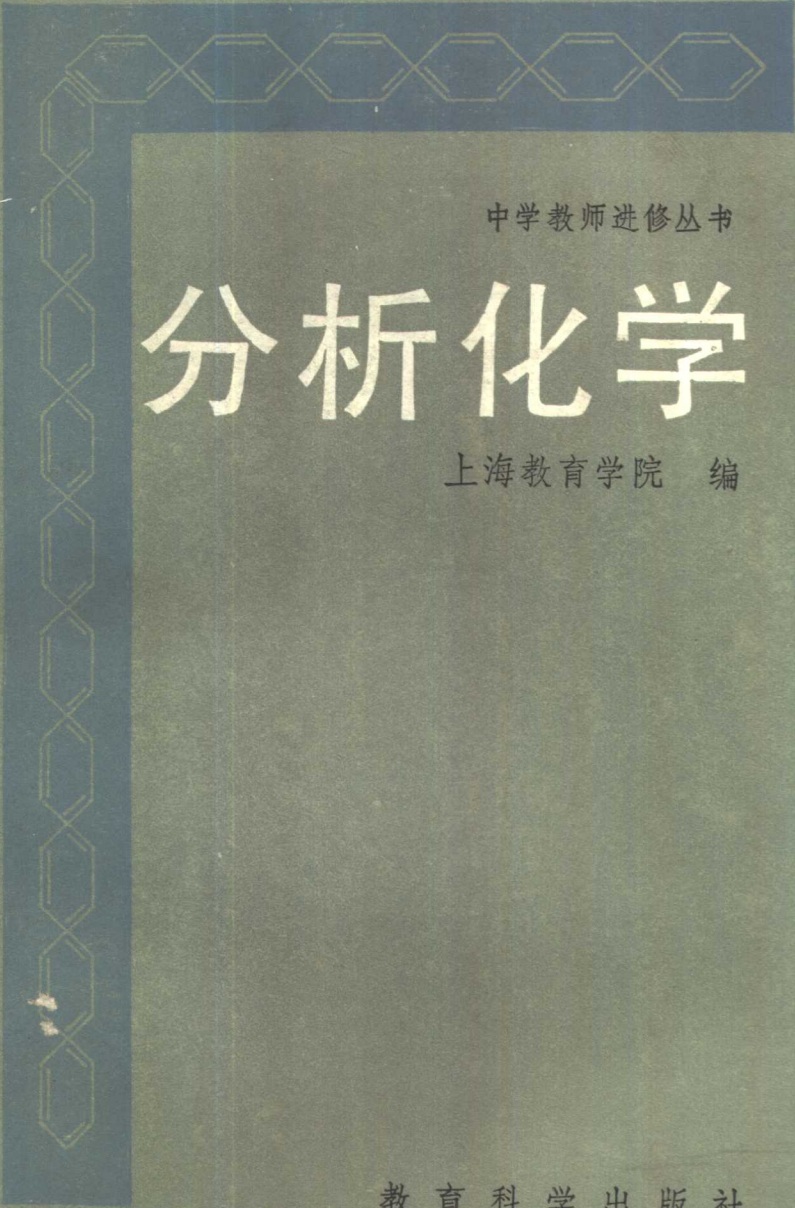




中学教师进修丛书

分析化学

上海教育学院 编

教育科学出版社

9

中等教师进修丛书

分 析 化 学

上海教育学院编

教育科学出版社

内 容 提 要

本书分定性分析和定量分析两部分。定性分析部分的内容较一般分析化学教科书为详尽。定量分析部分,着重讲述滴定分析和比色分析方法,并简要地介绍了各种分离方法和常用的仪器分析方法。每部分都附有实验内容。并对分析化学实验的操作技术也作了相应的介绍。最后的附录,汇集了有关的表格和数据资料,便于自学和参考。本书除可作中学化学教师进修用书外,也可作为大专院校的分析化学参考书,工矿企业分析化学工作者的自学教材。

中学教师进修丛书

教师进修丛书

上海教育学院编

*

教育科学出版社出版

(北京北环西路10号)

新华书店北京发行所发行

北京市房山县印刷厂印装

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 16.5 字数 390,000

1984年5月第1版 1985年4月第1次印刷

印数 00,001—15,000 册

书号: 7232·197 定价 2.50 元

前 言

《分析化学》是为中学化学教师进修编写的。本书参照师范学院化学专业分析化学课程的要求,联系中学化学教学实际,根据中学化学教学的需要,适当地充实了定性分析的内容。帮助教师系统地学习和理解无机化学中的基本理论,进一步掌握分析化学的基本原理,树立正确的量的概念,并学会分析化学的一般操作。

本书由上海工业大学沈石年教授及上海师范大学陆定安同志审稿。参加编写的有晏华琳、黄兰芬、龚文兰、王蓓玲、张慧君、潘教麦、金利通、陆定安等同志。插图由郑孝逵同志绘制。由于编者水平有限,书中可能有不少缺点和错误,希读者予以批评指正。

内 容 提 要

本书分定性分析和定量分析两部分。定性分析部分的内容较一般分析化学教科书为详尽。定量分析部分,着重讲述滴定分析和比色分析方法,并简要地介绍了各种分离方法和常用的仪器分析方法。每部分都附有实验内容。并对分析化学实验的操作技术也作了相应的介绍。最后的附录,汇集了有关的表格和数据资料,便于自学和参考。本书除可作中学化学教师进修用书外,也可作为大专院校的分析化学参考书,工矿企业分析化学工作者的自学教材。

中学教师进修丛书

教师进修丛书

上海教育学院编

*

教育科学出版社出版

(北京北环西路10号)

新华书店北京发行所发行

北京市房山县印刷厂印装

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 16.5 字数 390,000

1984年5月第1版 1985年4月第1次印刷

印数 00,001—15,000 册

书号: 7232·197 定价 2.50 元

目 录

绪论	(1)
----	-----

定性分析篇

第一章 定性分析概论	(7)
练习题	(21)
第二章 半微量定性分析操作技术	(22)
第一节 试剂	(22)
第二节 半微量定性分析操作技术和仪器	(23)
第三章 第一组(银组)阳离子分析	(37)
第一节 沉淀的生成和溶解	(37)
第二节 第一组(银组)阳离子的一般性质	(47)
第三节 第一组阳离子的沉淀	(49)
第四节 第一组阳离子的鉴定反应	(49)
第五节 第一组阳离子的分离及混合物分析	(53)
练习题	(54)
第四章 第二组(硫化氢组)阳离子分析	(56)
第一节 第二组阳离子的一般性质	(56)
第二节 第二组阳离子的沉淀分离	(60)
第三节 第二组阳离子的鉴定反应	(66)
第四节 第二组阳离子的分离及混合物分析	(72)
练习题	(76)
第五章 第三组阳离子分析	(78)
第一节 第三组阳离子的一般性质	(78)
第二节 第三组阳离子的沉淀	(81)
第三节 第三组阳离子的鉴定反应	(84)
第四节 第三组阳离子混合物分析(PO_4^{3-} 不存在时)	(92)
练习题	(96)

第六章 第四组阳离子分析.....(99)

第一节 分部沉淀及难溶化合物的转化.....(99)

第二节 第四组阳离子在周期表中的位置及其主要性质.....(103)

第三节 第四组阳离子的个别鉴定.....(104)

第四节 第四组阳离子混合物分析.....(109)

练习题.....(111)

第七章 阴离子的分析.....(113)

第一节 阴离子分析的特点.....(113)

第二节 阴离子的分组和初步试验.....(114)

第三节 阴离子的个别鉴定.....(118)

第四节 阴离子混合溶液分析实例.....(127)

练习题.....(131)

第八章 物质的一般分析步骤.....(133)

第一节 试样的外表观察和磨细缩分.....(134)

第二节 初步试验.....(136)

第三节 阳离子试液的制备和分析.....(139)

第四节 阴离子试液的制备和分析.....(143)

第五节 分析结果的判断.....(146)

第六节 固体试样——简单化合物的混合物定性分析示例.....(147)

练习题.....(149)

实验部分

实验一 第一组阳离子(银组)性质及混合溶液分析.....(151)

实验二 第二组阳离子性质试验.....(154)

实验三 第二组阳离子混合溶液分析.....(158)

实验四 第三组阳离子一般性质试验.....(164)

实验五 第三组阳离子混合溶液分析.....(168)

(过氧化氢法)

实验六 第四组阳离子性质试验.....(172)

实验七 第四组阳离子混合溶液分析.....(175)

实验八 已知阴离子的个别鉴定和混合溶液的分析.....(177)

实验九 阴离子未知溶液的分析.....(183)

实验十 固体混合物的分析	(185)
--------------	-------

定量分析篇

第一章 定量分析概论	(191)
第一节 概述	(191)
第二节 滴定分析法概述	(202)
练习题	(205)
第二章 分析天平和滴定分析器皿的使用	(207)
第一节 分析天平和称量	(207)
第二节 滴定分析器皿及其使用	(224)
第三节 容量器皿的洗涤	(234)
第三章 酸碱滴定法	(235)
第一节 水溶液中的酸碱平衡	(235)
第二节 酸碱指示剂	(238)
第三节 酸碱滴定法的基本原理	(244)
第四节 酸碱标准溶液的配制与标定	(259)
第五节 酸碱滴定法的应用实例	(260)
第六节 酸碱体系中平衡浓度的计算	(265)
练习题	(277)
第四章 络合滴定法	(280)
第一节 EDTA 及 EDTA 螯合物	(280)
第二节 酸度及其他络合剂对 EDTA 螯合物的影响	(285)
第三节 滴定曲线	(294)
第四节 络合滴定中的指示剂	(297)
第五节 混合金属离子的分析	(302)
第六节 络合滴定的方式和应用示例	(306)
练习题	(308)
第五章 氧化还原滴定法	(310)
第一节 氧化还原反应的方向	(311)
第二节 氧化还原反应的完全程度	(315)
第三节 氧化还原反应速度及其影响因素	(317)

第四节	氧化还原滴定终点的确定	(320)
第五节	氧化还原滴定结果的计算	(326)
第六节	化学分析中常用的氧化剂和还原剂	(332)
第七节	几种常用的氧化还原滴定法	(336)
	练习题	(341)
第六章	比色分析及分光光度法	(344)
第一节	比色分析基本原理	(345)
第二节	显色反应及其条件的选择	(352)
第三节	生色理论	(357)
第四节	比色分析的误差	(365)
第五节	分光光度法及络合物组成的测定	(366)
第六节	光电比色计和分光光度计	(369)
	练习题	(375)
第七章	仪器分析法简介	(378)
第一节	电位分析法	(379)
第二节	发射光谱分析法	(390)
第三节	原子吸收分光光度法	(397)
第四节	气相色谱法	(401)
第八章	分析化学中常用的分离方法	(410)
第一节	概述	(410)
第二节	沉淀分离法	(410)
第三节	萃取分离法	(424)
第四节	离子交换分离法	(431)
第五节	挥发、蒸馏分离法	(438)
实验部分		
实验一	天平的称量练习	(442)
实验二	酸碱标准溶液的配制和标定	(444)
实验三	混合碱测定(双指示剂法)	(446)
实验四	硫酸铵中含氮量的测定(甲醛法)	(448)
实验五	EDTA 标准溶液的配制和标定	(449)
实验六	水的总硬度的测定	(450)

实验七 铁矿石中全铁的测定(无汞测铁法)·····	(452)
实验八 过氧化氢含量的测定(高锰酸钾法)·····	(454)
实验九 铜合金中铜的测定(碘量法)·····	(456)
实验十 铵的比色测定·····	(460)
实验十一 过硫酸铵-银盐氧化直接比色法测定钢中锰·····	(461)

附录

一 1—4 组阳离子与常用试剂的反应·····	(464)
二 定性分析练习试液的配制·····	(471)
三 定性分析试剂的配制·····	(473)
四 各种盐类的溶解情况·····	(478)
五 酸、碱的电离常数·····	(482)
六 水的离子积常数($0\sim 130^{\circ}\text{C}$)·····	(484)
七 几种常用的酸碱指示剂·····	(485)
八 常用的混合指示剂·····	(486)
九 标准 pH 溶液的配制(25°C)·····	(487)
十 某些氢氧化物沉淀和溶解时所需的 pH 值·····	(488)
十一 难溶化合物的溶度积($18\sim 25^{\circ}\text{C}$)·····	(489)
十二 络合物的稳定常数($18\sim 25^{\circ}\text{C}$)·····	(492)
十三 氨羧络合剂类络合物的稳定常数($18\sim 25^{\circ}\text{C}$)·····	(496)
十四 几种金属离子常用的掩蔽剂·····	(498)
十五 常用基准物质的干燥条件和应用·····	(500)
十六 标准电极电位表(25°C)·····	(501)
十七 某些氧化还原电对的克式量电位·····	(503)
十八 化合物的式量表·····	(504)
十九 原子量表·····	(509)
二十 国际制(SI)基本单位·····	(510)
二十一 常用对数表及反对数表·····	(511)

绪 论

一、分析化学的任务

分析化学是研究物质的化学组成的科学。它包括定性分析和定量分析两大部分，定性分析的任务是确定物质由哪些组分（元素、离子、官能团或化合物）所组成。定量分析的任务是进一步确定这些组分的相对含量。所以两者是紧密联系的。

分析化学不仅对化学科学本身的发展起着重要的作用，而且对国民经济、科学研究及学校教育的发展也起着重要的作用。

化学学科中许多定律、理论的发展和确立都需要分析结果作依据并应用分析化学方法加以验证。在各门学科如矿物学、地质学、物理学、医药学、农业科学、海洋学、天文学等的研究中，分析手段都是不可缺少的。而有关学科和技术的发展又为解决分析上的问题提供了有利条件。

分析化学在工业生产上起着“眼睛”的作用。如自然资源的勘探、生产的控制、原料、产品的检验以及三废的处理、环境的监测等都广泛地应用分析化学。在农业生产上土壤的普查，植物营养判断和农产品质量分析等也要用到分析化学。因此它与国民经济各个部门的关系均很密切。

分析化学是高等师范院校化学专业的一门重要基础课。通过这门课的学习，可在学习无机化学的基础上更好地掌握分析化学的基本原理，树立正确的量的概念；正确地掌握分析化学的操作技能；培养严谨的科学态度和观察判断问题的能力以及提高分析和解决问题的能力。在中学化学教学中，要对学生进行化学基础知

识和有关物质的性质、检定方法、化学运算等教学；并要进行分析实验基本操作的初步训练，以及指导学生开展科技活动等都需要综合运用分析化学的知识，因此，学习分析化学有助于更好地完成中学化学的教学任务。

二、分析方法的分类

前面已讲的分析方法可视分析任务而分为定性分析及定量分析。此外，根据分析对象、测定原理、操作方法和样品用量以及被测组分的多少，分析方法还可分为许多种类。

无机分析和有机分析

无机分析的对象为无机物，有机分析的对象为有机物，两类物质在性质上有显著不同，因此分析时各有特点。在无机分析中由于组成无机物的元素多种多样，有时要求对试样先进行定性鉴定，然后再测定各成份的百分含量。在有机分析中情况就不太一样，因为就目前所知组成有机物的元素种类虽较少，但结构复杂，因此除要求测定各组成元素的百分含量外，更重要的还要进行官能团分析和结构分析。本书主要是讨论无机分析。

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。如定性分析中我们常应用化学反应将被测组分转变为有特殊性质的新化合物(例如生成沉淀、气体、或有色物质等)以此来判断试样中含有的组分。

在定量分析中可应用沉淀反应或中和反应、氧化还原反应、络合反应等对组分的含量进行测定。根据测定时的操作手续可分为重量分析及滴定分析等方法。这些方法历史悠久，是分析化学的基础，因此又称为经典化学分析法。

仪器分析是根据物质的物理或物理化学的性质来鉴定或测定

某些组分的方法又称为物理分析或物理化学分析法，由于这些方法都要借助于仪器，所以这类方法统称为仪器分析法。

仪器分析法包括原子吸收分光光度法，光谱分析法，电化学分析法，色谱分析法，质谱分析法，活化分析法等。

按被测试样的用量来分类

按被测试样取样量及试液量的多少而分为常量、半微量和微量分析等，如下表所示：

方 法	试样重量	试液体积
常量分析	>0.1 克	>10 毫升
半微量分析	$0.01\sim0.1$ 克	$1\sim10$ 毫升
微量分析	$0.1\sim10$ 毫克	$0.01\sim1$ 毫升
超微量分析	<0.1 毫克	<0.01 毫升

但应注意以上分析方法分类并未表示被测组分的百分含量。有时也可根据被测组分的百分含量分为常量($>1\%$)微量($0.01\sim1\%$)和痕量($<0.01\%$)成分的分析。

本书在定性分析中采用半微量分析法，在定量分析中采用常量分析法。

三、分析化学的发展趋势

分析化学与各门学科均有密切联系，实践的发展对分析化学提出越来越高的要求。例如在五十年代由于原子能科学的发展出现了放射化学分析法，六十年代初由于电子技术的兴起而需要对高纯物质的分析，七十年代由于环境科学的需要发展了痕量及超痕量元素的分析。总之，随着工农业生产及科学研究的发展对分析化学提出了更高的要求。从目前发展趋势来看分析方法要求快

速、准确、自动化并要能在尽量不破坏试样的情况下进行测定，因而分析化学所面临任务是：

建立灵敏度高的分析方法：要求在样品量极少和被测组分含量极低的情况下仍然得到较为可靠的结果，目前发展的痕量和超痕量分析，要能分析出 10^{-6} 克 $\sim 10^{-12}$ 克的含量。为了适应这些要求，新型仪器不断研制，例如电子光谱其灵敏度可达 10^{-18} 克。

提高分析速度，实现分析方法的自动化：在工农业生产及环保测定中要求分析的速度快，且要能自动化。例如钢铁的炉前分析、环境污染的检测等，分析速度快慢直接影响产品质量及人民身体健康，目前发展的将分析仪器与电子计算机结合起来的分析方法可自动测定并在短时间内报出测定结果。

发展微区分析方法及不损坏试样的分析方法：微区分析是研究固体表面的新方法，它对矿样和金属材料的分析是很需要的。有时为了分析零件的组分或在考古工作中要求分析古物的成份，这时要求在不损坏试样的情况下进行分析。使用电子探针及离子探针进行分析均可不损坏样品。电子探针可测定微区直径为 $0.1 \sim 1$ 微米，对含量在 $10^{-14} \sim 10^{-15}$ 克的元素进行定性及定量。离子探针可测微区直径为 $2 \sim 200$ 微米，可对低至 ppm^① 及 ppb^② 数量级的痕量组分进行测定。

此外，目前还发展超微量分析技术，例如高效液相色谱分析时样品的用量只需几微升，另外还发展遥测分析方法，可不经取样而进行远距离测定其组分。还运用电子计算机控制的连续自动监测分析。总之随着生产及科学研究的飞速发展，预计分析化学将不断建立新方法，发展新理论，以便更好地为实现祖国四个现代化服务。

① ppm 为百万分之几，即 10^6 分之几的缩写。

② ppb 为 10^9 分之几的缩写。

定性分析篇

第一章 定性分析概论

定性分析的任务是鉴定试样中所含的元素、分子或离子。它是定量分析的基础。

一、定性分析的方法

定性分析按方法原理可分为化学分析法以及物理和物理化学分析法。按取试样量的多少又可分为常量、半微量、微量和超微量分析方法。本书主要讨论半微量化学分析法。

最常用的化学分析法有干法分析和湿法分析两种。

(一) 干法分析 干法分析是将固体样品或固体样品与固体试剂于高温条件下($500^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$)进行反应的方法。如焰色反应, 熔珠反应等。

1. 焰色反应 某些金属离子在无色火焰中灼烧时, 会使火焰呈现出特殊的颜色, 籍此可判断试样中是否含有某种金属离子。各

表 1-1 一些盐类的焰色

火焰颜色	可能存在的盐类
黄 色	钠盐
黄 绿 色	钡盐
绿 色	铜盐、铋盐
淡 蓝 色	铅、锡、锑、砷的挥发性化合物
砖 红 色	钙盐
洋 红 色	锶盐
紫 色	钾盐