

FENXI HUAXUE



高职高专“十一五”规划教材

分析化学

符明淳 王霞 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

分 析 化 学

符明淳 王 霞 主 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是高职高专“十一五”规划教材之一。全书分为理论和实验两大部分。为适应职业教育需要,本书的理论部分增加了分离、富集、分析等方法,减少了“纯化学”的理论内容,降低了难度,增强了实用性。主要内容有:定性分析、误差与数据处理、滴定分析法、酸碱滴定法、氧化还原滴定法、配位滴定法、沉淀滴定法、重量分析法、吸光光度法、常用的分离富集方法、定量分析的一般步骤及复杂物质分析示例。为满足高职强调实验操作训练的要求,教材加大了实验部分内容,包括实验基础知识、常用基本仪器及操作和实验项目,各学校可根据实际情况选用实验项目。

本书主要适用于高职高专院校食品、轻工、农林、生物技术类专业,材料、环境等相关专业也可选用。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/符明淳,王霞主编. —北京:化学工业出版社, 2008.1

高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-01603-4

I. 分… II. ①符…②王… III. 分析化学-高等学校: 技术学院-教材 IV. 065

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 008589 号

责任编辑:李植峰 梁静丽
责任校对:周梦华

文字编辑:孙凤英
装帧设计:风行书装

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张17 字数420千字 2008年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:26.00 元

版权所有 违者必究

高职高专食品类“十一五”规划教材 建设委员会成员名单

主任委员	贡汉坤	逯家富					
副主任委员	杨宝进	朱维军	于雷	刘冬	徐忠传		
	丁立孝	李靖靖	程云燕	杨昌鹏			
委员	(按照姓氏汉语拼音排序)						
	边静玮	蔡晓雯	常锋	程云燕	丁立孝	贡汉坤	顾鹏程
	郝亚菊	郝育忠	贾怀峰	李崇高	李春迎	李慧东	李靖靖
	李伟华	李五聚	李霞	李正英	刘靖	刘冬	娄金华
	逯家富	陆旋	秦玉丽	沈泽智	石晓	王百木	王德静
	王方林	王文焕	王宇鸿	魏庆葆	翁连海	吴晓彤	徐忠传
	杨宝进	杨昌鹏	杨登想	于雷	臧凤军	张百胜	张海
	张奇志	张胜	赵金海	郑显义	朱维军	祝战斌	

高职高专食品类“十一五”规划教材 编审委员会成员名单

主任委员	莫慧平						
副主任委员	魏振枢	魏明奎	夏红	翟玮玮			
	赵晨霞	蔡健	蔡花真	徐亚杰			
委员	(按照姓氏汉语拼音排序)						
	艾苏龙	蔡花真	蔡健	陈红霞	陈月英	陈忠军	崔俊林
	符明淳	顾宗珠	郭晓昭	郭永	胡斌杰	胡永源	黄卫萍
	黄贤刚	金明琴	李春光	李翠华	李东风	李福泉	李秀娟
	李云捷	廖威	刘红梅	刘静	刘志丽	陆霞	孟宏昌
	莫慧平	农志荣	庞彩霞	邵伯进	宋卫江	随继学	陶令霞
	汪玉光	王立新	王丽琼	王卫红	王学民	王雪莲	魏明奎
	魏振枢	吴秋波	夏红	熊万斌	徐亚杰	严佩峰	杨国伟
	杨芝萍	余奇飞	袁仲	岳春	詹忠根	张德广	张海芳
	张红润	赵晨霞	赵晓华	周晓莉	朱成庆		

高职高专食品类“十一五”规划教材

建设单位

(按照汉语拼音排序)

北京电子科技职业学院
北京农业职业学院
滨州市技术学院
滨州职业学院
长春职业技术学院
常熟理工学院
重庆工贸职业技术学院
重庆三峡职业技术学院
东营职业技术学院
福建华南女子职业学院
福建宁德职业技术学院
广东农工商职业技术学院
广东轻工职业技术学院
广西农业职业技术学院
广西职业技术学院
广州城市职业学院
海南职业技术学院
河北交通职业技术学院
河南工贸职业技术学院
河南农业职业技术学院
河南濮阳职业技术学院
河南商业高等专科学校
河南质量工程职业学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江畜牧兽医职业学院
呼和浩特职业学院
湖北大学知行学院
湖北轻工职业技术学院
黄河水利职业技术学院
济宁职业技术学院

嘉兴职业技术学院
江苏财经职业技术学院
江苏农林职业技术学院
江苏食品职业技术学院
江苏畜牧兽医职业技术学院
江西工业贸易职业技术学院
焦作大学
荆楚理工学院
景德镇高等专科学校
开封大学
漯河医学高等专科学校
漯河职业技术学院
南阳理工学院
内江职业技术学院
内蒙古大学
内蒙古化工职业学院
内蒙古农业大学职业技术学院
内蒙古商贸职业技术学院
平顶山职业技术学院
日照职业技术学院
陕西宝鸡职业技术学院
商丘职业技术学院
深圳职业技术学院
沈阳师范大学
苏州农业职业技术学院
双汇实业集团有限责任公司
天津职业大学
武汉生物工程学院
襄樊职业技术学院
信阳农业高等专科学校

杨凌职业技术学院

永城职业学院

漳州职业技术学院

浙江经贸职业技术学院

郑州牧业工程高等专科学校

郑州轻工职业学院

中国神马集团

中州大学

《分析化学》编写人员

主 编 符明淳 (河南质量工程职业学院)
王 霞 (河南质量工程职业学院)
副主编 王花丽 (河南质量工程职业学院)
陶玉霞 (黑龙江畜牧兽医职业学院)
参编人员 (按姓氏笔画排序)

王 霞 (河南质量工程职业学院)
王花丽 (河南质量工程职业学院)
刘彦钊 (河南质量工程职业学院)
苏连民 (济宁职业技术学院)
顾晓玲 (河北交通职业技术学院)
席会平 (河南质量工程职业学院)
陶玉霞 (黑龙江畜牧兽医职业学院)
符明淳 (河南质量工程职业学院)
谢红涛 (河南质量工程职业学院)

序

作为高等教育发展中的一个类型,近年来我国的高职高专教育蓬勃发展,“十五”期间是其跨越式发展阶段,高职高专教育的规模空前壮大,专业建设、改革和发展思路进一步明晰,教育研究和教学实践都取得了丰硕成果。各级教育主管部门、高职高专院校以及各类出版社对高职高专教材建设给予了较大的支持和投入,出版了一些特色教材,但由于整个高职高专教育改革尚处于探索阶段,故而“十五”期间出版的一些教材难免存在一定程度的不足。课程改革和教材建设的相对滞后也导致目前的人才培养效果与市场需求之间还存在着一定的偏差。为适应高职高专教学的发展,在总结“十五”期间高职高专教学改革成果的基础上,组织编写一批突出高职高专教育特色,以培养适应行业需要的高级技能型人才为目标的高质量教材不仅十分必要,而且十分迫切。

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)中提出将重点建设好3000种左右国家规划教材,号召教师与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材。“十一五”期间,教育部将深化教学内容和课程体系改革、全面提高高等职业教育教学质量作为工作重点,从培养目标、专业改革与建设、人才培养模式、实训基地建设、教学团队建设、教学质量保障体系、领导管理规范化等多方面对高等职业教育提出新的要求。这对于教材建设既是机遇,又是挑战,每一个与高职高专教育相关的部门和个人都有责任、有义务为高职高专教材建设作出贡献。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”。依照教育部的部署和要求,2006年化学工业出版社在“教育部高等学校高职高专食品类专业教学指导委员会”的指导下,邀请开设食品类专业的60余家高职高专骨干院校和食品相关行业企业作为教材建设单位,共同研讨开发食品类高职高专“十一五”规划教材,成立了“高职高专食品类‘十一五’规划教材建设委员会”和“高职高专食品类‘十一五’规划教材编审委员会”,拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套食品类相关专业基础课、专业课及专业相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★食品类系列”。该批教材将涵盖各类高职高专院校的食品加工、食品营养与检测和食品生物技术等专业开设的课程,从而形成优化配套的高职高专教材体系。目前,该套教材的首批编写计划已顺利实施,首批60余本教材将于2008年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育理念;教材编写中突出了理论知识“必需”、“够用”、“管用”的原则;体现了以职业需求为导向的原则;坚持了以职业能力培养为主线的原则;体现了以常规技术为基础、关键技术为重点、先进技术为导向的与时俱进的原则。整套教材具有较好的系统性和规划性。此套教材汇集众多食品类高职高专院校教师的教学经验和教改成果,又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与,相信它的出版不仅能较好地满足高职高专食品类专业的教学需求,而且对促进高职高专课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推

动作用。希望每一位与高职高专食品类专业教育相关的教师和行业技术人员都能关注、参与此套教材的建设，并提出宝贵的意见和建议。毕竟，为高职高专食品类专业教育服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们应尽的责任和义务。

贡汉坤

2007年12月18日

前 言

分析化学是食品、化工、材料、环保、冶金和农业等质检类专业的重要专业基础课程。随着高职高专教育的迅猛发展和教育体制改革的深入,必然要求相关课程作相应的调整,而教材的编写是高职高专教学工作改革的重要组成部分。本书依据教育部有关高职高专教育基础课程教学的基本要求为原则,结合编者多年教学经验和教学改革实践的体会而编写,可作为相关专业的教材使用。

在编写中,力求突出实践能力的培养,强调理论知识的应用。对于基础理论以“应用”为目的,以“必需”、“够用”为度,省略不必要的推导过程,重在讲清概念,紧贴实际应用。文字叙述力求简洁、明晰。每章前有“学习目标”,供学生在学习中把握重点,章后附有习题及答案。全书由理论部分和实验部分组成,这给学生的使用提供了方便。内容安排上,以化学分析为主,考虑到定性分析在化学分析中的重要性和系统性,将其安排在第一章;由于仪器分析独立设置课程,本书只讲授在化学分析中应用极为普遍的分光光度法,将其安排在第九章;教材使用时,可根据实际情况,灵活掌握。本书适用80~100学时范围(含实验),其中,实验学时应占总学时的50%以上。

本书由符明淳(河南质量工程职业学院)编写绪论,理论部分的第六章,实验部分的第一、二章和第四章的实验十九~二十五,王霞、谢红涛(河南质量工程职业学院)合编理论部分第五、八章及附录,王花丽(河南质量工程职业学院)编写理论部分第三、四章,陶玉霞(黑龙江畜牧兽医职业学院)编写理论部分第九、十章,顾晓玲(河北交通职业技术学院)编写理论部分第一、十一章,苏连民(济宁职业技术学院)编写理论部分第二、七章,席会平(河南质量工程职业学院)编写实验部分第四章的实验一~十八,刘彦钊(河南质量工程职业学院)编写实验部分的第三章。全书由符明淳、王霞统稿。

在编写过程中,得到了编者所在院校领导的支持和关怀,在此表示感谢!同时也参考了大量的公开发行的教材、书刊,在此也向有关作者和出版社表示深切的感谢!

化学工业出版社为本书的编辑出版做了大量的工作,在此谨表示衷心的感谢!

限于编者的水平,恳切欢迎读者就书中不妥之处提出批评和意见,以使本书不断完善和提高。

编者

2007年10月

目 录

绪论	1	第二节 分析方法的分类	1
第一节 分析化学的任务和作用	1	第三节 分析化学的发展趋势	2

理论部分

第一章 化学定性分析	6	一、有效数字	31
第一节 概述	6	二、有效数字的运算规则	32
一、定性分析反应进行的条件	6	第三节 分析数据的处理	33
二、鉴定反应的灵敏度和选择性	7	一、可疑值的取舍	33
三、系统分析和分别分析	8	二、分析结果的置信概率和置信区间	34
四、空白实验和对照实验	8	习题	35
第二节 阳离子分析	9	第三章 滴定分析概述	36
一、常见阳离子的分组	9	第一节 滴定分析的过程和分类	36
二、第一组阳离子的分析	11	一、滴定分析的过程	36
三、第二组阳离子的分析	13	二、滴定分析的分类	36
四、第三组阳离子的分析	15	第二节 滴定分析法对化学反应的要求和	
五、第四组阳离子的分析	17	滴定方式	37
六、第五组阳离子的分析	18	一、滴定分析法对化学反应的要求	37
七、硫代乙酰胺简介	19	二、滴定方式	37
八、阳离子 I ~ V 组 H_2S 系统的分析		第三节 基准物质和标准溶液	38
简表	19	一、基准物质	38
第三节 阴离子分析	20	二、标准溶液浓度的表示方法	38
一、阴离子的特征	20	三、标准溶液的配制方法	40
二、阴离子分析试液的制备	20	第四节 滴定分析的误差	41
三、阴离子的初步检验	20	一、称量误差	41
四、阴离子的分别鉴定	21	二、读数误差	41
第四节 定性分析的一般步骤	23	三、终点误差	41
一、试样的外表观察与制样	24	第五节 滴定分析结果的计算	41
二、初步实验	24	一、被测组分的物质的量 n_A 与滴定剂的	
三、阳离子分析	25	物质的量 n_B 的关系	42
四、阴离子分析	25	二、被测组分质量分数的计算	42
五、分析结果的判断	26	三、滴定分析计算示例	42
习题	26	习题	44
第二章 分析化学中的误差和数据		第四章 酸碱滴定法	46
处理	27	第一节 酸碱平衡的理论基础	46
第一节 误差和偏差	27	一、酸碱质子理论	46
一、误差的分类	27	二、酸碱解离平衡	48
二、误差的表示方法	28	第二节 水溶液中酸碱组分不同型体的	
第二节 有效数字及其运算规则	31	分布	49

一、一元弱酸的分布	50	二、条件电极电位	79
二、二元弱酸的分布	51	三、氧化还原平衡常数及化学计量点 电位	79
三、三元弱酸的分布	51	四、影响氧化还原反应速率的因素	81
第三节 酸碱溶液 pH 值的计算	52	第二节 氧化还原滴定的原理	82
一、质子条件	52	一、氧化还原滴定曲线	82
二、酸碱溶液 pH 值的计算	53	二、氧化还原滴定终点的确定	84
第四节 缓冲溶液	55	第三节 氧化还原滴定前的预处理	85
一、缓冲溶液的概念及其组成	55	一、进行预先氧化或还原处理的必要性	85
二、缓冲溶液 pH 值的计算	56	二、对预氧化剂或还原剂的要求	86
三、缓冲容量及范围	56	三、预处理常用的氧化剂和还原剂	86
第五节 酸碱指示剂	57	第四节 高锰酸钾法及其应用实例	87
一、酸碱指示剂的作用原理	57	一、概述	87
二、指示剂的变色范围	57	二、KMnO ₄ 标准溶液的配制和标定	88
三、使用酸碱指示剂时应注意的问题	58	三、高锰酸钾法应用实例	88
四、混合指示剂	59	第五节 重铬酸钾法及其应用实例	90
第六节 一元酸碱的滴定	59	一、概述	90
一、强酸和强碱之间的滴定	59	二、重铬酸钾法应用实例	90
二、强碱滴定一元弱酸	62	第六节 碘量法及其应用实例	92
三、强酸滴定弱碱	64	一、概述	92
第七节 多元酸碱的滴定	64	二、碘量法标准溶液的制备	93
一、多元酸的滴定	64	三、碘量法应用实例	94
二、多元碱的滴定	65	第七节 其他氧化还原滴定法	96
第八节 酸碱标准溶液的配制和标定	66	一、溴酸钾法	96
一、酸标准溶液的配制和标定	66	二、硫酸铈法	97
二、碱标准溶液的配制和标定	67	第八节 氧化还原滴定法计算示例	98
第九节 酸碱滴定法的应用	67	习题	101
一、食用醋中总酸度的测定	67	第六章 配位滴定法	103
二、工业硼酸中硼酸含量的测定	67	第一节 配位滴定法概述	103
三、混合碱的分析	68	一、配位滴定法	103
四、工业氨水含量的测定	69	二、氨羧配位剂	104
五、铵盐中含氮量的测定	69	第二节 乙二胺四乙酸的性质及配合物	104
六、有机化合物中氮的测定——凯氏定 氮法	70	一、乙二胺四乙酸	104
七、硅酸盐中 SiO ₂ 的测定	70	二、EDTA 与金属离子的配合物	105
八、酯类的测定——皂化回滴法	70	第三节 配合物在水溶液中的平衡	106
九、醛、酮的测定	71	一、配合物的稳定常数	106
第十节 酸碱滴定法结果计算示例	71	二、副反应系数	107
第十一节 非水溶液中的酸碱滴定	73	三、条件稳定常数	109
一、溶剂的分类及其作用	73	第四节 配位滴定法原理	110
二、非水溶液滴定条件的选择	74	一、配位滴定曲线	110
三、非水滴定的应用	74	二、准确滴定金属离子的判别	112
习题	75	三、酸效应曲线	112
第五章 氧化还原滴定法	77	第五节 金属离子指示剂	113
第一节 氧化还原平衡	77	一、金属指示剂的变色原理	113
一、氧化还原电对和电极电位	77	二、金属指示剂应具备的条件	113

三、使用指示剂应注意的问题	114
第六节 提高配位滴定选择性的方法	115
一、控制酸度	115
二、利用掩蔽和解蔽	115
三、选用其他滴定剂	116
第七节 配位滴定方式及应用	117
一、滴定方式	117
二、EDTA 标准溶液的配制和标定	118
习题	118
第七章 沉淀滴定法	120
第一节 沉淀的溶解平衡	120
一、溶度积常数	120
二、沉淀的溶解度	121
三、影响沉淀溶解度的因素	122
四、沉淀的生成和溶解	124
第二节 沉淀滴定法	126
一、莫尔法	126
二、佛尔哈德法	127
三、法扬斯法	128
四、沉淀滴定法的应用实例	129
习题	130
第八章 重量分析法	132
第一节 重量分析法概述	132
一、重量分析法的分类	132
二、重量分析法的主要操作过程	133
三、重量分析对沉淀形式和称量形式的要求	133
第二节 沉淀剂的选择与用量	134
一、沉淀剂的选择	134
二、沉淀剂的用量	134
第三节 沉淀的形成与沉淀条件	135
一、沉淀的形成	135
二、晶型沉淀的沉淀条件	136
三、均相沉淀法	137
第四节 重量分析的操作技术	138
一、沉淀反应的完成	138
二、过滤和洗涤	138
三、烘干与灼烧	141
四、干燥器的使用	142
第五节 重量分析法应用实例	143
一、可溶性硫酸盐中硫的测定 (氯化钡沉淀法)	143
二、磷肥中磷含量的测定(磷钼酸喹啉 称量法)	143

三、钢铁中镍含量的测定	144
第六节 重量分析的误差及分析结果的 计算	144
一、重量分析中的误差来源	144
二、获得纯净沉淀的措施	145
三、重量分析结果的计算	146
习题	147
第九章 吸光光度法	149
第一节 概述	149
第二节 光学分析的基本知识	149
第三节 光的吸收定律	151
一、光的吸收定律	151
二、偏离光吸收定律的原因	152
第四节 显色反应及显色条件的选择	153
一、显色反应和显色剂	153
二、显色条件的选择	155
第五节 测量条件的选择	157
一、入射波长的选择	157
二、参比溶液的选择	157
三、吸光度测量范围的选择	158
第六节 吸光光度法及仪器	158
一、吸光光度法简介	158
二、光电比色计和分光光度计的主要 部件	159
三、721 型分光光度计的结构和使用 方法	161
第七节 吸光光度法的应用	162
一、定量分析	162
二、示差分光光度法	166
三、应用实例	166
习题	168
第十章 分析化学中常用的分离和 富集方法	170
第一节 概述	170
第二节 沉淀分离法	171
一、无机沉淀剂分离法	171
二、有机沉淀剂沉淀分离法	172
三、微量组分的分离和富集	172
第三节 萃取分离法	173
一、萃取分离法的基本原理	173
二、萃取的类型与条件	174
三、萃取分离的操作方法	175
第四节 离子交换分离法	176
一、离子交换树脂	176

二、离子交换平衡和选择性	177
三、离子交换分离法的方法	178
四、离子交换分离法的应用	178
第五节 色谱分离法	178
一、柱色谱法	178
二、纸色谱法	179
三、薄层色谱法	180
习题	182
第十一章 定量分析的一般步骤及复杂物质分析示例	183
第一节 试样的采集与制备	183
一、气体、液体样品的采集	183
二、固体样品的采集与制备	184
第二节 试样的分解	184

一、无机试样的分解	185
二、有机试样的分解	187
第三节 测定方法的选择	188
一、测定的具体要求	188
二、被测组分的含量	188
三、待测组分的性质	189
四、共存组分的影响	189
第四节 复杂物质的分析示例——硅酸盐的分析	189
一、试样的分解	189
二、 SiO_2 的测定	190
三、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 的测定	190
四、 CaO 、 MgO 的测定	191
习题	192

实验部分

第一章 实验课的目的及要求	194
一、实验课的目的	194
二、实验课的要求	194
三、实验课成绩考核	195
第二章 分析化学实验室基础知识	196
一、化学实验用水	196
二、化学试剂	197
三、溶液及其配制	197
四、玻璃仪器的洗涤	198
五、实验室安全	199
第三章 常用仪器及基本操作	201
一、分析实验常用仪器简介	201
二、常用仪器的操作	205
三、分析天平	206
第四章 分析化学实验项目	209
实验一 常用仪器的洗涤和干燥	209
实验二 第四组（钙组）阳离子的分析	210
实验三 阴离子的分别鉴定	212
实验四 分析天平的称量练习	215
实验五 容量仪器的校准	216
实验六 滴定分析基本操作练习	218
实验七 酸碱标准溶液的标定	220
实验八 食醋中总酸量的测定	221
实验九 混合碱的测定（双指示剂法）	222
实验十 水的总硬度的测定	223

实验十一 “胃舒平”药片中主要成分的定性鉴定及定量测定	225
实验十二 KMnO_4 标准溶液的配制和标定	227
实验十三 双氧水含量的测定	227
实验十四 褐铁矿中铁含量的测定	228
实验十五 I_2 和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制和标定	229
实验十六 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中铜含量的测定	230
实验十七 工业苯酚纯度的测定	231
实验十八 氯化钡中钡的测定	232
实验十九 高锰酸钾溶液最大吸收波长的测定	234
实验二十 邻菲罗啉分光光度法测定铁	234
实验二十一 钒-PAR- H_2O_2 三元配合物的分光光度法测定水中钒	237
实验二十二 分光光度法测定混合液中 Co^{2+} 和 Cr^{3+} 的含量	239
实验二十三 水电导率的测定	240
实验二十四 蛋壳中钙、镁含量的测定（设计实验）	241
实验二十五 茶叶中微量铁的测定（设计实验）	242

附录

附录一 弱酸和弱碱的解离常数	244
----------------------	-----

附录二 常用的缓冲溶液	245
-------------------	-----

附录三	常用基准物质的干燥条件和 应用	246	附录七	难溶化合物的溶度积常数 (298.15K)	252
附录四	金属配合物的稳定常数	246	附录八	国际相对原子质量表 (IUPAC 2001 年)	253
附录五	标准电极电位 (18~25℃)	248	附录九	一些化合物的相对分子质量	254
附录六	一些氧化还原电对的条件电极 电位	251			
参考文献		256			

绪 论

第一节 分析化学的任务和作用

分析化学是化学的一个重要分支,它是研究物质的组成、含量、结构和形态等化学信息的分析方法及有关理论的一门科学。通过采用各种分析方法和手段,得到完整的分析数据,可用于:

- ① 确定物质的组成——定性分析;
- ② 测量各组分的相对含量——定量分析;
- ③ 表征物质化学结构和形态——结构分析。

以上即为分析化学的任务。结构分析的任务是研究物质的分子结构或晶体结构,定性分析的任务是鉴定物质所含的组分,而定量分析的任务则是确定各组分的相对含量,其中定性和定量分析构成分析化学最基本的内容,也是本书的主要内容。通常物质所含的组分可以是元素、离子、官能团或化合物。

若待测试样的组分未知,则需先作定性分析,在此基础上,定量分析方法的选择和制定才能进行,当然,对于已知组分的样品,可直接进行定量分析。

分析化学在国民经济建设中应用广泛,具有重要的地位和作用。例如,在农业生产方面,土壤的性质、化肥、农药及作物生长过程的研究、农产品质量检验都要应用分析化学。在工业生产方面,能源开发、矿资源探测、工业原料的选择、工艺流程控制、半成品和成品的检验、新产品的试制以及环境保护监测等也都必须以分析结果为重要依据。在国防建设方面,如武器装备生产研制、原子能材料、航天技术等也经常需要分析化学的紧密配合。

分析化学在科学研究方面 also 具有重要的意义。早期化学的发展,分析化学起着关键作用,如质量守恒定律,就是在严格的定量分析基础上得出的结论,定比定律、原子论、分子论的创立、原子量的测定及周期律的建立等都与分析化学密不可分。现代化学学科的发展中,分析手段尤其重要,要求也越来越高,其他科学领域如生物学、医药学、考古学、天文学、矿物学、地质学、海洋学也广泛应用到分析化学。

分析化学是许多专业特别是化工、食品类专业的重要基础课,也是一门实践性很强的学科,通过本课程的学习,要求学生掌握分析化学的基本原理,树立准确“量”的概念,正确、熟练地掌握分析化学基本操作技能,自觉养成严谨的科学态度和良好的工作习惯。

第二节 分析方法的分类

根据分析对象、操作方法、测定原理和具体要求的不同,分析方法可分为许多种类。

1. 无机分析和有机分析

根据分析对象的不同,可将分析化学分为无机分析和有机分析。无机分析的对象为无机物,而有机分析的对象为有机物。对象不同,分析要求也有差异。由于无机物所含元素种类多,因此通常要求鉴定试样含有哪些组分,各组分的含量是多少?在有机分析中组成有机物

的元素虽为数很少，但结构很复杂，存在大量的同分异构现象，所以不仅要鉴定试样含有哪些元素，更重要的是进行官能团分析和结构分析。

2. 化学分析和仪器分析

以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法。此法历史悠久，是分析化学的基础，所以又称为经典化学分析。主要有称量分析法（重量分析）、滴定分析法（容量分析）。

以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法称为物理和物理化学法，由于这两类方法都需要较特殊的仪器，故一般又称为仪器分析法。仪器分析主要有光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析和放射化学分析法等，种类很多，而且新的分析方法不断出现。

3. 常量分析、半微量分析和微量分析

根据试样的用量多少，可将分析方法分为常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析。如表 1 所示。

表 1 根据试样的用量划分的分析方法

分析方法名称	常量分析	半微量分析	微量分析	超微量分析
固态试样质量	$>0.1\text{ g}$	$0.01\sim0.1\text{ g}$	$10^{-4}\sim10^{-2}\text{ g}$	$<10^{-4}\text{ g}$
液态试样体积	$>10\text{ mL}$	$1\sim10\text{ mL}$	$0.01\sim1\text{ mL}$	$<0.01\text{ mL}$

注意，此分类方法并非绝对。另外，也可以按被测组分含量范围划分：常量组分分析（ $>1\%$ ）、微量组分分析（ $1\%\sim0.01\%$ ）和痕量组分分析（ $<0.01\%$ ）。

4. 例行分析、快速分析和仲裁分析

例行分析是指一般化验室日常生产中的分析，又称常规分析。快速分析是例行分析的一种，主要用于生产过程控制。如炼钢厂炉前快速分析要求尽量短时间内报出结果，分析误差允许较大。裁判分析是指不同单位对分析结果有争论时，要求有关单位用指定的方法进行准确分析，又称“仲裁分析”，它要求较高的准确度。

第三节 分析化学的发展趋势

20 世纪以来，分析化学的发展经历了三次巨大的变革。第一次在 20 世纪初，物理化学的发展（溶液理论）为分析方法提供了理论基础，使分析化学从一门技术变成一门科学。第二次在第二次世界大战后，特点是仪器分析方法的大发展、物理学和电子学的发展促进了分析化学的发展。从 20 世纪 70 年代末以来，分析化学处于新的历史发展阶段，它面临着材料科学、环境科学、生命科学和生产实际提出的新的、复杂的任务和要求，于是就产生了以与数学、生物学和计算机等学科相结合为特征的第三次变革。

分析化学发展至今天，自动、快速、简便、准确的仪器分析技术相继出现，各种分析仪器的计算机化、智能化是分析化学发展的一个明显趋势，如生产控制分析的自动化，环境监测中的连续监测，半导体技术中原子级加工，地质勘探工作中获得的成千上万个数据，从非破坏性采样、分析、处理数据到传输结果报告，需要全自动化。不仅如此，分析化学不再限于测定组分含量，还要知道更多的如结构、价态、状态等信息。

多种分析仪器的结合联用将是分析化学发展的重要方向。没有一种仪器是万能的，对于任何分析都可以提供完整的数据。多种仪器联用，相互取长补短，一定程度上可以解决此问题。例如，气相色谱-质谱联仪既有气相色谱的高分离效能，又保持了质谱的高鉴别能力，