方法和应用部分;介绍了部分化学分析的新技术和新成果;物理量符号、法定计量单位更加规范。另外,根据兄弟院校的建议,我们还组织出版了配套的实验教材。实验教材其内容侧重基础,兼顾提高,更具实用性,与理论教材堪称姊妹篇,使分析化学教材更加完备,有利于教学质量的进一步提高。

本版教材由 10 余所院校富有教学经验的教师共同编撰,参编的院校有上海第二医科大学、天津医科大学、北华大学、大连医科大学、贵阳医学院、张家口医学院、江苏大学、蚌埠医学院、温州医学院、第三军医大学、青岛大学等。书稿经主编、副主编审稿,全体编委讨论定稿,再由主编统稿,全部内容由徐葆筠教授主审。在编写本书过程中,得到了各兄弟院校领导和同事的大力协助,在此一并致谢。

饮水不忘挖井人,在本教材出版 15 周年之际,我们向曾参与本教材第一、二、三、四版编写并作出卓越贡献的徐葆筠教授、仇淑秋教授、鲁长豪教授、杨根元教授、张宝棣教授、林三冬教授、孙发山教授、陈修玮教授、周汝驷教授、阳明福副教授、张万明副教授、焦东桂副教授等表示诚挚的谢意。

希望广大读者对本书的不足和错误之处提出宝贵意见,以便今后修订与完善。

编者
2003 年 8 月

第一版前言

根据医学发展的需要,不少医学院校成立了医学检验专业。由于它是新建专业,教材建设成为重要问题。分析化学虽有不少版本,但大多属理工科教材;即使有几本供医药专业用的,从要求、内容和学时安排上也不太适合医学检验专业教学的需要。所以在1985年召开的全国医学检验专业校际会议上,决定组织各兄弟院校编写分析化学教材,据此成立了由六所院校组成的分析化学教材编写组,并于1985年9月召开会议,拟定了教学大纲,确定了编写分工。初稿完成后经试用,于1986年6月开审稿会,经过修改,于1986年12月定稿。

分析化学是医学检验专业主干课程之一,通过本课程的学习,要求学生掌握分析化学的基本理论、基本知识和基本操作技能,树立量的概念,培养分析问题和解决问题的能力,为学习后续课程打下必要的基础。

为了体现医学检验专业的特点,本教材在内容选材上,从医学检验需要出发,并适当结合医学检验的实际。本书分定性分析和定量分析两部分,定性分析部分主要介绍以系统分析为主的常见阳离子分析和以分别分析为主的常见阴离子分析,为节省教学时数,精简了一些离子,使定性分析内容大大简化。定性分析在化学教学中具有重要作用,通过定性分析的学习,可以使使学生进一步熟悉离子的性质、离子的反应条件以及分离和鉴定的原理和方法。通过实验使学生掌握一定的实验方法和技能,也可为定量分析做好准备。定量分析主要介绍化学分析法,包括重量分析和滴定分析,其中以滴定分析为主;除对各种化学分析法的理论基础予以系统阐述外,还适当介绍了它们在医学检验中的应用。考虑到检验工作的实际需要,也简要地介绍了比色—可见分光光度分析。为了理论联系实际,我们编写了人体试样的采集和分析实例一章。

本教材由青岛医学院徐葆筠和上海第二医科大学仇淑秋主编,参加编写的有(以学校笔画为序)仇淑秋(第二、九、十二章),四川省卫生管理干部学院冯建成(第三、五章),华西医科大学鲁长豪(第四章),青岛医学院徐葆筠(第一、十一、十二章)和张宝棣(第六、十章),湖北省药检专科学校朱亚琦(第八章),镇江医学院陈修玮(第七章)。全书经主编统编后,由鲁长豪审定。

按照国家要求,出版书刊必须使用法定计量单位,因此本书在计量中一律采用我国法定计量单位。

本教材承蒙吉林医学院、温州医学院、贵阳医学院、湛江医学院和我们共同试用;在定稿会上华西医科大学肖志芳副教授对教材提供宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于编者业务水平和教学经验所限,加之编定时间仓促,缺点和错误在所难免,殷切希望读者批评、指正,以便在修订中予以改正。

编 者
1987年2月

第二版前言

本教材自 1987 年出版以来,已历时 3 年,其间承蒙各医药院校医学检验专业使用,给以良好的评价,并提出很好的建议。为满足教学需要,拟对该书修订再版。为此去年 5 月在镇江医学院召开了本教材的修订会议,交流了教学经验,总结了本教材的优缺点,细致地研讨了修改意见。经过修改,总的说来全书的内容有一定的深入和提高,有些内容作了轻微的调整;有些内容则有适当的深入,如在配位滴定法中对滴定误差进行了定量讨论;原分离方法一章增写了掩蔽部分,而改名为掩蔽和分离;第十二章已重新编写,改名为化学检验方法过程,目的是使学生在学过掩蔽、分离和各种测定方法之后,能概括地了解化学检验的全过程,以求本教材之内容更加完整。

书中插图均经重新绘制,改正了初版印刷中的不准确部分。

为便于集思广益,再版中编者有适当增加。

在编写再版中,我们尽了最大努力,以求把本教材修订得更好,但由于水平和时间所限,难免还存在一些缺点或错误,恳请读者给予批评、指正。

编者
1990 年 2 月

第三版前言

本教材是受全国医学院校检验专业校际协作会议的委托,组成有关院校主讲教师编写的。于1987年出了第一版,1990年经修订后再版。第一、二版共出了1万多册,经10余所院校使用,教学中积累了许多有益经验,第二版教材各校已基本用完,因此有必要再次修订。所以于1994年10月于成都华西医科大学召开了编委会会议,原主审鲁长豪教授付出了很多精力,为会议提供了许多方便条件,对第三版教材的编写提出了很多宝贵指导性意见。在会上,全体编委认真总结了使用本教材的经验,充分肯定了再版教材是一本较好的教材,选材适当,份量合适,文字流畅,结合专业,符合教学大纲要求,学生学,教师用都很得心应手。会议也提出了教材中的缺点和不足,并详细讨论了在第三版教材中如何修订和改进,重新修改了教学大纲,并对编写章次作了分工,俟后于1995年3月在上海第二医科大学召开主编、副主编和主审会议,对来稿进行了审阅和修改,对编委的初稿提出了详细的修改意见,再返回编委修改。最后,于1995年7月在青岛大学医学院召开了定稿会,经过充分讨论最后定稿。

原第一、二版主编徐葆筠和仇淑秋两教授,因均已离退休,本版不再担任主编,经编委会磋商组成新编委会。

为扩大本书的应用范围,使其既可用于检验专业,又可用于药学专业,除在氧化还原滴定中增加了亚硝酸钠法外,本版还增加了非水滴定、电位滴定和电流滴定两章,这样也可以和我们编写的检验专业、药学专业用的《实用仪器分析》配套。

本书统一使用公布的化学名词,所用单位均符合国家计量法规定,本书中的有关计算与检验系用的《无机化学》计算接轨,采用等物质的量反应规则。

因为各校教改中,不同程度地精减了学时,所以本书内容写得比较精练,如酸碱滴定中删去了与无机化学重复的内容;分析化学中的掩蔽与分离的内容也比原教材精简,重量分析一章重新改写。以适应教学上的变化。

在本书的编写过程中,承蒙许多专家、教授的帮助和支持,在此谨表谢意。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬希读者批评指正,以便在第四版时修正。

编者
1995年7月

第四版前言

分析化学是医学检验专业和药学专业的重要基础课之一。通过本课程的学习,学生可掌握分析化学的基本理论、基本知识和基本操作技能,树立量的概念,培养分析问题和解决问题的能力,为学习后续课程和今后的工作打下必要的基础。为了提高医药院校分析化学课的教学质量,必须有一本好教材,为此目的我们编写了《分析化学》教材,现已出了三版。《分析化学》(第三版)自1995年12月出版以来,历时三年多,经青岛大学医学院、上海第二医科大学、镇江医学院、大连医科大学、吉林医学院、天津医科大学、华西医科大学、蚌埠医学院、第三军医大学等10余所医学院校使用,一致认为本教材选材适当、深浅适宜、符合教学大纲要求;内容安排紧凑、简明扼要;针对性、实用性强;学生学、教师讲都很得心应手,是一本较为理想的教材。

本教材第四版仍保持第三版的章次和顺序,同时也考虑各学校在使用中的意见和建议,对各章内容作了不同程度的修改,有的作了精简,有的适当增补了一些新内容。我们力求使修订后的第四版的全书质量和水平在原有基础上有明显提高,使之更具专业特色,针对性、实用性更强。

为便于集思广益,第四版适当增加了编者,以便充分发挥第一线主讲教师的聪明才智,把本书编写得更好。全书(以章次为顺序)由杨根元(前言)、祁玉成(第一章、第七章、附录)、应武林(第一章)、顾国耀(第二章)、杨小风(第二章)、林三冬(第三章)、赵志伟(第四章)、徐德选(第五章)、陈少永(第六章)、吕志进(第七章)、朱荣贵(第八章)、王屹(第九章)、张万明(第十章)、阳明福(第十一章)、黄亚励(第十二章)、刘坤(第十三章)、焦东桂(第十四章)等17人参加编写。全书由主编统稿,文字的润饰、笔调的统一由主编和主审携手完成。

徐葆筠教授是本教材编写的主要创始人,虽年事已高,但精力充沛,学术造诣很深,故仍请他担任本版教材主审。

本教材第四版的编写过程中得到了许多院校领导和专家的支持和鼓励;本教材前任主编仇淑秋教授亲切会见本版编委,期盼本教材进步;上二医方含秋副教授对本教材的编写提出了许多宝贵建议,在此一并表示感谢。虽然我们在编写中尽了最大努力,以求把本书编得更好,但由于编者业务水平及教学经验所限,加之时间仓促,缺点和错误之处在所难免,我们希望专家和读者不吝给予批评指正。

编 者
1999年5月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 分析化学及其作用.....	(1)
第二节 分析方法的分类.....	(1)
第三节 分析化学的发展概况.....	(3)
第四节 分析化学与医学检验和药物分析的关系.....	(3)
第二章 定性分析简介	(5)
第一节 有机定性分析和无机定性分析.....	(5)
第二节 定性分析的特征、灵敏度和选择性	(6)
第三节 阳离子分析.....	(8)
第四节 阴离子分析(略)	(15)
第三章 误差和分析数据处理	(16)
第一节 概述	(16)
第二节 误差的分类及特点	(16)
第三节 准确度与精密度	(17)
第四节 有效数字及计算规则	(21)
第五节 随机误差的分布规律	(23)
第六节 有限次测量数据的统计处理	(26)
第七节 测定数据的评价——显著性检验	(29)
第八节 分析质量控制	(32)
第九节 校正曲线与回归分析	(33)
第四章 重量分析	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 重量分析的主要方法	(38)
第三节 沉淀法	(39)
第四节 重量分析在医学检验及药物分析中的应用	(51)
第五章 滴定分析概述	(53)
第一节 滴定分析的特点及分类	(53)
第二节 滴定方式	(54)
第三节 标准溶液	(55)
第四节 滴定分析中的有关计算	(59)
第六章 酸碱滴定	(66)
第一节 概述	(66)

第二节	水溶液中的酸碱平衡	(66)
第三节	酸碱指示剂	(74)
第四节	滴定曲线和指示剂的选择	(78)
第五节	酸碱标准溶液的配制和标定	(89)
第六节	酸碱滴定方式	(90)
第七节	酸碱滴定在医学检验和药物分析中的应用	(91)
第七章	非水滴定	(95)
第一节	概述	(95)
第二节	非水溶剂	(95)
第三节	碱的滴定	(100)
第四节	酸的滴定	(103)
第五节	水的滴定——卡尔·费歇尔滴定法	(106)
第六节	非水滴定在医学检验和药物分析中的应用	(107)
第八章	配位滴定	(110)
第一节	概述	(110)
第二节	EDTA 及其配位特性	(112)
第三节	配位反应的副反应和条件稳定常数	(115)
第四节	配位滴定基本原理	(120)
第五节	金属指示剂	(125)
第六节	提高配位滴定选择性的方法	(128)
第七节	EDTA 标准溶液的配制和标定	(131)
第八节	配位滴定方式	(135)
第九节	配位滴定在医学检验、药物分析中的应用	(133)
第九章	氧化还原滴定法	(137)
第一节	概述	(137)
第二节	氧化还原滴定的理论基础	(137)
第三节	氧化还原滴定曲线	(143)
第四节	氧化还原滴定中的指示剂	(146)
第五节	碘量法	(148)
第六节	高锰酸钾法	(152)
第七节	其他氧化还原滴定法	(153)
第八节	氧化还原滴定在医学检验和药物分析中的应用	(156)
第十章	沉淀滴定	(160)
第一节	概述	(160)
第二节	银量法	(160)
第三节	银量法在医学检验和药物分析中的应用	(167)
第十一章	电位滴定和电流滴定	(169)
第一节	概述	(169)

第二节	电位滴定和电流滴定基础	(169)
第三节	电位滴定法	(172)
第四节	电流滴定法	(177)
第五节	电位滴定和电流滴定在医学检验和药物分析中的应用	(182)
第十二章	光度分析	(184)
第一节	概述	(184)
第二节	物质对光的选择性吸收	(185)
第三节	光的吸收定律	(188)
第四节	吸光度的测量	(191)
第五节	显色反应及反应条件的选择	(195)
第六节	分光光度法的定量方法	(200)
第七节	提高光度法灵敏度和选择性的某些途径	(201)
第八节	光度滴定	(204)
第九节	光度分析在医学检验和药物分析中的应用	(205)
第十三章	分析化学中的掩蔽和分离	(210)
第一节	概述	(210)
第二节	掩蔽	(210)
第三节	沉淀分离法	(212)
第四节	溶剂萃取法	(214)
第五节	离子交换分离法	(219)
第六节	纸色谱和薄层色谱分离法	(222)
第七节	挥发分离法	(225)
第八节	掩蔽分离在医学检验和药物分析中的应用	(227)
第十四章	试样的采集、预处理和测定	(229)
第一节	概述	(229)
第二节	试样的采集与制备	(229)
第三节	试样的分解	(233)
第四节	水分和蛋白质的除去	(235)
第五节	测定方法的选择	(236)
附录一	中华人民共和国法定计量单位	(238)
附录二	各类常数	(240)
2-1	难溶化合物的溶度积常数	(240)
2-2	弱酸在水中的离解常数	(242)
2-3	弱碱在水中的离解常数	(244)
2-4	克拉克-鲁布斯(Clark-Lubs)缓冲溶液	(245)
2-5	碱性缓冲溶液	(246)
2-6	配合物的各级累积稳定常数	(246)
2-7	几种金属指示剂在不同 pH 值时 $\lg\alpha_{\text{In(H)}}$ 和 pM_t 值	(246)

2-8 一些金属离子的 $\lg\alpha_{M(OH)}$ 值	(249)
2-9 氨羧螯合剂类配合物的稳定常数	(249)
2-10 部分电对标准电极电位	(250)
2-11 氧化还原电对的条件电位	(252)
2-12 一些化合物的相对分子质量表	(253)
2-13 相对原子质量表	(254)
附录三 符号及缩写	(261)
附录四 关键词英汉对照	(264)
主要参考书目	(269)

第一章 绪 论

第一节 分析化学及其作用

分析化学(analytical chemistry)是研究物质的化学组成、含量以及结构等多种信息的测定技术和有关理论的一门学科。

分析化学的应用范围几乎涉及国民经济、国防建设,以及人们日常生活的衣食住行等各个方面。如工业生产方面,资源的勘探开发、原材料的选择、工艺过程的中间控制、生产成品的质量检验以及“三废”处理和利用,都必须依赖分析结果;在农业生产方面,土壤普查、作物营养评价等都要用到分析化学;在国防建设和尖端科技方面,武器装备的生产和研制、刑事犯罪的侦破、新材料和新技术的开发等都需要分析化学的密切配合。分析化学不仅对化学学科的其他分支的发展起着重要作用,在许多涉及化学现象的科学领域中,如生物学、物理学、医药学、考古学、海洋学、天文学等,分析化学也都是不可缺少的研究手段。因此,高等学校的许多专业都把分析化学作为基础课。分析化学是一门实践性很强的学科,通过分析化学的学习不仅可以使学生掌握分析化学的基本理论和操作技能,而且能够培养学生严谨的工作作风和实事求是的科学态度,提高分析问题和解决问题的能力。

第二节 分析方法的分类

物质的组成是多种多样的,分析对象也千差万别,被测组分的含量,以及测定的干扰因素都不相同,为了满足这些不同要求,而发展了各种各样的分析方法,为了了解和研究这些方法有必要将它们加以分类。分类是根据不同的原则进行的,下面介绍几种主要分类法。

一、定性分析、定量分析和结构分析

按其任务不同,分析化学可分为定性分析(qualitative analysis)、定量分析(quantitative analysis)和结构分析(structure analysis)。定性分析的任务是鉴定物质是由哪些元素、离子或基团所组成;定量分析的任务是测定物质中有关组分的含量,定量分析应用更为普遍。如果从试样的来源便知道组成情况,可直接进行含量测定。结构分析的任务是研究物质的分子结构或晶体结构。

二、无机分析和有机分析

按分析对象不同,分析化学可分为无机分析和有机分析。在无机分析中,组成无机物的元素很多,分析中通常要鉴定试样是由哪些元素、离子或原子团组成的及测定各组分的

含量;在有机分析中,虽然组成有机物的元素并不多,但由于结构复杂,有机物的种类很多,分析中除了要鉴定组成元素外,更重要的是要进行官能团分析和结构分析。

三、化学分析和仪器分析

按分析方法所用手段分类,可分为化学分析和仪器分析。

(1) 化学分析 以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析 (chemical analysis)。化学分析法是最早发展起来的分析方法,是分析化学的基础,化学分析中的定量分析又可分为重量分析和滴定分析。

(2) 仪器分析 它是一类以测量物质的物理性质和物理化学性质为基础的分析方法。由于这些方法都需要使用精密的分析仪器,所以称为仪器分析 (instrumental analysis)。仪器分析种类很多,包括光学分析、电化学分析、色谱分析、质谱分析和放射化学分析等。

仪器分析以其灵敏度高、分析速度快、选择性高、易于自动化等诸多优点已成为当代分析化学的主干,但化学分析依然重要,多数仪器分析方法需要试样分解、富集、掩蔽、分离等化学手段进行预处理。仪器分析一般需要化学纯品作标准来对照,而这些纯品的成分大多需要化学分析来确定。因此,化学分析与仪器分析两者相辅相成,不可偏废。在实际工作中,可视具体情况确定分析方法。通常在测定常量组分时采用化学分析法,在测定微量、痕量组分时则一般采用仪器分析法。本课程主要讲授化学分析方法,仪器分析在后继课讲授。

四、常量分析、半微量分析和微量分析

根据所取试样用量不同,可分为常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析,各种分析的试样用量大致情况如表 1-1 所示。

表 1-1 各种分析方法的试样用量

方法	试样用量	试样体积
常量分析法	$>0.1\text{ g}$	$>10\text{ mL}$
半微量分析法	$0.01\sim0.1\text{ g}$	$1\sim10\text{ mL}$
微量分析法	$0.1\sim10\text{ mg}$	$0.01\sim1\text{ mL}$
超微量分析法	$<0.1\text{ mg}$	$<0.01\text{ mL}$

在无机定性分析中,一般采用半微量分析法,而在经典的定量分析中,一般采用常量分析法。

根据被测组分的含量不同,又可粗略分为常量组分分析($>1\%$)、微量组分分析($0.01\%\sim1\%$)和痕量组分分析($<0.01\%$)。痕量组分分析取样量常常很大,有时可达 1 kg 以上。

五、例行分析和仲裁分析

根据分析工作的性质,还可分为例行分析和仲裁分析。在生产实践中,化验室日常的

分析称为例行分析。当不同单位对某一产品的质量有争议时,请权威部门对样品进行分析裁决,这种分析工作称为仲裁分析。

第三节 分析化学的发展概况

早在化学还没有成为一门独立的学科之前,分析检验的要求就已经被提出来。首先是生产的需要,人们为了烧制陶瓷器、玻璃,冶炼金属,就必须能识别各种矿物。另外,在人类同疾病作斗争的过程中,逐步利用了一些天然产物,也必须总结鉴别它们的经验。因此,在18世纪以前,人们在分析水、矿石等方面已经积累了许多知识。

滴定分析的产生可以追溯到17世纪末18世纪初,到18世纪中叶,开始较快地发展起来。这一时期,重量分析也开始出现,使分析化学进入定量分析时代。到19世纪30~40年代,重量分析已得到很好的发展,那时所用的分离、测定和操作技术至今仍被沿用。到19世纪中叶,滴定分析也已基本上具备了今天我们所用的各种形式。19世纪后半叶,发射光谱法、吸光光度分析相继问世。但直到19世纪末,由于缺乏理论研究,人们把分析工作只看做是一种技艺,目的仅在于提供有关物质组成的数据。

进入20世纪以来,由于现代科学技术的发展,相邻学科之间相互渗透,分析化学的发展经历了三次巨大变革。第一次是在20世纪初,物理化学溶液理论等相继建立,为分析化学提供了理论基础。研究了沉淀的生成、共沉淀现象、滴定曲线、指示剂作用原理和终点误差等问题。分析化学的理论逐步完善,已成为一门独立的学科。与此同时,创立了极谱分析技术和理论,色谱分离也进行了初步探索,这也可以认为是仪器分析的萌芽。第二次变革发生在20世纪40~60年代,一方面是国防和新兴科学领域等要求对试样的微量或痕量组分进行测定,即对分析灵敏度的要求越来越高,经典的重量分析和滴定分析已不能满足要求;另一方面,物理学和电子学的发展为分析化学提供了技术支持,使得分析化学发展成为一门以众多仪器分析(包括色谱分析、电化学分析、波谱分析、质谱分析、热分析、放射分析等)为主的现代分析化学。20世纪70年代末以来,计算机的普及给科学技术以巨大推动,分析化学正处在第三次大的变革时期。分析化学的内涵已有很大拓展,已不再局限于组成和含量测定方法和结构分析研究,还包括表面分析、微区分析、状态分析等各种化学信息。分析化学已不仅限于纯化学的范畴,而是把化学和数学、物理学、计算机科学、生物学紧密地结合起来,成为一门多学科性的综合科学。

21世纪还会有许多新的技术出现,它们将显著影响分析化学的未来。分析化学正面临着环境科学、材料科学、生命科学等许多学科的迫切需求,社会问题也会提出的新的更复杂的任务。在迎接这些挑战的同时,分析化学必将得到更大发展。

第四节 分析化学与医学检验和药物分析的关系

分析化学与生命科学关系极为密切。它对于揭示生命的起源、生命过程、疾病及遗传奥秘等方面具有重要意义。各种现代分析方法对于确定蛋白质、核糖核酸、酶、维生素、生物碱、神经传感物质、抗原抗体、激素和激素受体的组成、结构、生物活性等均起决定性作

用。许多医学研究的重大突破,都需要运用有效的分离技术和可靠的分析测试手段。20世纪80年代以来生命科学已发展到分子水平,分析化学与之结合也更加紧密。生物工程的许多新技术已进入实用阶段,对生物分析提出更高的要求,生物反应器的工作过程需要监控,生物工程产品要求无毒、保证质量,必须有科学的检验方法。人们已清楚很多蛋白质的一级结构,但对于二、三、四级结构知道的很少,只有分析化学家和生物学家密切合作,才能促进生物工程和生物制药的发展。

分析化学在医学检验工作中具有重要地位。很早以前,医疗工作是由医生单独进行的,靠听诊和触诊等方法了解病情,医学发展到今天,医学检验已在诊断、治疗和预后等方面变得越来越重要,已成为医疗中不可缺少的重要组成部分。在检验过程中常常使用分析化学的方法,对人体试样各组分进行分析,为诊断和治疗提供依据。患病时,体液及代谢产物组成可能发生变化,如糖尿病患者的尿和血液中的糖含量升高,痛风病患者尿中则有大量尿酸排出,肾炎患者尿中出现胆色素。因此分析检验这些物质就有助于这些疾病的诊断和治疗。分析的试样有全血、血浆、血清、尿、头发、指甲、脑脊液或粪便,常规测试项目有葡萄糖、尿素氮、蛋白质氮、尿酸、胆固醇、肌酐、钠、钾、钙、铜、锌、 $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ 和pH值。可以预期,随着医学的进步以及分析方法和技术的日益完善,常规测试项目还会不断增多。

制药工业和药学的蓬勃发展需要得到分析化学的有力支持。在药品生产中,为了提高质量和增加产量,必须对合成药品的原料及其中间体、成品的质量进行检验;在研究改进生产工艺时,也需要用定量分析来控制反应的程度、探索反应的条件。药典对每种药物的质量都作出了规定,主要内容有鉴别、检查和含量测定。鉴别就是对药物进行定性分析,判断其真伪;检查是利用半定量方法检查杂质的含量是否超过规定的限度;含量测定则是采用化学分析或仪器分析的方法,确定药物的有效成分是否符合所要求的含量标准。新药开发以及与药物相关的学科也需要分析化学提供必要的配合。例如,药物理化性质与结构的关系探索;药物分子与作用受体的关系;药物代谢情况和生物利用度;药物分析方法的筛选、标准的制定;中草药有效成分的分离、鉴定和测定等都离不开分析化学。此外,研究竞技体育中药物对体能的影响及兴奋剂检测,分析化学也是不可缺少的。

总之,因科学研究的需要,分析化学仍将在医药学中发挥着重要作用,临床分析的项目会不断增加,分析方法也会不断更新。我们应当认真学习分析化学的基本理论,做好实验,为以后的工作打好基础。

(祁玉成)