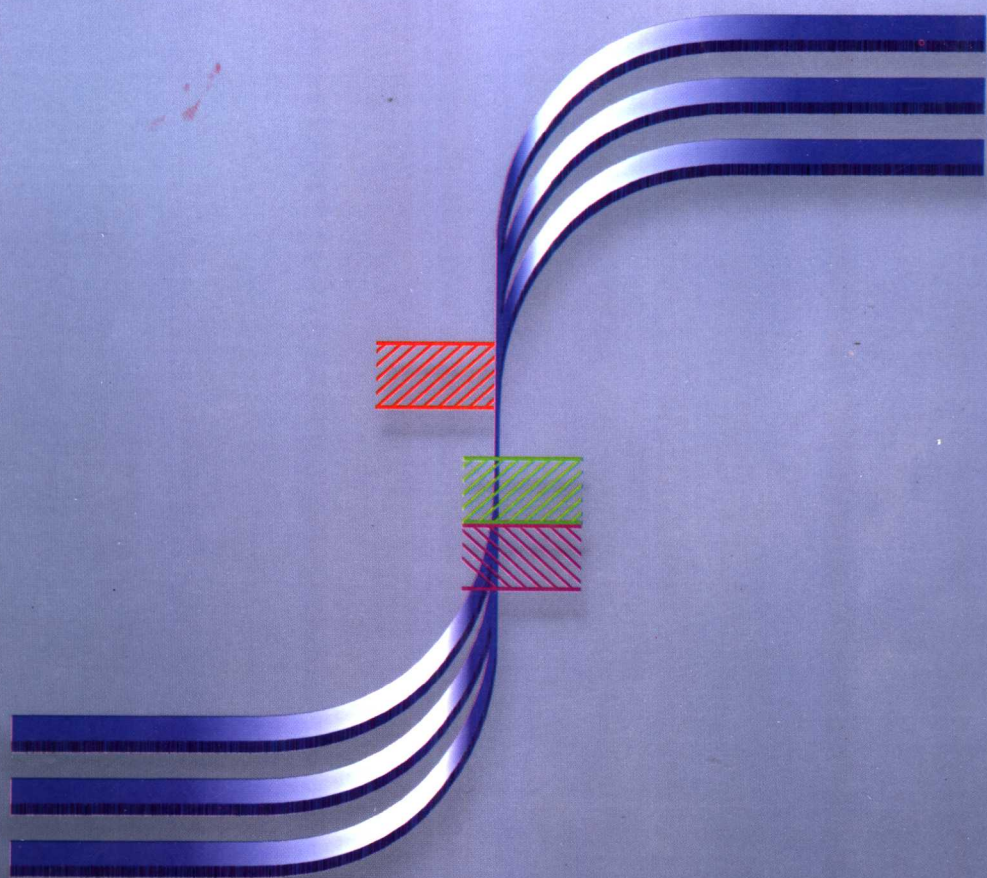


定量分析化学

◎胡传训 主编



四川大学出版社

定量分析化学

主 编	胡传训		
副主编	方绮军	吴明君	
编 委	陈华萍	蒋 礼	江文世
	方绮军	吴明君	胡传训
主 审	王祖泽		

四川大学出版社

责任编辑 周树琴 刘预知
责任校对 李晓琴
封面设计 石 征
责任印制 曹 琳

图书在版编目(CIP)数据

定量分析化学/胡传训主编. —2版. —成都:四川
大学出版社,2002.8
ISBN 7-5614-2452-3

I. 定... II. 胡... III. 定量分析—高等学校—教
材 IV.0655

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062629 号

书名 定量分析化学

主 编 胡传训
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
印 刷 郫县犀浦印刷厂
发 行 四川大学出版社
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 14.75
字 数 331 千字
版 次 2002 年 8 月第 1 版
印 次 2002 年 8 月第 1 次印刷
印 数 0 001~3 800 册
定 价 23.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电 话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回印刷厂调换。

版权所有◆侵权必究

前 言

《定量分析化学》是高等农林院校各专业的一门重要的基础课教材。为了给学生打好通识教育的基础，发展学生的个性和特长，培育学生的潜能，特编写本教材。

本教材由西南片区部分高等农林院校富有多年教学经验的分析化学教师编写而成。其特点是简明扼要地介绍分析化学的基本原理和基本知识，建立准确的“量”的概念，培养学生掌握分析化学的基本技能，培养和提高学生分析问题和解决问题的能力，为后续课程的学习和科学研究打下基础。在编写过程中，编者注意了概念准确、清楚，避免了繁琐的推证和计算，内容简明扼要，深度适当，重点突出。该教材可作为高等农林院校生物类各专业的基础课教材和教学参考书，也可作为其他非生物类专业的分析化学自学用书。

该书由四川农业大学、云南农业大学、四川畜牧兽医学院、西昌农业专科学校共同编写。其中，胡传训编写第三、五、十一、十二章，吴明君编写第一、六章，陈华萍编写第四、七、八章，方绮军编写第二章，江文世、吴明君编写第九章，蒋礼编写第十章。胡传训、吴明君、陈华萍对全书进行了反复的研究和修改，并在该书的出版过程中做了大量的文字校对工作。

四川农业大学王祖泽教授对全书进行了审阅并提出了宝贵意见；四川农业大学教务处资助本书出版；该书在编写过程中，得到四川农业大学基础部和无机及分析化学教研室的大力支持。在此，一并表示衷心的感谢。

由于时间短促，编者水平有限，书中会有不少缺点和不尽人意之处，恳望读者予以批评指正。

编 者

2002年6月

目 录

第一章 绪言	(1)
第一节 分析化学的任务和作用	(1)
第二节 分析化学的分类	(2)
一、定性分析、结构分析和定量分析	(2)
二、无机分析和有机分析	(2)
三、主成分、微量成分和痕量成分分析	(2)
四、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析	(3)
五、例行分析和裁判分析	(3)
六、化学分析和仪器分析	(3)
第三节 学习定量分析的注意事项	(5)
一、学习好定量分析的基本原理	(5)
二、掌握定量分析实验的基本技能	(5)
三、遵守分析化学实验室的规章制度	(5)
第二章 误差和数据处理	(6)
第一节 误差的基本概念	(6)
一、真值、平均值和总体平均值	(6)
二、准确度与误差	(7)
三、精密度与偏差	(8)
四、误差的分类	(12)
五、准确度和精密度的关系	(14)
六、置信区间和不确定度	(15)
第二节 提高分析结果准确度的方法	(17)
一、选择合适的分析方法	(18)
二、减小分析过程的误差	(18)
第三节 误差的传递及计算结果的误差	(20)
一、误差的传递	(20)
二、误差传递在定量分析中的应用	(21)
第四节 分析结果的处理和数据的评价	(23)
一、有效数字	(23)
二、数据的评价	(26)
三、分析结果的表示	(30)
第五节 一元线性回归分析	(30)
一、一元线性回归方程	(31)
二、相关系数	(32)
习题	(33)
第三章 定量分析概述	(35)

第一节 滴定分析的过程及特点	(35)
一、滴定分析的过程	(35)
二、标准溶液、滴定、化学计量点、滴定终点、终点误差	(35)
三、滴定分析的特点	(35)
第二节 滴定分析的方法及对滴定反应的要求	(35)
一、滴定分析的方法	(35)
二、滴定分析对滴定反应的要求	(36)
三、滴定方式	(36)
第三节 标准溶液及滴定分析的计算	(37)
一、标准溶液浓度的表示方法	(37)
二、标准溶液的配制	(38)
三、滴定分析的计算	(39)
习题	(42)
第四章 重量分析法	(43)
第一节 概述	(43)
一、沉淀重量法的分析过程	(43)
二、对沉淀形式和称量形式的要求	(43)
三、沉淀剂的选择	(44)
四、计量关系与分析结果的计算	(45)
第二节 沉淀反应进行的程度与影响因素	(46)
一、溶度积与沉淀反应进行的程度	(46)
二、副反应系数与条件溶度积常数	(47)
三、影响沉淀溶解度的因素	(48)
第三节 沉淀的形成和沉淀条件	(50)
一、沉淀的形成	(50)
二、沉淀条件	(51)
三、影响沉淀纯净的因素	(52)
第四节 沉淀的处理	(54)
一、沉淀的分离	(54)
二、沉淀的洗涤	(55)
三、沉淀的干燥、灼烧和称量	(55)
第五节 重量分析法应用实例	(56)
一、土壤中 SO_4^{2-} 含量的测定	(56)
二、肥料中磷含量的测定	(56)
习题	(57)
第五章 酸碱滴定法	(58)
第一节 酸碱质子理论	(58)
一、酸碱定义和共轭酸碱对	(58)

二、酸碱反应	(59)
三、水的质子自递反应	(59)
四、共轭酸碱对中 K_a 和 K_b 的关系	(59)
第二节 弱酸(碱)溶液中各型体的分布	(60)
一、分析浓度、平衡浓度、酸度	(60)
二、酸碱溶液中各种型体的分布	(60)
第三节 酸碱溶液中氢离子浓度的计算	(63)
一、酸碱平衡体系中的两个等衡式	(63)
二、酸(碱)溶液中酸度的计算	(64)
第四节 酸碱指示剂	(69)
一、酸碱指示剂的变色原理	(69)
二、指示剂的变色点、变色范围	(69)
三、影响酸碱指示剂变色范围的因素	(70)
四、混合指示剂	(71)
第五节 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	(73)
一、强碱滴定强酸	(73)
二、一元弱酸(碱)的滴定	(75)
三、多元酸(碱)的滴定	(78)
四、酸碱滴定中 CO_2 的影响	(80)
第六节 酸碱滴定法的应用	(81)
一、直接滴定法示例	(81)
二、间接滴定法示例	(83)
习题	(84)
第六章 配位滴定法	(87)
第一节 概述	(87)
一、分析化学中的配合物	(87)
二、EDTA 的基本性质	(88)
三、EDTA 螯合物的特点	(89)
第二节 配位平衡与配合物的稳定性	(90)
一、配合物的稳定常数	(90)
二、配合物的累积稳定常数	(90)
三、副反应、条件稳定常数和副反应系数	(91)
第三节 配位滴定法的基本原理	(96)
一、滴定曲线	(96)
二、影响滴定突跃的主要因素	(96)
三、金属指示剂	(97)
四、终点误差	(99)
五、单一离子配位滴定可行性的判断	(100)

六、配位滴定中酸度的控制·····	(100)
七、提高配位滴定选择性的方法与混合物的滴定·····	(102)
第四节 配位滴定方式与应用·····	(103)
一、配位滴定的方式·····	(103)
二、EDTA 标准溶液的配制和标定·····	(104)
习题·····	(105)
第七章 氧化还原滴定法·····	(107)
第一节 氧化还原反应·····	(107)
一、条件电位·····	(107)
二、影响电极电位的因素·····	(108)
三、氧化还原反应进行的程度与滴定反应定量进行的条件·····	(110)
四、氧化还原反应进行的速度·····	(111)
第二节 氧化还原滴定法的基本原理·····	(112)
一、氧化还原滴定曲线·····	(112)
二、氧化还原滴定终点的确定·····	(115)
第三节 高锰酸钾法·····	(117)
一、概述·····	(117)
二、高锰酸钾溶液的配制与标定·····	(118)
三、高锰酸钾法应用示例·····	(119)
第四节 重铬酸钾法·····	(120)
一、概述·····	(120)
二、重铬酸钾法应用示例·····	(120)
第五节 碘量法·····	(122)
一、概述·····	(122)
二、标准溶液的配制和标定·····	(123)
三、碘量法应用示例·····	(125)
习题·····	(126)
第八章 沉淀滴定法·····	(127)
第一节 滴定曲线·····	(127)
第二节 银量法滴定终点的确定·····	(128)
一、莫尔法·····	(128)
二、佛尔哈德法·····	(130)
三、法扬司法·····	(131)
第三节 沉淀滴定法的应用·····	(133)
一、标准溶液的配制与标定·····	(133)
二、银量法应用示例·····	(133)
习题·····	(134)
第九章 分光光度法·····	(135)

第一节 概述	(135)
一、光度分析法	(135)
二、光度分析的基本原理	(135)
三、分光光度法的特点与应用	(135)
第二节 物质对光的选择性吸收	(136)
一、光的基本性质	(136)
二、物质的颜色与对光的选择性吸收	(137)
三、物质吸收光谱的产生	(139)
第三节 溶液对光的吸收定律	(139)
一、朗伯定律	(139)
二、比耳定律	(139)
三、朗伯-比耳定律	(140)
四、比例系数 K 和桑德尔灵敏度 S	(140)
五、吸光度的加合性	(142)
第四节 显色反应及影响因素	(143)
一、显色反应和显色剂	(143)
二、光度分析对显色反应的要求	(143)
三、影响显色反应的因素和显色条件的选择	(144)
四、分光光度法常用的显色剂	(145)
第五节 光度分析的方法和吸光度的测量	(146)
一、光度分析的几种方法	(146)
二、分光光度定量分析的方法	(147)
三、吸光度的测量	(148)
第六节 测量误差和测量条件的选择	(153)
一、有色溶液偏离朗伯-比耳定律所引入的误差	(153)
二、仪器的质量不好所引入的误差	(154)
三、测量吸光度的误差所引起的测量浓度的误差	(155)
四、测量吸光度条件的选择	(156)
第七节 分光光度法的应用	(157)
一、多组分含量的测定	(158)
二、差示分光光度法	(158)
三、光度滴定法	(160)
习题	(161)
第十章 电位分析法	(164)
第一节 概述	(164)
一、电位分析法的基本原理	(164)
二、指示电极	(165)
三、参比电极	(165)

四、电动势的测量·····	(166)
第二节 离子选择电极·····	(167)
一、离子选择电极的种类和结构·····	(167)
二、离子选择电极的性能参数·····	(171)
第三节 电极电位的测量仪器·····	(172)
一、对测量仪器的要求·····	(172)
二、电位测量仪器的结构·····	(173)
第四节 电位分析的方法和技术·····	(174)
一、直接测定法·····	(174)
二、加入法·····	(175)
第五节 电位分析法应用实例·····	(178)
一、土壤酸度的测定·····	(178)
二、植株中 K^+ 含量的测定·····	(178)
习题·····	(179)
第十一章 定量分析的一般步骤·····	(181)
第一节 试样的采取和制备·····	(181)
一、取样·····	(181)
二、试样的制备·····	(182)
三、湿存水的处理·····	(183)
第二节 试样的分解·····	(183)
一、无机物试样的分解方法·····	(183)
二、有机物试样的分解方法·····	(187)
第三节 测定方法的选择·····	(187)
一、测定的具体要求·····	(187)
二、被测组分的性质·····	(188)
三、待测组分的含量·····	(188)
四、共存组分的影响·····	(188)
习题·····	(188)
第十二章 分析化学中常用的分离方法·····	(189)
第一节 沉淀分离法·····	(189)
一、利用无机沉淀剂沉淀分离·····	(189)
二、利用有机沉淀剂进行分离·····	(191)
第二节 溶剂萃取分离法·····	(194)
一、分配系数 K_D 、分配比 D 、萃取效率 E 、分离因数 β ·····	(194)
二、萃取过程·····	(197)
三、重要萃取类型·····	(197)
第三节 离子交换分离法·····	(199)
一、离子交换树脂的种类·····	(199)

二、离子交换树脂的网状结构.....	(200)
三、离子交换树脂的基本特性.....	(200)
四、离子交换分离过程及操作.....	(202)
五、应用示例.....	(203)
第四节 液相色谱分离法.....	(205)
一、柱色谱法.....	(205)
二、纸色谱法.....	(205)
三、薄层色谱法.....	(206)
习题.....	(206)
附录.....	(207)
参考文献.....	(221)

第一章 绪 言

第一节 分析化学的任务和作用

分析化学是化学学科的一个重要分支，它是获取物质化学组成和结构信息并研究相关的分析方法和理论的一门学科。分析化学的研究对象是物质的化学组成和结构，它的任务包括：进行定性分析以确定物质由哪些元素、离子、官能团或化合物组成；进行结构分析以确定物质的存在形态（氧化-还原态、配位态等）和结构（化学结构、晶体结构等）；进行定量分析以测量有关组分的含量。通过分析化学可获得物质及其变化的全面信息。

分析化学不仅对化学各学科（包括无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、胶体化学、高分子化学、结构化学、生物化学等）的发展起着重要作用，而且在国民经济、国防建设、资源开发等方面都有广泛的作用。在化学领域里，只要涉及物质及其变化的研究，都需要由分析化学的结果加以证实。

许多学科，如材料、环境、生命以及空间科学的研究中，分析化学都是不可缺少的手段。在高温超导材料及室温核聚变的研究中，分析方法的可靠程度和灵敏度，已被公认为是深入探讨其理论基础和解决争端的关键之一。分析化学在工业生产中的重要性主要表现在原料分析、工艺流程的控制、产品质量的检验和产品质量的控制等方面。在农业方面，分析化学在水土成分调查，化肥、农药及其残留物和农副产品质量检验中占有重要地位。在以生物技术和生物工程为基础的“绿色革命”中，分析化学在细胞工程、基因工程、发酵工程和蛋白质工程的研究中发挥着重要作用。在国防建设中，分析化学在核武器的燃料、武器的结构材料和航天材料及环境污染的预防、监测、治理等研究中都有着广泛的应用。在煤炭、石油、天然气以及矿藏的探测、开采和冶炼过程中，更是离不开分析测试。所以，人们常常把分析化学比喻为生产、科研中的“眼睛”，它在实现我国工业、农业、国防和科学技术现代化的进程中起着重要的作用。

分析化学是高等农林院校生物类专业的一门重要的必修基础课。一方面，分析化学是学生学习农业科学的重要基础，例如土壤学、肥料学、植物生理学、动物生理生化、药理学、饲料分析、食品分析、药物化学、药物分析、果品加工储藏、植物保护、环境监测和植物免疫等后续课程的学习，都离不开分析化学的基本理论和实验操作技术；另一方面，分析化学是学生今后参加专业工作和进行科学研究不可缺少的工具和手段，如土壤肥力的测定，食品、肥料、农药、饲料及各种农畜产品品质的鉴定，水、大气、土壤污染状况的监测，作物生长过程中营养成分或有害成分在水土作物系统中的迁移、转化和积累情况的探讨，以及家畜家禽的科学管理与临床诊断等，都要借助于分析化学。因此，学习好分析化

学课程，将为学生在校时学习后续课程和毕业后从事专业工作及科研工作打下良好的基础。

分析化学是一门实践性很强的学科，其实验教学约占总学时的 $2/3$ ，因此实验课是很重要的教学环节，学习分析化学的大部分时间要在实验室里度过。分析化学实验是分析化学的坚实基础，通过实验课，可加深对分析化学基本理论的理解，掌握分析化学实验的基本操作技术，养成严格、认真和实事求是的科学态度，提高观察、分析和解决问题的能力。只有在理论与实践结合的基础上加强实验基本操作技术的训练，自觉养成严谨的科学态度和良好的工作习惯，才能学习好分析化学。只重视理论而忽视实验是学不好分析化学的。

分析化学按其任务可分为定性分析、结构分析和定量分析。在定性分析中，一般是应用化学反应将待测组分转变为具有某些特殊性质的外观表现效果（如沉淀的生成和溶解，颜色的形成或改变，气体的生成等），以判断样品中是否含有某种组分，即解决试样中“有什么”的问题。定性分析在无机化学中已作介绍；结构分析较难，有机会将在其他的课程中学习；本书重点讨论定量分析。定量分析的任务是在已知物质组成和化学结构的基础上精确测定各组分的含量，即解决试样各组分“有多少”的问题。

第二节 分析化学的分类

分析化学的内容十分丰富，其分类方法很多。根据分析任务、分析对象、操作方法、分析要求及测定原理的不同，可将分析化学进行不同的分类。

一、定性分析、结构分析和定量分析

根据分析任务的不同，可将分析化学分为结构分析、定性分析和定量分析。定性分析的任务是鉴定物质由哪些元素、离子、官能团或化合物所组成；结构分析的任务是研究物质的分子结构或晶体结构；定量分析的任务则是在定性分析和结构分析的基础上测定物质中有关组分的含量。

二、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。无机分析的对象是无机物，有机分析的对象是有机物。分析对象不同，要求往往不同。在无机分析中，由于组成无机物的元素多种多样，因此通常要求鉴定试样是由哪些元素、离子、原子团或化合物所组成，各组分的百分含量是多少，有时也要求确定它们的存在形式。在有机分析中，情况不大一样。由于组成有机物的元素虽为数不多，但结构却很复杂，所以不仅要求鉴定组成元素，更重要的是对官能团和结构进行分析。

三、主成分、微量成分和痕量成分分析

随着现代科学的进步和分析化学进入更广阔的领域，除了要求分析工作者能分析越来越少的试样量之外，还要求测定越来越低的组分含量。通常根据被测组分的百分含量，可粗略地分为主成分分析（ $>1\%$ ）、微量成分分析（ $0.01\% \sim 1\%$ ）和痕量分析（ $<0.01\%$ ）。

四、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析

根据试样的用量及操作方法的不同可将其分为常量、半微量、微量和超微量分析，分类方法如表 1-1 所示。

表 1-1 各种分析方法和试样用量

方 法	试样用量	试液体积
常量分析	>0.1g	>10ml
半微量分析	0.01g~0.1g	1ml~10ml
微量分析	0.1mg~10mg	0.01ml~1ml
超微量分析	<0.1mg	<0.01ml

应该指出，上述这种分类方法完全是人为的，不同的部门或国家，常常对此有不同的看法。在无机定性分析中，一般采取半微量分析方法，而在经典定量分析中，一般采用常量分析法。

五、例行分析和裁判分析

例行分析是指一般化验室日常进行的分析，又叫常规分析。裁判分析通常是指不同单位不同人员对某一试样的分析结果有争议时，要求某单位用指定的方法进行准确的分析，以判断原有分析结果是否准确。裁判分析又称为仲裁分析。

六、化学分析和仪器分析

根据测定原理的不同，可将其分为化学分析法和仪器分析法。

1. 化学分析法

以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法，主要有重量分析法和滴定分析法等。

(1) 重量分析法。根据某一化学计量反应：



(待测组分) (试剂) (反应产物)

从反应产物 (P) 的量可计算待测物 (X) 的量。如果反应产物是沉淀，则可通过称量沉淀的质量和化学计量关系来计算待测组分的含量。

(2) 滴定分析法 (容量分析法)。根据某一化学计量反应：



(待测组分) (试剂) (反应产物)

将某一已知准确浓度的试剂 (R) 溶液滴加到待测溶液中，直到所加试剂恰好与待测组分 (X) 按化学计量关系反应为止，根据试剂溶液的浓度和体积可计算待测组分的含量。

重量分析法和滴定分析法适用于常量分析。重量分析法准确度高，常用作标准分析或仲裁分析，有时用它来测定标准物质，或检验一种新的分析方法。但重量分析法操作烦

琐，耗时较多，一般较少采用。滴定分析法操作简便、快速，使用的仪器简单，测定结果的准确度也较高，因此，应用比较广泛。

2. 仪器分析法

仪器分析法是以物质的物理性质或物理化学性质为基础设计的分析方法。因为这种分析方法需要专用的仪器，所以称为仪器分析法。

最重要的一类仪器分析法是利用物质的光学性质来进行测量的方法，称为光学分析法。例如，利用物质对光的选择性吸收可进行可见、紫外、红外分光光度分析；利用物质接受能量使原子处于激发态并产生辐射和吸收特征光谱现象可进行原子发射光谱和原子吸收光谱分析等。还有利用各种组分在互不溶解的两相中具有不同的分配系数，使试样先得以分离后再进行测定的色谱分析法（又称为层析法），这主要有气相色谱法、高效液相色谱法和薄层扫描色谱法等。

计算机科学的迅速发展和微机的日益普及，使分析仪器的操作和控制，分析数据的采集、处理和加工日趋自动化和智能化。分析化学的发展方向是仪器自动分析化，可以预计21世纪中叶的分析化学将主要是仪器分析法。

仪器分析的优点是速度快、灵敏度高、操作比较简便，但一般不适合于常量组分的测定。有些仪器比较昂贵，影响了仪器分析的普遍推广。由于仪器分析的种种优点，故发展较为迅速，化学分析法已较多地为仪器分析法所代替。

但是，化学分析法在现代化学中仍是不可缺少的。对于大部分元素，只要组分的含量不是很低，化学分析法的准确度是其他分析方法所不及的。此外，化学分析法中除滴定分析法需要纯物质用于标定外，无须其他标准物质。而许多仪器分析法需要与试样组成相似的标准物质作校准之用，有时要合成标准或用化学分析法先分析标准；有时在用仪器分析法测定前，试样要经过化学处理，如试样的溶解、干扰物质的分离等，这些都是在化学分析法的基础上进行的。

所以，化学分析法是仪器分析法的基础。只有学习好化学分析法，将来才能更好地进行仪器分析。本书将主要讨论化学分析法。

每种分析法都有各自的特点和局限性。根据分析任务的不同，分析要求的侧重点也就不同。在实际工作中选择分析方法时，一般要考虑四个方面的要求：分析时间、准确度、灵敏度和选择性。

例如，标准试样的分析准确度要求较高，分析时间可不予考虑；仲裁分析是不同单位对分析结果有争议时，要求作出裁决，而要求准确度较高的分析方法；控制生产过程的分析首先要求快速，对准确度的要求不高，如炼钢过程的炉前分析，准确但是速度慢的分析结果对控制生产毫无意义；地质普查的分析，试样是大批量的，应采用简单、快速的分析方法，准确度的要求可以低一些；纯物质或超纯物质的分析，由于杂质含量甚微，应采用灵敏度较高的仪器分析方法；石油化工中的很多分析，由于待测物质复杂，所含成分较多，性质又极其相似，应采用选择性好、灵敏度高的分析方法，如色谱分析法等。

一种复杂物质的分析常要用几种方法配合进行；有时同一种元素要用几种方法进行分析，并比较分析结果，而且各种分析方法是互相配合、互相补充的。因此在分析实践中，应根据分析条件、分析对象、分析项目和分析要求选择最恰当的分析方法。

第三节 学习定量分析的注意事项

一、学习好定量分析的基本原理

本书着重讨论定量分析各种方法的基本理论、基本操作技能、基本知识和一些基本的计算,使学生能了解分析化学的多样性,辨别与评价各种分析方法的特点、相对的优点及应用的限制。

要学习好定量分析,必须具有明确的学习目的、正确的学习方法和良好的学习态度。对定量分析的基本原理要了解清楚,基本计算方法要熟练掌握,并逐渐学会查阅有关定量分析的工具书、参考书及必要的资料。在学习好科学文化知识的同时,要注重培养和提高自己的自学能力、思维能力、动手能力、表达能力以及分析问题和解决问题的能力。

二、掌握定量分析实验的基本技能

定量分析的实验课十分重要,必须掌握基本操作技能,掌握常规分析仪器的使用方法,认真做好每个实验。对于具体的实验要掌握其基本原理,所用分析仪器的性能,主要试剂的作用,主要的实验现象以及分析数据的记录和分析结果处理。通过实验课的学习,要树立起“误差”与“量”的观念。

三、遵守分析化学实验室的规章制度

在定量分析的实验中,要认真严肃,实事求是,整洁细心,爱护仪器,珍惜药品,合理安排时间,还要注意逐步培养和形成及时、忠实地完成实验报告,遵守分析化学实验室的一切规章制度。

① 分析化学实验室是进行分析化学实验教学的场所,不得在分析化学实验室从事与分析化学实验无关的事情。进入分析化学实验室应带上实验指导书和记录本,并听从有关工作人员的安排。

② 实验前应先预习实验,熟悉实验内容,了解分析仪器和化学试剂的性能与作用。实验时应将所用的分析仪器清洗干净;使用化学试剂必须节约,防止浪费;实验室应经常保持清洁卫生,整齐划一,安静有序。

③ 实验过程中,一切实验数据和实验现象必须如实而详细地记录在记录本上。不能用小纸条记录实验数据,以免遗失。分析实验人员必须有实事求是的科学态度,尊重客观事实,反对主观臆造,决不允许有涂改或伪造实验数据的劣劣行为。

④ 化学废物应妥善处理,严禁污染环境,防止损害他人。损坏仪器和无故浪费试剂必须按有关规定赔偿。

⑤ 实验完毕后要养成做好结束工作的良好习惯。分析仪器使用后必须清洗干净、恢复原状,化学试剂应放回原处,摆放整齐。实验室的台面和地面必须打扫干净,并关上水、电和门窗后,才能离开。

第二章 误差和数据处理

某一个变量的值依赖于另外若干个变量的情况在自然界中相当普遍，数学上称这个变量是另外若干个变量的函数。要研究这个函数究竟是何种类型，需要用数学物理或数理统计等方法进行分析，而分析的基础和必要的手段是进行科学实验或测量。

科学是从测量开始的，对自然界所发生的量变现象的研究，常常需要借助于各式各样的实验与测量来完成。什么是测量呢？测量就是借助于仪器，用某一计量单位把待测量的大小表示出来。

由于被测量的数值在式中常是不可通约的（不能以有限位数来表示），又由于测量是依据一定的理论和方法、使用一定精度的仪器、在一定条件下由一定的人员进行的，它受实验理论的近似性、实验仪器的灵敏度、分辨能力的局限性和环境的不稳定性等因素的影响，即受认识能力的不足和科学水平的限制，因此，即使采用最可靠的分析方法、使用最精密的仪器、由最熟练的操作者进行实验和测量，或者同一个人在相同条件下对同一物理量进行多次重复的测定，所得的结果和它的客观真实值并不一致，而只能获得在一定范围内波动的结果。这种不一致就产生了误差。

测量所得的一切数值（据），毫无例外地都包含了一定量的误差。误差是客观存在的，不可避免的，任何测量结果都不可能绝对准确。测量结果只能是趋近于客观存在的真实值的程度不同，而不能达到真值，因而没有误差的测量结果是不存在的。在误差存在的情况下，实验和测量的目的是了解分析过程中产生误差的原因以及误差出现的规律。实际测量中应完成三方面的任务：

- ① 采取措施，设法将测定值中的误差减至最小，以满足分析测量的需要；
- ② 求出在测量条件下，待测量的最佳值；
- ③ 估计最佳值的可靠程度（接近真值的程度）。

为此，必须研究误差的有关问题。

第一节 误差的基本概念

一、真值、平均值和总体平均值

1. 真值

某一物理量本身具有的客观存在的真实数值，即为该量的真值，用 T 来表示。一般来说，真值是客观存在的，但又是未知的。

实际工作中往往将理论值、约定值或标准值当作真值来检验分析结果的准确度。下列