

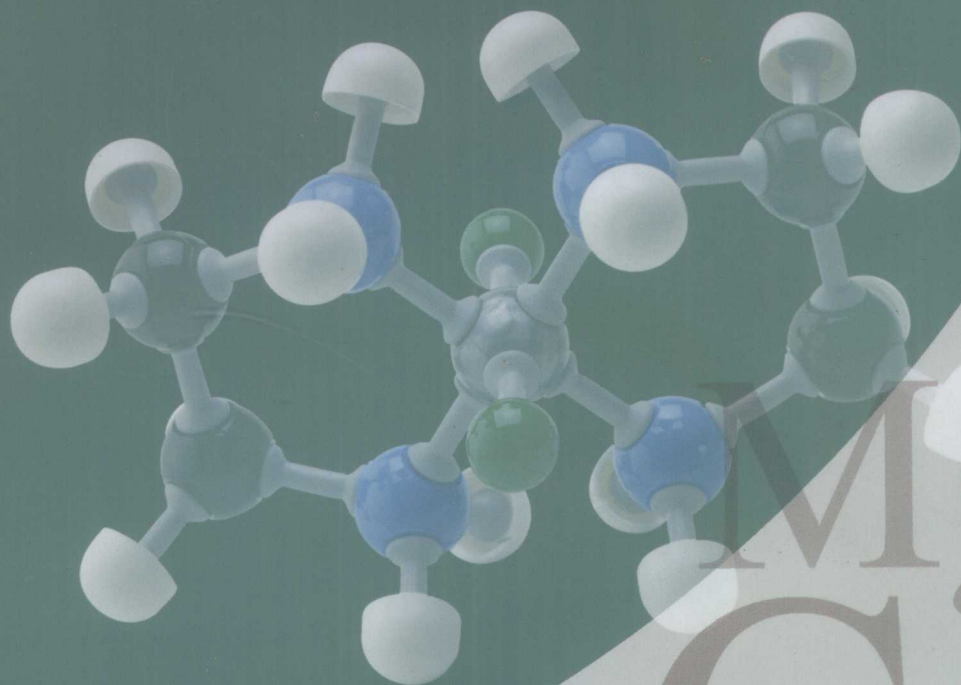


“十一五”化学类专业本科规划教材

FENXI HUAXUE

分析化学

路纯明 主编



河南科学技术出版社

江南大学图书馆



91366525

“十一五”化学类专业本科规划教材

分析化学

图书在版编目(CIP)数据

分析化学 / 路纯明主编. — 郑州: 河南科学技术出版社, 2009.8
(“十一五”化学类专业本科规划教材)
ISBN 978-7-234-04324-0

I. 分… II. 路… III. 分析化学—高等学校—教材 IV. 062
中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第097873号



出版发行: 河南科学技术出版社
地址: 郑州市经二路66号
邮编: 450003
电话: (0371) 62788613 62788612
网址: www.hnstp.cn
责任编辑: 董红
责任校对: 王瑞红
封面设计: 张 伟
版式设计: 张亚平
责任印制: 张 伟
印刷: 河南鑫鑫印务有限公司
开本: 787mm×1092mm
印张: 18
字数: 441千字
版次: 2009年8月第1版
印次: 2009年8月第1次印刷
定 价: 35.00元

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书为“十一五”化学类专业本科规划教材。全书共10章,包括绪论、分析化学中的数据处理、滴定分析、酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、重量分析法和沉淀滴定法、吸光光度法、分析化学中的分离与富集方法和定量分析的一般步骤。本书采用了国家法定计量单位,在基础理论和实际应用方面都有较丰富的内容。每章末附有思考题和习题及参考答案。

本书内容详实,重点突出,理论联系实际,可读性和实用性强,可作为高等院校本科化学相关专业学生使用,也可供其他有关专业师生及相关专业工作人员、自学者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/路纯明主编. —郑州:河南科学技术出版社, 2009. 8
(“十一五”化学类专业本科规划教材)
ISBN 978 - 7 - 5349 - 4254 - 9

I. 分… II. 路… III. 分析化学 - 高等学校 - 教材 IV. 065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 097677 号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮编:450002

电话:(0371) 65788613 65788629

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:范广红

责任编辑:赵振华

责任校对:王晓红

封面设计:张 伟

版式设计:栾亚平

责任印制:张艳芳

印 刷:河南鑫基印务有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:18 字数:441 千字

版 次:2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

定 价:32.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

《“十一五”化学类专业本科规划教材》

编审委员会名单

主 任	吴养洁	副 主 任	
副主任	王键吉 宋毛平 常俊标	屈凌波	
	王利亚	青 岛	
委 员	(以姓氏笔画排序)		
	王利亚	王国庆	王敏灿
	方少明	尹志刚	石秋芝
	吉保明	刘寿长	杜玲枝
	吴养洁	宋毛平	张继昌
	卓克垒	屈凌波	赵文献
	贾春晓	贾晓红	徐 琰
	徐翠莲	郭彦春	唐明生
	常俊标	常照荣	渠桂荣
	缪 娟	潘振良	路纯明

《分析化学》编写人员名单

青 岛

2009 年

前 言

为了更好地实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”，促进精品课程建设，河南科学技术出版社组织河南省高校专家、教师编写“十一五”化学类专业本科规划教材，《分析化学》是本套教材之一。

分析化学是研究物质的组成、含量、结构和形态的分析方法及理论的一门以多学科为基础的综合性的学科。分析化学获得的信息对于生命科学、食品安全、材料科学、环境科学、能源科学和突发事件的处理都是必不可少的，被称之为科学技术的眼睛。分析化学在国民经济的发展、国防力量的壮大、自然资源的开发及科学技术的进步等各个方面的作用是举足轻重的。

分析化学按原理分为化学分析和仪器分析两部分。化学分析是分析化学的基础，主要用于常量分析，大多数成分的分析都可以靠化学分析方法来完成；而仪器分析则代表了分析化学的方向，具有灵敏、快速、易于实现自动化等特点。本书主要讲述化学分析部分和仪器分析的吸光光度法。

本书的主要特点如下：

1. 编委均为省内本科院校骨干教师，根据多年教学经验，体现教改思想，针对教学中的重点、难点及学生接受情况进行编写，贴近学生实际需要，致力于打造精品教材。
 2. 编写中汲取和参考了国内外同类教材，注重各章间的共性和个性，重点突出，强调基本理论、基本知识与基本技能知识，同时各种分析方法的覆盖比较均匀。全书共 10 章，包括绪论、分析化学中的数据处理、滴定分析、酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、重量分析法和沉淀滴定法、吸光光度法、分析化学中的分离与富集方法和定量分析的一般步骤等。
 3. 本书语言精练，文字流畅，系统性强。
 4. 重视“量”的概念，强调理论联系实际。定量是分析化学的核心之一，学以致用是目的，全书自始至终贯穿了定量为主、注重应用的理念。
 5. 本书配套《分析化学习题详解》，其内容与本教材紧密配合。
- 书中各章末附有思考题与习题，并给出习题的参考答案。

参加本书编写的有河南工业大学路纯明（第 1 章、第 2 章和第 5 章），安阳工学院茹宗玲（第 3 章和第 4 章 1、2 节），河南工业大学展海军（第 4 章 3~8 节），河南理工大学阳虹（第 6 章），河南城建学院苏箐（第 7 章和附录），河南城建学院李银峰（第 8 章），河南理工大学李英杰（第 9 章和第 10 章），全书由主编负责通读整理。

各章教学时数由各校根据具体情况安排。

由于编者水平所限，书中可能存在错误和问题。恳请读者、同行和同学不吝批评指正。

编者

2009年4月

前 言

同，对本书提出批评，对本书中存在的问题提出批评，对本书中存在的问题提出批评，对本书中存在的问题提出批评。

一、本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

本书编写本书《分析化学》

目 录

1 绪论	(1)	2.3.1 有效数字	(20)
1.1 分析化学的任务和作用	(1)	2.3.2 数字修约规则	(21)
1.2 分析方法的分类	(2)	2.3.3 有效数字的运算规则	(21)
1.2.1 无机分析和有机分析	(2)	2.4 标准曲线的回归分析	(22)
1.2.2 常量分析、半微量分析、微量分析和痕量分析	(2)	2.4.1 一元线性回归方程	(22)
1.2.3 常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析	(3)	2.4.2 相关系数	(23)
1.2.4 化学分析和仪器分析	(3)	3 滴定分析	(28)
1.2.5 例行分析和仲裁分析	(3)	3.1 滴定分析概述	(28)
1.3 分析化学的发展趋势	(3)	3.1.1 过程特点和术语	(28)
2 分析化学中的数据处理	(6)	3.1.2 滴定分析对化学反应的要求和滴定方式	(28)
2.1 定量分析中的误差	(6)	3.2 滴定分析方法的分类与滴定反应的条件	(29)
2.1.1 准确度和精密度	(6)	3.2.1 滴定分析方法的分类	(29)
2.1.2 误差的分类及减免	(9)	3.2.2 滴定反应的条件	(30)
2.1.3 偶然误差的正态分布	(11)	3.3 标准溶液	(30)
2.1.4 少量数据的统计处理(t 分布曲线)	(12)	3.3.1 标准溶液和基准物质	(30)
2.2 分析结果的数据处理	(15)	3.3.2 标准溶液的配制	(31)
2.2.1 可疑值的取舍	(15)	3.4 标准溶液浓度表示方法	(32)
2.2.2 显著性检验	(17)	3.4.1 物质的量浓度	(32)
2.3 有效数字及其运算规则	(20)	3.4.2 滴定度	(33)
		3.5 溶液的活度	(33)
		3.5.1 活度的引入	(33)
		3.5.2 活度与活度系数	(33)

3.5.3	离子强度·····	(34)	原理·····	(64)
3.6	滴定分析结果的计算·····	(34)	4.4.2	指示剂的变色范围·····
3.6.1	被测组分的物质的量 n_A 与滴定剂的物质的量 n_B 的关系·····	(34)	4.4.3	影响指示剂变色范围的因素·····
3.6.2	物质的量浓度 c 与滴定度 T 之间的关系·····	(36)	4.4.4	混合指示剂·····
3.6.3	被测组分质量分数的计算·····	(36)	4.5	酸碱滴定基本原理·····
3.6.4	滴定分析计算示例·····	(37)	4.5.1	强酸碱的滴定·····
4	酸碱滴定法·····	(44)	4.5.2	一元弱酸(弱碱)的滴定·····
4.1	酸碱平衡的理论基础·····	(44)	4.5.3	多元酸、混合酸和多元碱的滴定·····
4.1.1	酸碱质子理论·····	(44)	4.6	终点误差·····
4.1.2	酸碱离解平衡·····	(46)	4.7	酸碱滴定法的应用·····
4.2	分布系数和分布曲线·····	(48)	4.7.1	极弱酸(碱)的测定·····
4.2.1	一元酸溶液·····	(48)	4.7.2	混合碱的测定·····
4.2.2	二元酸溶液·····	(49)	4.7.3	铵盐中含氮量的测定·····
4.2.3	三元酸溶液·····	(50)	4.7.4	凯氏定氮法·····
4.2.4	大于三元酸的多元酸溶液·····	(51)	4.7.5	氟硅酸钾法测定硅·····
4.3	酸碱溶液 pH 值的计算·····	(52)	4.7.6	磷的测定·····
4.3.1	酸的浓度和酸度·····	(52)	4.8	酸碱滴定法滴定结果计算示例·····
4.3.2	质子平衡方程·····	(52)	5	配位滴定法·····
4.3.3	强酸强碱溶液 pH 值的计算·····	(53)	5.1	概述·····
4.3.4	一元弱酸(碱)溶液 pH 值的计算·····	(54)	5.2	EDTA 与金属离子的配合物及其稳定性·····
4.3.5	多元弱酸(碱)溶液 pH 值的计算·····	(55)	5.2.1	概况·····
4.3.6	两性物质溶液 pH 值的计算·····	(57)	5.2.2	EDTA 金属配合物·····
4.3.7	混合酸(碱)溶液 pH 值的计算·····	(59)	5.3	副反应系数与条件稳定常数·····
4.3.8	酸碱缓冲溶液·····	(60)	5.3.1	配位剂 Y 的副反应系数·····
4.4	酸碱指示剂·····	(64)	5.3.2	金属离子的副反应系数·····
4.4.1	指示剂的作用		5.3.3	配合物的副反应

5.3.3 条件稳定常数	(97)	6.1.2 条件电极电位	(125)
5.3.4 条件稳定常数	(98)	定义	(125)
5.3.5 配位滴定中的适宜	(99)	6.1.3 影响条件电极电位	(126)
酸度	(99)	因素	(126)
5.4 滴定曲线	(100)	6.2 氧化还原反应进行的	(129)
5.4.1 滴定过程中 pM' 的	(101)	程度	(129)
计算	(101)	6.2.1 氧化还原反应的平	(129)
5.4.2 影响滴定突跃范围	(103)	衡常数	(129)
的主要因素	(103)	6.2.2 化学计量点时	(130)
5.5 金属指示剂	(104)	反应进行的完全	(130)
5.5.1 金属指示剂的性质	(105)	程度	(130)
和作用原理	(105)	6.3 氧化还原反应的速度与	(131)
5.5.2 金属指示剂应具备	(105)	影响反应速度的因素	(131)
的条件	(105)	6.3.1 氧化还原反应的	(131)
5.5.3 指示剂的封闭与	(105)	速度	(131)
僵化	(105)	6.3.2 影响氧化还原反应	(132)
5.5.4 常用金属指示剂	(106)	速度的因素	(132)
及金属指示剂的选择	(106)	6.4 氧化还原滴定曲线及终点	(133)
5.5.5 终点误差	(110)	的确定	(133)
5.6 混合离子的分别滴定	(111)	6.4.1 氧化还原滴定	(133)
5.6.1 混合离子的选择	(111)	曲线	(133)
滴定	(111)	6.4.2 氧化还原滴定中的	(137)
5.6.2 共存离子存在下的	(111)	指示剂	(137)
分别滴定条件与酸	(111)	6.5 氧化还原滴定法中的预	(139)
度控制	(111)	处理	(139)
5.6.3 利用掩蔽剂解除	(114)	6.5.1 预氧化和预	(139)
干扰	(114)	还原	(139)
5.6.4 用其他配位剂	(117)	6.5.2 有机物的除去	(140)
滴定	(117)	6.6 高锰酸钾法	(141)
5.7 配位滴定的方式和	(118)	6.6.1 概述	(141)
应用	(118)	6.6.2 测定方法	(141)
5.7.1 直接滴定法	(118)	6.6.3 优缺点	(142)
5.7.2 返滴定法	(118)	6.6.4 高锰酸钾标准溶液	(142)
5.7.3 间接滴定法	(119)	的配制和标定	(142)
5.7.4 置换滴定法	(119)	6.6.5 高锰酸钾法应用	(143)
6 氧化还原滴定法	(124)	实例	(143)
6.1 条件电极电位	(124)	6.7 重铬酸钾法	(144)
6.1.1 能斯特方程式	(124)	6.7.1 概述	(144)
		6.7.2 重铬酸钾法应用	(144)

实例	(144)	纯度的因素	(166)
6.8 碘量法	(145)	7.4.1 共沉淀	(166)
6.8.1 概述	(145)	7.4.2 后沉淀	(168)
6.8.2 硫代硫酸钠标准 溶液的配制和 标定	(146)	7.4.3 获得纯净沉淀的 措施	(168)
6.8.3 碘标准溶液的配制 和标定	(147)	7.5 沉淀的类型与沉淀的 条件	(169)
6.8.4 碘量法应用 实例	(148)	7.5.1 沉淀的类型	(169)
6.9 其他氧化还原滴定法	(149)	7.5.2 沉淀的形成 过程	(169)
6.9.1 硫酸铈法	(149)	7.5.3 沉淀条件的 选择	(170)
6.9.2 溴酸钾法	(150)	7.6 重量分析的计算和应用 示例	(172)
6.9.3 亚硝酸钠-亚砷 酸钠法	(151)	7.6.1 重量分析结果的 计算	(172)
6.10 计算氧化还原滴定的 结果	(151)	7.6.2 应用示例	(174)
7 重量分析法和沉淀滴定法	(159)	7.7 沉淀滴定法概述	(175)
7.1 重量分析概述	(159)	7.7.1 银量法的基本 原理	(175)
7.1.1 重量分析法的 分类	(159)	7.7.2 银量法的滴定 方法	(177)
7.1.2 重量分析法的 特点	(160)	7.7.3 银量法的标准溶液 和基准物质	(180)
7.2 重量分析对沉淀形式和 称量形式的要求	(160)	7.7.4 银量法的应用	(181)
7.2.1 沉淀形式和称量 形式	(160)	7.7.5 其他的沉淀 滴定法	(181)
7.2.2 对沉淀形式的 要求	(160)	7.8 滴定分析小结	(182)
7.2.3 对称量形式的 要求	(161)	7.8.1 四种滴定分析方法 及其共同点	(182)
7.2.4 沉淀剂的选择	(161)	7.8.2 四种滴定分析方法 的不同点	(183)
7.3 沉淀的溶解度与影响沉 淀溶解度的因素	(161)	8 吸光光度法	(188)
7.3.1 溶解度、固有溶解 度和溶度积	(162)	8.1 吸光光度法原理	(188)
7.3.2 影响沉淀溶解度的 因素	(163)	8.1.1 吸光光度法 概述	(188)
7.4 沉淀的形成和影响沉淀 形成的因素	(163)	8.1.2 光的基本性质	(189)
		8.1.3 物质对光的选择性 吸收	(190)

8.2 光吸收基本定律	(192)	8.6.7 配合物组成及	
8.2.1 朗伯-比尔定律	(192)	其稳定常数的测定	(218)
8.2.2 偏离比尔定律的原因	(194)	9 分析化学中的分离与富集方法	(224)
8.3 比色法和分光光度法及分光光度计	(196)	9.1 沉淀分离法	(224)
8.3.1 比色法	(196)	9.1.1 无机沉淀剂沉淀分离法	(225)
8.3.2 分光光度法	(197)	9.1.2 有机沉淀剂沉淀分离法	(227)
8.3.3 光度计的组成	(197)	9.1.3 共沉淀分离法	(228)
8.3.4 光度计类型	(200)	9.2 溶剂萃取分离法	(229)
8.4 显色反应及其显色条件的选择	(202)	9.2.1 术语简介	(229)
8.4.1 显色反应的选择	(202)	9.2.2 萃取体系分类和萃取条件的选择	(231)
8.4.2 显色条件的选择	(203)	9.3 层析分离法	(233)
8.4.3 显色剂	(206)	9.3.1 纸层析法	(233)
8.4.4 多元配合物	(207)	9.3.2 薄层层析法	(234)
8.5 吸光度测量条件的选择	(208)	9.4 离子交换分离法	(235)
8.5.1 入射光波长条件的选择	(209)	9.4.1 离子交换树脂	(235)
8.5.2 参比溶液的选择	(209)	9.4.2 离子交换树脂分离法在分析化学中的应用	(237)
8.5.3 吸光度读数范围的选择	(210)	9.4.3 离子交换层析法	(237)
8.5.4 标准曲线的绘制	(211)	9.5 其他分离技术简介	(237)
8.6 吸光光度法的应用	(211)	9.5.1 挥发和蒸馏分离法	(237)
8.6.1 单一组分的测定	(211)	9.5.2 液膜萃取法	(238)
8.6.2 示差分光光度法	(212)	9.5.3 微波萃取分离法	(239)
8.6.3 双波长吸光光度法	(213)	10 定量分析的一般步骤	(242)
8.6.4 多组分分析	(215)	10.1 试样的采集和制备	(242)
8.6.5 光度滴定法	(217)	10.1.1 组成分布比较均匀的试样的采集和制备	(242)
8.6.6 酸碱离解常数测定	(217)	10.1.2 组成分布不均匀的试样的采集和制备	(243)

10.1.3 湿存水的处理	(244)	附录3 常用的缓冲溶液	(257)
10.2 试样的分解	(245)	附录4 金属配合物的稳定常数	(260)
10.2.1 分解试样的常用方法	(245)	附录5 金属离子与氨羧配位剂形成的配合物的稳定常数($\lg K_{MY}$)	(262)
10.2.2 有机物的分解	(248)	附录6 一些金属离子的 $\lg a_{M(OH)}$ 值	(263)
10.2.3 试样分解方法的选择	(249)	附录7 金属指示剂的 $\lg a_{In(H)}$ 值和理论变色点的 pM_{ep} 值	(263)
10.3 测定方法的选择	(249)	附录8 标准电极电位(18 ~ 25 °C)	(264)
10.4 分析质量的保证和评价	(250)	附录9 条件电极电位 $\varphi^{\ominus}$	(266)
10.4.1 分析质量的保证	(250)	附录10 难溶化合物的溶度积常数 K_{sp} (18 °C)	(268)
10.4.2 分析质量的控制	(251)	附录11 国际相对原子质量表(1999年)	(269)
附录	(254)	附录12 一些化合物的相对分子质量	(271)
附录1 弱酸和弱碱的离解常数	(254)	参考文献	(274)
附录2 常用的酸溶液和碱溶液的相对密度和浓度	(255)		

1 绪论

1.1 分析化学的任务和作用

分析化学 (analytical chemistry) 是化学学科的一个重要组成部分, 是最早发展起来的化学分支学科, 它起源于人类的生产实践, 在早期化学发展中一直处于前沿和主要地位, 被称为“现代化学之母”。分析化学是研究物质化学组成、含量、结构的分析方法及有关理论的一门学科。随着科学技术的发展, 分析化学的内涵和外延在不断地深入和扩展, 分析化学逐渐从一门技术上升为一门科学, 又被称为分析科学。

在诺贝尔物理、化学奖中, 有四分之一的项目与分析化学有关。2002 年的三位诺贝尔化学奖得主全都是分析化学家。这也是诺贝尔奖历史上第一次把化学奖授予自称为分析化学家的学者。

分析化学主要分为定性分析 (qualitative analysis)、定量分析 (quantitative analysis) 和结构分析 (structure analysis) 三个部分。定性分析的任务是鉴定物质由哪些元素、原子团或化合物所组成, 对有机物还需要确定其官能团及分子结构; 定量分析的任务是测定物质中各有关组分的相对含量; 结构分析的任务是研究物质的分子结构、晶体结构或综合形态。

分析化学与物理学、生命科学、信息科学、材料科学、环境科学、能源科学和地球与空间科学等都有密切的联系, 是和它们相互交叉与渗透的中心科学。任何科学领域的研究, 只要涉及化学现象, 都需要把分析化学作为一种工具科学地运用到研究工作中去, 并对其研究和发展具有重要作用, 如历史上一些定理定律的制定、学说的创立、物质基本量的测定、物质组成的测定等。在现代化学研究中, 分析化学发挥着极其重要的作用。在生命科学和生物工程领域, 在分子水平上对生物生长、代谢过程的监测、观测和控制, 对生命起源、生命化学过程的本质研究, 利用生物传感技术和生物芯片进行实时、原位和活体分析研究; 在环境科学中, 环境污染物的监测与分析, 污染物质的产生和输送, 环境治理对策等; 在材料科学和航天科学中超微量分析和超纯物质的分析对高性能特种材料至关重要。实际上, 在矿物学、地质学、材料科学、能源科学、环境科学、考古学、海洋科学、生物学及遗传工程、医学等许多学科的深入研究上都需要分析化学提供大量的信息并依赖于分析手段的提高和分析方法的发展。

分析化学在国民经济建设中具有重要的地位和作用。工业上, 资源的勘探开发、原材料的分析选择、工艺流程的控制、产品检验和质量控制、海洋调查、环境检测和“三废”

的处理；农业上，土壤的普查、化肥和农业的生产、农作物成分分析、农产品质量检验和农药残留检验；在国防和公安战线，武器装备和原子能材料的生产研制、火箭和卫星的研制、高能燃料的研制、化学毒剂的检查、生化武器的预防、毒品毒物及痕迹物的检验；其他如进出口商品的检验，食品和药品的检验、反恐、重大疾病和突发公共卫生事件的处理都需要充分发挥分析化学的作用。

分析化学是高等学校化学、应用化学、材料科学、生命科学、生物学、环境科学、医学、药学、农学等专业的主干基础课，是培养各类专业工程技术人才的整体知识结构的重要组成部分。通过本课程的学习，学生可以掌握分析化学的基本理论、基础知识和实验方法，培养学生实事求是的科学态度和严谨、细致的工作作风，初步掌握科学研究的技能并提高从事科学研究综合素质与创新能力，为后继课程的学习和参加社会实践打下良好基础。

分析化学在促进经济繁荣、科技进步和社会发展中有着极其重要的地位和作用，是进行科学研究的基础，被称为“科学技术的眼睛”。

1.2 分析方法的分类

分析化学的应用领域非常广泛，采用的方法也多种多样。除上述按任务分为定性分析、定量分析和结构分析外，还可按分析对象、样品用量和测定原理等的不同，划分为不同的分析方法。

1.2.1 无机分析和有机分析

根据分析对象的化学属性可分为无机分析（inorganic analysis）和有机分析（organic analysis）两类。无机分析的对象是无机物，即对无机物样品进行定性和定量分析，有时也作晶体结构的测定。

有机分析的对象是有机物，即对有机物样品进行定性和定量分析，除元素分析外还需进行官能团分析与结构分析以及某些物理常数的测定。针对不同的分析对象，还可以进一步分类，如材料分析、环境分析、药物分析、生物分析、食品分析、水质分析、毒物分析、冶金分析和地质分析等。

1.2.2 常量分析、半微量分析、微量分析和痕量分析

根据分析过程中所用试样量的不同，分析方法又分为常量分析（meso）、半微量分析（semi micro）、微量分析（micro）和痕量分析（ultra micro），如表 1.1 所示。

表 1.1 按试样用量分类的分析方法

方法名称	试样用量/g	试液用量/mL
常量分析	>0.1	>10
半微量分析	0.01~0.1	1~10
微量分析	0.0001~0.01	0.01~1
痕量分析	<0.0001	<0.01

1.2.3 常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析

根据被测组分在样品中的相对含量可将分析方法分为常量组分 (major) 分析、微量组分 (micro) 分析、痕量组分 (trace) 分析和超痕量组分 (ultra trace) 分析, 如表 1.2 所示。

表 1.2 按被测组分中的相对含量分类的分析方法

方法名称	相对含量/%
常量组分分析	> 1
微量组分分析	$0.01 \sim 1$
痕量组分分析	< 0.01
超痕量组分分析	< 0.0001

1.2.4 化学分析和仪器分析

根据分析方法的测定原理, 分析方法可分为化学分析 (chemical analysis) 和仪器分析 (instrumental analysis)。

以物质的化学反应及其计量关系为基础的分析方法称为化学分析法, 化学分析是分析化学的基础, 主要有滴定分析法 (titrimetry) 和重量分析法 (gravimetry)。

通过滴定对被测组分含量进行测定的方法称为滴定分析法; 通过称量物质的质量进行被测组分含量测定的方法称为重量分析法。

以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法称为物理分析法 (physical analysis) 和物理化学分析法 (physicochemical analysis), 因为这类方法通常通过测量物质的物理或物理化学参数来进行, 需要一些特殊的仪器, 故常称为仪器分析法。仪器分析法主要包括光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析法和核磁共振法等。

化学分析法和仪器分析法是分析化学的两大支柱, 化学分析是分析化学的基础, 仪器分析代表了分析化学的发展方向, 两者唇齿相依, 相辅相成, 相得益彰。

1.2.5 例行分析和仲裁分析

根据分析工作的作用与性质, 将分析方法分为例行分析 (routine analysis) 和仲裁分析 (arbitral analysis)。

例行分析是指一般化验室在日常生产中对原材料、中间产品和最终产品质量进行的分析, 又叫常规分析。为了控制生产, 要求短时间内报出结果的例行分析, 称为快速分析。快速分析一般对误差要求不严格。

仲裁分析是指当不同单位对某一产品质量分析结果有争议时, 由权威的分析测试部门用公认的标准方法进行准确的分析, 以裁决原分析结果的准确与否, 也可用于确认质量事故及其责任者。显然, 仲裁分析的结果具有较高的准确性和法律责任。

1.3 分析化学的发展与趋势

翻开科学发展史, 无机定性分析一度是化学科学的前沿, 对元素的发现、地质矿产资

源的勘探起了重要作用；定量分析对相对原子质量的测定，对一些化学基本定律的确定，如定比定律、倍比定律等，对工农业生产作出了巨大的贡献，在 20 世纪初成为一门独立的学科。

一般认为，分析化学学科的发展经历了三次重大的变革。

第一个重要阶段在 20 世纪二三十年代，利用当时物理化学中的溶液化学平衡理论、动力学理论，如沉淀的生成和共沉淀现象，指示剂作用原理，滴定曲线和终点误差，催化反应和诱导反应，缓冲作用原理等大大地丰富了分析化学的内容，建立了溶液中四大平衡理论，并使分析化学由一门技术发展为一门学科向前迈进了一步。

第二个重要阶段发生在 20 世纪 40 年代及以后几十年间，由于物理学、电子学的发展，原子能技术发展，半导体技术的兴起，要求分析化学能提供各种灵敏、准确而快速的分析方法，在新形势推动下，分析化学得到了迅速发展。最显著的特点是各种仪器分析方法和分离技术的广泛应用，改变了经典分析化学以化学分析为主的局面。

第三个重要阶段发生在 20 世纪 70 年代及以后，以计算机应用为主要标志的信息时代的到来，促使分析化学进入第三次变革时期。由于生命科学、环境科学、新材料科学发展的需要，基础理论及测试手段的完善，现代分析化学完全可能为各种物质提供组成、含量、结构、分布、形态等全面的信息，使得微区分析、薄层分析、无损分析、瞬时追踪、在线 (on line)、实时 (real time) 甚至是活体内 (in vivo) 原位监测及过程控制等过去的难题都迎刃而解。分析化学广泛吸取了当代科学技术的最新成就，成为当代最富活力的学科之一。

随着现代科学技术的不断发展，许多新技术不断渗透到分析化学中，一些新兴学科对分析化学的要求也越来越高，日益增多的新的分析方法和分析仪器，使分析的灵敏度和测定速度大大提高，分析化学进入了新的蓬勃发展阶段，向着“准（确）、快（速）、灵（敏）、自（动）、经（济）”方向发展。分析化学将主要在化学、生物、医学、药物、食品、环境、能源、材料、安全和反恐等前沿领域解决更多、更新、更复杂的课题，分析化学将在促进经济繁荣、科技进步和社会发展中发挥更大的作用。

分析化学是一门化学相关专业的重要基础课，是以定量为主、注重应用、重视实验的一门课程。通过本课程的学习，要求把无机化学的理论应用到分析化学中来，掌握分析化学的基本原理和测定方法，正确运用“量”的概念，明确分析化学的基本过程和方法。最重要的是要树立准确的“量”的概念，加强实验训练，着重培养严格认真、实事求是的科学态度、观察分析和判断问题的能力、精密细致进行实验的技能，提高综合素质和解决有关分析化学中实际问题的能力。

本章小结

本章主要介绍了三个方面内容：

- (1) 分析化学的定义、任务和作用；
- (2) 分析方法的分类；
- (3) 分析化学的发展与趋势及学习分析化学的重要性。

【思考题】

1. 什么是分析化学？它的任务是什么？