



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

分析化学 (上册)

(第三版)

主 编 胡育筑 孙毓庆
副主编 黄庆华 邱细敏



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

分析化学(上册)

(第三版)

主 编	胡育筑	孙毓庆
副主编	黄庆华	邱细敏

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为分析化学立体化系列教材之一。

本书分为上、下两册,上册为化学定量分析部分,下册为仪器分析部分。上册共9章,包括绪论、误差与分析数据处理、重量分析法、滴定分析概论、酸碱滴定法、络合滴定法、沉淀滴定法、氧化还原滴定法及取样与样品预处理方法;下册共16章,包括绪论、电位分析法和永停滴定法、光谱分析法概论、紫外-可见分光光度法、分子发光分析法、红外分光光度法、核磁共振波谱法、质谱法、综合光谱解析、原子吸收分光光度法、色谱分析法概论、气相色谱法、高效液相色谱法、平面色谱法、毛细管电泳法及色谱联用技术。

本书内容全面、系统、新颖,符合学生的认识规律,并能满足分析化学各教学环节及不同层次的需求。

本书配套教学资源有《分析化学习题集》、《分析化学实验》、《分析化学简明教程》、《仪器分析选论》及《分析化学多媒体教学软件》等,其内容与《分析化学》密切相关,可按需选用。

本书可作为高等学校药学、化学及化工等专业的本科生教材,也可供相关专业教学和科研人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学.上/胡育筑,孙毓庆主编. —3版. —北京:科学出版社,2011
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-032245-6

I. ①分… II. ①胡… ②孙… 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(2011)第 176942 号

责任编辑:赵晓霞 / 责任校对:朱光兰
责任印制:张克忠 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年9月第 二 版 印张:12 1/4

2011年6月第 三 版 字数:307 000

2011年6月第十六次印刷 印数:46 751—49 750

定价:26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《分析化学》(上册)

编 委 会

主 编 胡育筑 孙毓庆

副主编 黄庆华 邱细敏

编 委(按姓氏汉语拼音排序)

杜迎翔(中国药科大学)

郭怀忠(河北大学)

胡育筑(中国药科大学)

黄庆华(广东药学院)

李星全(哈尔滨医科大学)

邱细敏(湖南师范大学)

孙毓庆(沈阳药科大学)

严拯宇(中国药科大学)

第三版前言

普通高等教育“十五”与“十一五”国家级规划教材《分析化学》第一版和第二版,近年来在高校分析化学教学中被广泛使用,共印刷 15 次,印数达 43 000 余册,取得了良好的使用效果。《分析化学》(第三版)是在《分析化学》第一版与第二版的基础上,由中国药科大学、沈阳药科大学、第二军医大学、广东药学院、河北医科大学、湖南师范大学、贵州医学院、吉林大学、烟台大学、河北大学、哈尔滨医科大学、福州中医学院等 22 所院校的同仁,根据两版教材的使用情况,结合各校的教学实践,深入讨论,取众校之长、补原教材之短,以与时俱进为原则,适当增加新内容,削支强干、改正错误等修订而成。

为了便于教学和适应一些院校将仪器分析单列为一门课程的需求,《分析化学》(第三版)分为上、下两册出版,上册为化学定量分析部分,下册为仪器分析部分。与第二版教材相比,化学定量分析部分增加了“取样与样品预处理方法”一章;仪器分析部分将“荧光分析法”及“经典液相色谱法”分别更名为“分子发光分析法”及“平面色谱法”。在“分子发光分析法”中,增加了化学发光分析法的内容;在“平面色谱法”中删去原经典柱色谱部分,充实了薄层色谱法的内容。此外,在核磁共振波谱法中还增加了核磁共振碳谱及核磁共振二维谱简介等内容。在章节顺序上也有所调整:一是将“原子吸收分光光度法”调整至各分子吸收光谱法及“综合光谱解析”之后,以适应光谱法的分类;二是根据与色谱理论的相关程度,将“平面色谱法”移至“气相色谱法”及“高效液相色谱法”之后。

在修订过程中,编者认真贯彻教育必须为现代化建设服务、为培养目标服务的原则,以提高教材质量为目标;强调“三基”(基本内容、基本理论与基本技能)和“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性与适用性);减轻学生负担,把教材分为“掌握、熟悉与了解”三个层次,并向生命科学倾斜。

修订后,上册化学定量分析部分包括绪论、误差和分析数据处理、化学定量分析法等 5 章及取样与样品预处理方法等,共 9 章;下册仪器分析部分包括电化学分析法、光学分析法等 8 章、色谱分析法等 5 章、色谱联用技术及绪论等,共 16 章。

本书上册由胡育筑、孙毓庆任主编,黄庆华、邱细敏任副主编;下册由孙毓庆、胡育筑任主编,杜迎翔、蒋晔任副主编。18 位编委通力合作完成编修任务。在编修过程中得到科学出版社、烟台大学、中国药科大学、沈阳药科大学以及原教材编委们的大力支持,一并致谢。

《分析化学》为立体化系列教材,由《分析化学》、《分析化学简明教程》、《分析化学习题集》、《分析化学实验》、《仪器分析选论》及《分析化学多媒体教学软件》组成。《分析化学习题集》与《分析化学实验》是为配合《分析化学》的教学需要而编写的。《仪器分析选论》可作为本科生高年级选修课或研究生课程的教材。《分析化学简明教程》供少学时或大专层次的教学使用。《分析化学多媒体教学软件》包含教材各章的教学课件(主要供教师授课用)、习题与题解、学生自我测试及阅读资料,用于配合《分析化学》、《分析化学简明教程》及《分析化学习题集》的教学与自学用。

本书可作为高等学校药学、化学及化工等专业本科分析化学教学使用,也可作为相关专业的教学参考书。

书中不妥与疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011年5月

第二版前言

普通高等教育“十一五”国家级规划教材《分析化学》为分析化学立体化系列教材之一。分析化学立体化系列教材由《分析化学》、《仪器分析选论》、《分析化学简明教程》、《分析化学习题集》、《分析化学实验》及《分析化学多媒体教学软件》等构成。本书是在《分析化学》(第一版)(科学出版社,2003)及《分析化学》(第四版)(人民卫生出版社,1999)的基础上,改正错误、削枝强干、拾遗补缺,修订而成。

近年来,分析化学飞速发展,新方法层出不穷。虽然本书配套教材《仪器分析选论》基本包括了与复杂体系分析、化学结构分析及生命科学研究相关的新方法、新技术,但考虑分析化学教材的先进性、适用性和完整性,因而在《分析化学》(第一版)(科学出版社,2003)的基础上修订时,增加了原子吸收分光光度法、毛细管电泳法、综合光谱解析法及色谱联用技术四章。为了便于教学及学生学习,在每章结尾增加了本章小结(含基本要求、基本概念、主要计算公式、难点与要点)。

修订后,《分析化学》(第二版)共22章,包含绪论、误差和分析数据处理(计2章),第一篇化学定量分析(计5章)及第二篇仪器分析(计15章)。

本书由孙毓庆(主编)、胡育筑(主编)、吴玉田(副主编)、李章万(副主编)、郑斯成、赵怀清、严拯宇、杜迎翔、黄庆华及孙璐等同志共同编写而成。编写过程中得到沈阳药科大学、中国药科大学及科学出版社的大力支持,在此一并致谢。

本书主要供高等学校药学、化学及化工等专业本科分析化学基础课教学使用,也可作为相关专业的教学参考书。

《分析化学习题集》、《分析化学实验》及《分析化学多媒体教学软件》是为配合《分析化学》教材的教学需要而编写的。《仪器分析选论》可用作选修课或研究生教材。

书中的错误与不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006年5月

第一版前言

“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”《分析化学》为系列教材,配套有《仪器分析选论》、《分析化学简明教程》、《分析化学习题集》、《分析化学实验》及《分析化学多媒体教学软件》等教学参考书及电子课件。本书是在《分析化学》(第四版)的基础上,重新修订而成。

自《分析化学》(第三版)及《分析化学》(第四版)出版以来,10 年上、下册共印刷十余万册。两次修订和 10 年的教学实践说明,该书已取得了较好的效果。《分析化学》(第三版),1996 年获“卫生部全国优秀教材二等奖”、“国家医药管理局优秀图书三等奖”;《分析化学》(第四版)与《分析化学习题集》,获“教育部 2002 年全国普通高等学校优秀教材二等奖”。

根据分析化学的发展、教学改革和扩大本教材使用范围的需要,遵循国家教委 1991 年颁发的《全国普通高等学校药学专业(四年制)〈分析化学〉课程基本要求》的精神,并参考普通化学专业的教学要求,修订本教材。

在修订中,本教材认真贯彻了“教育必须为现代化建设服务”;“为培养目标服务,以提高教材质量为目标”;强调“三基”(基本内容、基本理论与基本技能)、“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性与适用性);减轻学生过重负担和把教材分为“掌握、熟悉与了解”三个层次及向生命科学倾斜等原则。

遵循上述原则,我们将第四版教材的内容重新安排,分为三篇。本书含第一、二两篇,为基础分析化学的内容,包括《分析化学》(第四版)上、下册的化学定量分析及仪器分析的基本内容,并在原有基础上对章节安排和主要内容做了一定的改动。第三篇为仪器分析选论,面向已学完基础分析化学的学生,重点介绍分析化学学科前沿领域的新技术和新方法,以及某些院校或专业涉及的一些分析方法,以使本教材能适用于不同专业、不同院校的本科教学及选修课教学的需要,和学有余力学生的自学需要。第三篇将作为《分析化学》系列教材的一册单独出版。

近年来,分析化学飞速发展,新方法层出不穷,考虑本教材是“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”,应具有一定的先进性和较广泛的适用性,因此《仪器分析选论》主要刊载了一些与复杂体系分析、化学结构分析及生命科学研究相关的常用新方法、新技术,包括:计算分光光度法、近红外分光光度法、拉曼光谱法、碳核磁共振波谱法、综合光谱解析法、液相色谱溶剂系统优化法、毛细管电泳法、微流控芯片分析系统、免疫分析及色谱联用技术等,还包括一些在本书未涉及的常用仪器分析方法(如伏安法、毛细管气相色谱法、热分析法、X 射线衍射分析法、流动注射分析法、原子吸收分光光度法等)及复杂物质的分离分析技术等。

修订后,新版《分析化学》共含 18 章。第一篇为化学定量分析法,共 7 章(含绪论、误差和分析数据处理);第二篇为仪器分析法,共 11 章。

本书由孙毓庆(主编)、胡育筑(副主编)、李章万(副主编)、吴玉田、郑斯成、赵怀清、杜迎翔等同志共同编写而成。在编写中得到沈阳药科大学、中国药科大学及科学出版社的刘俊来、杨向萍等诸多同志的大力支持,一并致谢。

本书主要供高等院校药学、化学、化工等专业的本科教学使用,可作为分析化学基础课教材。

《分析化学习题集》、《分析化学实验》及《分析化学多媒体教学软件》是为配合《分析化学》

教材的教学需要而编写,有关这些书籍的编写内容将在各书中介绍。

书中的错误与不当之处,恳请读者批评指正。

孙毓庆

2003年5月

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 分析化学的任务与作用	1
1.2 分析化学方法的分类	1
1.2.1 定性分析、定量分析与结构分析	1
1.2.2 无机分析与有机分析	2
1.2.3 化学分析与仪器分析	2
1.2.4 常量、半微量、微量与超微量分析	2
1.2.5 例行分析与仲裁分析	3
1.3 分析化学的起源和发展	3
1.3.1 分析化学的起源和发展	3
1.3.2 现代分析化学的发展趋势	3
1.4 分析测试的过程	4
1.4.1 分析测试的基本步骤	4
1.4.2 分析结果的表示	4
1.4.3 分析方法的验证	5
1.5 分析化学文献	5
1.5.1 教材和专著	5
1.5.2 丛书和手册	6
1.5.3 分析化学核心刊物	6
1.5.4 常用化学搜索引擎	7
思考题	7
第 2 章 误差和分析数据处理	8
2.1 概述	8
2.2 分析化学中的测量误差	8
2.2.1 误差与准确度	8
2.2.2 偏差与精密度	9
2.2.3 准确度和精密度的关系	11
2.2.4 系统误差和偶然误差	11
2.2.5 误差的传递	12
2.3 有效数字及其运算规则	14
2.3.1 有效数字	14
2.3.2 数字修约规则	15

2.3.3 运算规则	15
2.4 实验误差的分布和置信区间	16
2.4.1 正态分布和 t 分布	16
2.4.2 平均值的精密度和置信区间	20
2.5 分析数据的显著性检验	21
2.5.1 显著性差别检验	21
2.5.2 可疑数据的取舍	24
2.6 回归与相关简介	26
2.6.1 回归分析	26
2.6.2 相关系数	26
2.7 分析过程的质量保证	26
2.7.1 提高分析结果准确度的方法	26
2.7.2 分析结果的处理	28
2.7.3 分析方法的质量保证	28
本章小结	30
思考题	31
习题	32
第3章 重量分析法	34
3.1 概述	34
3.2 对沉淀的要求与结果计算	34
3.2.1 沉淀形式和称量形式	34
3.2.2 对沉淀形式和称量形式的要求	34
3.2.3 称量形式和结果计算	35
3.3 沉淀重量法	36
3.3.1 沉淀形态和沉淀的形成	36
3.3.2 沉淀的完全程度及其影响因素	37
3.3.3 影响沉淀纯度的因素	41
3.3.4 进行沉淀的条件	42
3.3.5 沉淀的过滤和干燥	43
3.4 挥发重量法	43
3.4.1 直接挥发法	44
3.4.2 间接挥发法	44
3.5 萃取重量法	45
3.6 应用与示例	47
本章小结	47
思考题	48
习题	48
第4章 滴定分析法概论	49
4.1 概述	49
4.1.1 滴定分析法及有关术语	49

4.1.2 滴定方式	49
4.2 标准溶液	50
4.2.1 标准溶液与基准物质	50
4.2.2 标准溶液浓度的表示方法	51
4.2.3 滴定度	52
4.3 滴定分析的计算	52
4.3.1 滴定分析计算的依据	52
4.3.2 滴定分析计算实例	54
4.4 滴定分析中的化学平衡	55
4.4.1 分布系数和副反应系数	55
4.4.2 电荷平衡和质量平衡	56
4.4.3 化学平衡的系统处理方法	57
本章小结	57
思考题	58
习题	59
第5章 酸碱滴定法	60
5.1 概述	60
5.2 水溶液中的酸碱平衡	60
5.2.1 质子论的酸碱概念	60
5.2.2 溶液中酸碱组分的分布	62
5.2.3 酸碱溶液的 pH 计算	64
5.3 酸碱指示剂	68
5.3.1 指示剂的变色原理	68
5.3.2 指示剂的变色范围	69
5.3.3 影响指示剂变色范围的因素	71
5.3.4 混合指示剂	71
5.4 酸碱滴定法的基本原理	72
5.4.1 强酸(强碱)的滴定	72
5.4.2 一元弱酸(碱)的滴定	74
5.4.3 多元酸(碱)的滴定	77
5.5 滴定终点误差	79
5.5.1 强酸(碱)的滴定终点误差	79
5.5.2 弱酸(碱)的滴定终点误差	80
5.6 应用与示例	81
5.6.1 酸碱标准溶液的配制与标定	81
5.6.2 应用与示例	81
5.7 非水溶液中的酸碱滴定	82
5.7.1 基本原理	83
5.7.2 碱的滴定	88
5.7.3 酸的滴定	90

本章小结	91
思考题	93
习题	94
第6章 络合滴定法	97
6.1 概述	97
6.2 基本原理	97
6.2.1 EDTA 络合物的稳定常数	97
6.2.2 副反应系数	98
6.2.3 条件稳定常数	101
6.2.4 络合滴定曲线及相关计算	102
6.2.5 金属指示剂	103
6.2.6 滴定终点误差及其影响因素	105
6.3 滴定条件的选择	106
6.3.1 酸度的选择	106
6.3.2 提高络合滴定选择性的方法	107
6.4 应用与示例	109
6.4.1 标准溶液的配制和标定	109
6.4.2 滴定方式及其应用	109
本章小结	111
思考题	113
习题	113
第7章 沉淀滴定法	114
7.1 概述	114
7.2 银量法	114
7.2.1 基本原理	114
7.2.2 指示终点的方法	116
7.2.3 应用与示例	121
本章小结	121
思考题	122
习题	122
第8章 氧化还原滴定法	124
8.1 概述	124
8.2 氧化还原平衡	124
8.2.1 电极电位方程式	124
8.2.2 条件电极电位	125
8.2.3 影响条件电极电位的因素	125
8.2.4 氧化还原反应的进行程度	128
8.2.5 氧化还原反应的速率	130
8.3 氧化还原滴定	131
8.3.1 滴定曲线	131

8.3.2 指示剂	133
8.3.3 滴定前的预处理	135
8.4 碘量法	135
8.4.1 基本原理	135
8.4.2 标准溶液的配制与标定	136
8.4.3 指示剂	137
8.4.4 应用与示例	137
8.5 高锰酸钾法	139
8.5.1 基本原理	139
8.5.2 标准溶液的配制与标定	139
8.5.3 指示剂	140
8.5.4 应用与示例	140
8.6 溴酸钾法及溴量法	140
8.6.1 基本原理	140
8.6.2 标准溶液的配制与标定	141
8.6.3 指示剂	141
8.6.4 应用与示例	141
8.7 其他氧化还原滴定法	142
8.7.1 铈量法	142
8.7.2 重铬酸钾法	142
8.7.3 亚硝酸钠法	142
8.7.4 高碘酸钾法	143
本章小结	144
思考题	145
习题	145
第9章 取样与样品预处理方法	147
9.1 取样	147
9.1.1 取样的定义和原则	147
9.1.2 取样的方法	147
9.1.3 样品的保存	148
9.2 经典样品预处理方法	148
9.2.1 分离技术	148
9.2.2 降解法	150
9.2.3 样品浓缩技术	151
9.3 现代样品预处理技术	151
9.3.1 固相萃取技术	151
9.3.2 液相萃取技术	152
9.3.3 超临界流体萃取法	153
9.3.4 膜分离技术	153
9.3.5 样品预处理技术发展趋势	153

本章小结	154
思考题	154
习题参考答案	155
主要参考文献	158
附录	159
附录 I 中华人民共和国法定计量单位	159
附录 II 分析化学中常用的物理化学常数及物理量	160
附录 III 国际相对原子质量表	161
附录 IV 常用相对分子质量表	162
附录 V 酸、碱在水中的离解常数	164
附录 VI 常用标准缓冲溶液的 pH(0~60℃)	167
附录 VII 络合滴定有关常数	167
附录 VIII 标准电极电位及条件电位表	170
附录 IX 难溶化合物的溶度积(K_{sp})	174
符号表	176

第1章 绪 论

1.1 分析化学的任务与作用

分析化学(analytical chemistry)是研究物质化学组成和结构信息的科学。分析化学的任务主要是鉴定物质的化学组成、测定物质有关组分的含量及确定物质的化学结构。

分析化学采用化学、物理学、数学、计算机科学及生命科学的理论、技术和手段,测量、分析数据,从中获得有关物质的组成、结构和性质的信息,以揭示物质世界的真相,在自然科学史上曾经推动了化学学科的发展。任何一位化学家或者药学家,无论是要合成一种新化合物,还是研究一个化学反应的机理,或者是研究一种药物的药效和毒性,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,都把分析化学的技术和手段作为必不可少的工具。通俗地说,分析化学是测量物质的组成和结构的学科,它回答样品里“有什么”(定性分析)和“有多少”(定量分析)的问题。

分析化学对于其他自然科学学科、工农业生产以及人类活动,如生物学、工程学、医学、公共健康、环境分析以及国土安全和食品安全等,都起着至关重要的作用,被誉为国民经济和科学技术发展的“眼睛”。分析化学对化学、生命科学、材料科学、环境科学和能源科学的发展的贡献是毋庸置疑的。

关注人类的健康水平和用药安全是全人类的事业。药品作为一种特殊商品,其质量直接影响用药的效果和安全,关系到国民的生命安全和健康水平。因而各国政府对药品的研究开发、生产、储存、运输和使用都有严格的法律法规和管理体制,并通过颁布和实行国家药典(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。

分析化学是药学各专业重要的专业基础课,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学科必不可少的专业基础。分析化学课程的学习要求学生不仅能系统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,而且能够较全面地提高学习能力和综合素质,为后续专业课的学习打下良好的基础。

1.2 分析化学方法的分类

分析化学方法可以按照分析任务、分析对象及分析样品实验的用量与待测成分含量的不同等进行分类。

1.2.1 定性分析、定量分析与结构分析

按照分析任务,分析化学分为定性分析(qualitative analysis)、定量分析(quantitative analysis)及结构分析(structural analysis)。定性分析的任务是鉴定试样的元素、离子、基团以及化合物的组成;定量分析的任务是测定物质中有关成分的含量;结构分析的任务是研究物质分子或晶体的结构。

1.2.2 无机分析与有机分析

按照分析对象,分析化学分为无机分析和有机分析。无机分析的对象是无机物,要求鉴定试样的化学组成及各组分的含量,分属于无机定性分析及无机定量分析。有机分析的对象是有机物,包括测定元素组成、进行官能团分析及结构分析。

1.2.3 化学分析与仪器分析

以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法。根据化学反应的现象和特征,鉴定物质的化学组成的方法称为化学定性分析法;根据化学反应中试样和试剂的用量,测定物质组成中各组分含量的方法称为化学定量分析法。化学分析法仪器简单,结果准确,应用范围广泛,是分析化学的基础,又称为经典分析法。

以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法需要使用电子仪器,称为仪器分析法(instrumental analysis)。仪器分析法根据其原理又可分为电化学分析、光谱分析、质谱分析、色谱分析等。仪器分析中,根据被测物质的某种物理性质(如电流强度、电压、折射率、旋光度及光谱特征等)与组分的关系,不经化学反应直接进行定性或定量分析的方法称为物理分析法(physical analysis),如旋光分析及光谱分析。根据被测物质通过化学反应产生的某种物理性质与组分之间的关系,进行定性或定量分析的方法称为物理化学分析法(physic-chemical analysis),如电化学分析法及比色分析法。仪器分析方法具有灵敏、快速、适应性强、应用范围广的特点,是分析化学发展的重点和前沿。对于生命科学、环境科学等领域的复杂样品的分析,仪器分析技术具有明显的优势,已有取代化学分析的趋势。但化学分析是仪器分析的基础之一,在药品检验等常规分析中仍然被广泛使用,二者互为补充,都具有重要的应用价值。

1.2.4 常量、半微量、微量与超微量分析

根据分析过程中试样的取样量,即固体样品的试样质量或液体样品的试液体积,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。各种分析方法所需试样量列于表1-1。

表 1-1 各种分析方法所需试样量

方 法	试样质量/mg	试液体积/mL
常量分析	>100	>10
半微量分析	10~100	1~10
微量分析	1~10	0.01~1
超微量分析	<1	<0.01

在化学分析中,一般采用常量分析法或半微量分析法。进行微量分析及超微量分析时,大多需要采用仪器分析方法。

根据试样中被测组分的含量,又可将分析方法粗略地分为常量组分(>1%)分析、微量组分(0.01%~1%)分析及痕量组分(<0.01%)分析。应注意被测组分的含量和取样量属于不同的概念,不能混淆。因而,微量组分分析不一定是微量分析,常量组分分析可采用常量分析方法,也可能使用半微量或微量分析方法。