

分析技术丛书 ②

化学分析

HUAXUE FENXI

湖南大学组织编写

王玉枝◎编



中国纺织出版社

065
1014
2

分析技术丛书②

化 学 分 析

湖南大学组织编写

王玉枝 编


中国纺织出版社

内 容 提 要

本书从化学分析工作的特点出发,较全面地介绍了从事化学分析工作的人员应具备的基本知识和基本技能,主要包括化学分析基础知识、滴定分析仪器和使用方法、常用指示剂、常用滴定分析方法、重量分析法、气体分析法。书末还附有与化学分析相关的常用数据表。

本书内容深入浅出、通俗易懂、具体实用,可作为化学分析工作者的参考读物,也可供石油、轻工、地质、水电、医药卫生、生物工程、材料及环境保护等部门分析化验人员培训或自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学分析/湖南大学组织编写. —北京:中国纺织出版社, 2008.6

(分析技术丛书;2)

ISBN 978-7-5064-4952-6

I. 化… II. 湖… III. 化学分析 IV. O65

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第059405号

策划编辑:秦丹红	责任编辑:阮慧宁	特约编辑:范雨昕
责任校对:陈 红	责任设计:何 建	责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

北京画中华印刷有限公司印装 各地新华书店经销

2008年6月第1版第1次印刷

开本:710×1000 1/16 印张:18

字数:294千字 定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

序

分析化学这一古老的学科经历了 20 世纪的大发展后,以新的面貌跨入了 21 世纪。分析化学的发展,其核心是各种新的分析技术的涌现与原有分析技术的进步,正是这些分析技术使分析化学能够承担对人类文明社会肩负的许多重责:从食品安全检验到药物质量控制;从生化分析到疾病早期诊断;从饮用水、空气洁净度监测到环境生态污染跟踪;从法医分析到刑事犯罪侦查;从生产过程分析到各类产品质量监控等。

有人估计,西方经济的总量中约有 5% 直接与分析检测相关。这显然是比较保守的估计。近几年在我国出口贸易过程中,出现的服装甲醛含量超标、食品添加剂问题、玩具材料含毒素或有毒物质等问题,在国际上造成了不良的影响,这些问题本应该在生产过程中和产品出厂前依靠分析技术进行检测把关而避免。从我国分析化学教育工作者的角度看,如何提高分析技术人员的素质,做好产品质量监控工作,的确是一个不容忽视的问题。

湖南大学分析化学学科王玉枝等教授应邀编写了“分析技术丛书”。这套丛书对分析化学技术人才的培训有重要参考价值。读者能借助它们获取有关分析技术较系统的基础知识,同时也能了解相关研究的发展前沿。即使是已经有一定工作经验的分析工作者,也能在工作需要时从本丛书获取有用的参考信息。丛书出版之际,编者让我写几句话,是为序。

俞汝勤

2008 年 3 月于长沙

前言

分析化学是获得物质化学成分和结构信息的科学。在化学和冶金等工业中,分析化学起着工业生产上“眼睛”的作用。原料、材料、中间产品和出厂成品的质量检查,生产过程的控制和管理,都需要应用分析化学;新技术和新工艺的探索和推广也常以分析结果作为重要依据之一。总之,分析化学在我国工业、农业、国防和科学技术现代化的宏伟建设中,发挥着重要的作用。

分析化学包括化学分析和仪器分析两大部分,本书是化学分析部分,内容包括滴定分析和重量分析,在编写时,既考虑到了初参加化学分析的工作人员所需要的基本知识和基本技能,也考虑到了较熟练的化学分析工作人员对现代分析技术的要求。通过对本书的学习,可使化学分析工作人员既掌握化学分析的操作技能,又掌握一定的化学分析基本原理。

本书从化学分析基础知识开始写起,继而介绍滴定分析仪器和使用方法、常用指示剂,然后介绍常用滴定分析方法和重量分析方法,最后简要介绍气体分析法。力求做到内容全面,概念清晰,深入浅出。书末附有化学分析中常用数据表,便于查阅。

本书在编写过程中,得到了湖南大学陈贻文教授、杨桂法教授、张正奇教授以及蔡炳新教授、罗明辉副教授的大力支持,在此深表谢意。

限于编者水平,无论是在内容取舍,还是在难易程度的把握等方面都具有一定的局限性,书中如有错误和不妥之处,恳请读者和同行指正。

编 者

2008年2月于湖南大学

目录

第一章 化学分析基础知识	1
第一节 概述	1
一、分析化学的任务	1
二、分析方法的分类	2
三、分析化学的发展	4
四、工业生产分析的任务和作用	6
第二节 滴定分析概论	6
一、滴定分析的要求和分类	7
二、滴定分析中的滴定反应	8
三、基准物质和标准溶液	9
四、滴定方式	10
第三节 化学分析基本计算	11
一、分析化学中常用的量和单位	11
二、标准溶液的浓度	13
三、滴定分析结果的计算	15
四、溶液 pH 值计算及控制	18
第四节 化学分析操作中的注意事项和案例分析	30
一、注意事项	30
二、案例分析	35
第二章 滴定分析仪器和使用方法	40
第一节 胶帽滴管的使用	40
第二节 滴定管的使用	40
一、滴定管使用前的准备	41
二、滴定管的读数	43
三、滴定管的操作	44
第三节 容量瓶的使用	45

一、容量瓶使用前的准备	46
二、容量瓶的操作	46
第四节 移液管和吸量管的使用	47
一、移液管和吸量管使用前的准备	48
二、移液管的操作	48
三、吸量管的操作	49
第五节 量筒和量杯的使用	49
第六节 滴定分析容量器皿的校准	50
一、绝对校准法	51
二、相对校准法	53
三、滴定管、移液管、容量瓶的绝对校准	53
四、移液管和容量瓶的相对校正	54
第三章 常用指示剂	55
第一节 酸碱指示剂	55
一、酸碱指示剂作用原理与变色范围	55
二、影响指示剂变色范围的因素	57
三、混合指示剂	58
第二节 金属指示剂	59
一、金属指示剂作用原理	59
二、金属指示剂的理论变色点	61
三、常用金属指示剂示例	62
第三节 氧化还原指示剂	68
一、氧化还原指示剂的变色原理	68
二、二苯胺磺酸钠指示剂的变色原理	69
三、自身指示剂	70
第四节 银量法指示剂	70
一、摩尔法	70
二、福尔哈德法	71
三、法扬司法	72
第五节 专属指示剂和吸附指示剂	72
一、专属指示剂	72
二、吸附指示剂	72

第六节 仪器分析方法指示终点	74
一、电位滴定	74
二、电导滴定	76
三、电流滴定	76
四、交流示波极谱滴定	77
五、光度滴定	78
第四章 常用滴定分析方法	79
第一节 酸碱滴定法	79
一、简介	79
二、滴定曲线及指示剂的选择	84
三、滴定误差	98
四、酸碱标准溶液的配制和标定	101
五、酸碱滴定结果计算示例	102
六、酸碱滴定法应用示例	106
七、非水溶液滴定法	112
八、线性滴定法简介	119
第二节 配位滴定法	119
一、配位剂	120
二、EDTA 及其分析应用特性	122
三、外界条件对 EDTA 与金属离子配合物稳定性的影响	124
四、滴定曲线及指示剂的选择	132
五、混合离子的选择滴定	136
六、EDTA 标准溶液的配制和标定	141
七、配位滴定结果的计算	142
八、配位滴定法的方式和应用	144
第三节 氧化还原滴定法	147
一、氧化还原滴定基本原理	147
二、高锰酸钾法	159
三、重铬酸钾法	161
四、碘量法	162
五、溴酸钾法	166
六、铈量法	167

七、卡尔·费休滴定法	168
八、氧化还原滴定结果的计算	171
九、氧化还原滴定应用示例	174
第四节 沉淀滴定法	180
一、沉淀滴定法的基本原理	180
二、沉淀滴定法的计算	185
三、沉淀滴定法的应用	188
第五章 重量分析法	190
第一节 重量分析理论基础	190
一、化学因数	191
二、重量分析结果的计算	192
第二节 重量分析对沉淀形式及称量形式的要求	193
一、对沉淀形式的要求	193
二、对称量形式的要求	193
三、沉淀剂的选择	194
第三节 沉淀的形成与沉淀的条件	194
一、沉淀的形成	194
二、沉淀条件的选择	197
第四节 沉淀重量法的基本操作	198
一、样品的溶解	199
二、溶液的蒸发	199
三、沉淀	199
四、沉淀的过滤和洗涤	200
五、沉淀的干燥和灼烧	203
第五节 重量分析应用示例	205
一、 SO_4^{2-} 的测定	206
二、硅酸盐中 SiO_2 的测定	206
三、 P_2O_5 的测定	206
四、其他	207
第六节 电重量法简介	207
一、电解原理	207
二、电重量分析方法	211

第六章 气体分析法	214
第一节 气体分析法的分类	214
一、吸收法	214
二、燃烧法	215
三、热导法	215
第二节 气体分析仪的使用方法	215
一、气体分析仪的构造及使用方法	215
二、半水煤气的全分析	216
三、气体分析仪使用注意事项	217
第三节 空气中有害物质的分析操作过程	217
一、气体样品的采集	218
二、配气方法	221
三、干扰物的分离和去除	231
四、快速测定法	236
第四节 气体分析法应用示例	247
一、 PbO_2 —重量分析法	247
二、碱片—重量分析法	248
附录 1 常用基准物质及其干燥温度、时间	249
附录 2 常用弱酸、弱碱在水中的离解常数和稳定常数 (25°C , $I=0$)	251
附录 3 常用配合物的稳定常数 ($18 \sim 25^\circ\text{C}$)	254
附录 4 羧酸配位剂类配合物的稳定常数 ($18 \sim 25^\circ\text{C}$, $I=0$)	260
附录 5 标准电极电位 ($\varphi^\ominus$) ($18 \sim 25^\circ\text{C}$)	262
附录 6 某些氧化还原电对的条件电极电位 ($\varphi^{\ominus'}$)	266
附录 7 微溶化合物的溶度积和累积稳定常数 ($18 \sim 25^\circ\text{C}$, $I=0$)	268
附录 8 常用配位剂的 $\lg\alpha_{\text{L}(\text{H})}$ 值	270
附录 9 金属氢氧化物沉淀的近似 pH 值	271
附录 10 常用化合物的化学因数 (F)	273
参考文献	277

第一章 化学分析基础知识

第一节 概述

一、分析化学的任务

分析化学 (Analytical Chemistry) 是获取物质的化学信息,研究物质的组成、状态和结构的科学。它所解决的问题是物质中含有哪些组分,这些组分在物质中是如何存在的,以及各个组分的相对含量是多少。显然,要解决这些问题不仅要研究物质的分析方法,还要研究有关理论。因此,分析化学是化学学科的一个重要分支。

分析化学是研究物质及其变化的重要方法之一。在化学学科本身的发展上,以及与化学有关的各科学领域中,分析化学都起着一定的作用,例如矿物学、地质学、生理学、医学、农业和许多技术科学,都要用到分析化学。几乎任何科学研究,只要涉及化学现象,分析化学就要作为一种手段而被运用到其中。

在国民经济建设中,分析化学的实用意义就更加明显了。在许多工业,如化学工业和冶金工业等部门中,分析化学起着工业生产上的“眼睛”的作用。原料、材料、中间产品和出厂成品的质量检查,生产过程的控制和管理,都需要应用分析化学;新技术和新工艺的探索和推广也常以分析结果作为重要依据之一。

目前,环境科学研究是全世界瞩目的研究领域,对大气和水质等的连续监测,也是分析化学的任务之一。对废气、废液、废渣的处理和综合利用,也都需要分析化学发挥其作用。

在新材料研究中,微量分析和超纯物质分析对航天材料、通信材料和激光材料的研究起着至关重要的作用。

在能源科学中,分析化学是获取地质矿物组分、结构和性能信息并揭示地质环境变化过程的主要手段。各种分析化学测试技术已被列入地质科学技术的四大体系之一。各种色谱分析方法已成为石油化学工业的一个不可分割的组成部分。

分析化学在生命科学、生物工程中发挥着巨大作用。在医学科学中,药物分析在药物组分含量、中草药有效成分测定、药物代谢与动力学、药理机制以及疾病诊

断等研究中,是不可缺少的手段。

在空间科学中,全世界数百颗飞行器中全都装配了红外、紫外、X 射线、荧光等分析仪器,对月球、金星、火星等进行探测和研究。

总之,现代分析化学已成为由很多密切相关的分支学科交织起来的一个体系,它不仅影响着人们物质文明和社会财富的创造,而且还影响着解决有关人类生存(如生态环境等)和政治决策(如资源、能源开发等)的重大社会问题。

二、分析方法的分类

分析化学包括成分分析和结构分析。成分分析主要可以分为定性分析和定量分析两部分。定性分析的任务是鉴定物质由哪些元素或离子所组成,对于有机物质还要确定其官能团及分子结构;定量分析的任务是测定物质各组成部分的含量。在实际工作中,首先必须了解物质的定性组成,即试样的主要成分(或官能团)和主要杂质,必要时则需做试样的全分析,然后根据测定要求选择适当的定量分析方法。

1. 常规分类

分析化学中使用的分析方法通常分为两大类,即化学分析法(Chemical Analysis)和仪器分析法(Instrumental Analysis)。

(1) 化学分析法。以化学反应及其计量关系来确定被测定物质的组成和含量的一类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。

① 重量分析法。通过化学反应及一系列操作步骤使试样中的待测组分转化为另一种纯的、固定化学组成的化合物,再称量该化合物的质量,从而计算出待测组分的含量,这样的分析方法称为重量分析法。

② 滴定分析法。将已知准确浓度的试剂溶液(标准溶液),滴加到待测物质溶液中,使其与待测组分发生化学反应,而加入的试剂量恰好为完成反应所必需的(用适当的方法指示出滴定终点),根据加入试剂的准确体积和浓度计算出待测组分的含量,这样的分析方法称为滴定分析法(旧称容量分析法)。

重量分析法和滴定分析法通常用于高含量或中含量组分的测定,即待测组分的含量一般在 1% 以上。重量分析法准确度高,至今还有许多分析测定采用重量分析方法作为标准分析方法。只是重量分析法速度慢,因而使其应用受到限制。滴定分析法较重量分析法操作简便、快速,测定的相对误差在 0.2% 左右,因而是重要的例行检测手段,有很大的实用价值。

(2) 仪器分析法。借助光电仪器测量试样溶液的光学性质(如吸光度或谱线强度)、电学性质(如电流、电位、电导)等物理或物理化学性质来求出待测组分含量的方法,称为仪器分析法(也称为物理及物理化学分析方法)。仪器分析的方法众多,

而且各种方法相对独立,可自成体系。常用的仪器分析法有光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、热分析法和质谱分析法等。

①光学分析法。基于能量作用于待测物质后,物质的热力学能变以辐射(电磁波)的形式表现出来,用合适的仪器将电磁波(光谱)记录下来,再依据一定的原理进行分析检测,这类方法称为光学分析法。

有的物质,其吸光度(吸收光的程度)与浓度有关,浓度越大,其吸光度越大,利用这一性质可作吸光光度法测定。近年来各种光度法如双波长、三波长、示差等方法应用渐多,可在一定程度上消除杂质干扰,免去分离步骤。

用红外光或紫外光照射不同的试样,如有机化合物,可得到不同的光谱图。根据这些谱图能够测定有机物质的结构及含量等,这类方法称为红外吸收光谱分析法和紫外吸收光谱分析法。

不同的元素可以产生不同的光谱是元素的特性。通过检查元素光谱中几根灵敏而且较强的谱线(“最后线”)可进行定性分析,这是最灵敏的定性方法之一。此外,还可根据谱线的强度进行定量分析,这种方法称为发射光谱分析法。

利用不同的元素可以吸收不同波长的光的性质而建立的分析方法,称为原子吸收光谱分析法。

某些物质在紫外线照射下可产生荧光,在一定条件下,荧光的强度与该物质的浓度成正比,利用这一性质所建立的测定方法,称为荧光分析法。

②电化学分析法。以物质在溶液中的电化学性质变化测定物质组分含量的方法,称为电化学分析法。它将含有待测物的试液组成化学电池,通过测量电池的电化学参数,如电导、电位、电流或电量等电信号,从而获得待测物的组成或含量。常用的电化学分析方法有电位分析法、库仑分析法、极谱法和伏安法,早期使用的还有电导分析法。

③色谱法。以物质在互不相溶的两相中分配系数的差异为基础建立起来的分离和分析方法,称为色谱法(又名色层法)。目前广泛使用的有气相色谱法、高效液相色谱法和离子色谱法。近几十年来,发展了许多新的色谱技术,如临界流体色谱法、毛细管电泳和毛细管电色谱法等。

④质谱法。待测物质在离子源中被电离成带电离子,经质量分析器按离子的质荷比的大小进行分离,并以谱图形式记录下来,根据记录的质谱图确定待测物的组成和结构,这种分析方法称为质谱法。

此外,还有热分析法、电子能谱等仪器分析方法。

2. 根据测定对象分类

根据测定对象的不同,分析方法又可分为无机分析和有机分析。

(1)无机分析。无机分析的对象是无机物,它们大多数是电解质,因此一般都是测定其离子或原子团来确定各组成及含量。

(2)有机分析。有机分析的对象是有机物,它们大多数是非电解质,因此一般是分析其元素或官能团来确定组成及含量。但也经常通过测定物质的某些物理常数如沸点、凝固点及沸程等来确定其组成及含量。

3. 依据试样用量分类

分析方法依据试样用量不同,又可分为常量、半微量及微量分析等,各类方法的样品用量见表1-1。

表1-1 各类方法的样品用量

方 法	试样质量(mg)	试液体积(mL)
常量分析	100 ~ 1000	10 ~ 100
半微量分析	10 ~ 100	1 ~ 10
微量分析	0.1 ~ 10	0.01 ~ 1
超微量分析	0.001 ~ 0.1	0.001 ~ 0.01

4. 按生产要求分类

按生产要求不同,又可将分析工作分为例行分析和仲裁分析。

(1)例行分析。例行分析是指一般分析化验室配合生产的日常分析,也称常规分析。为控制生产正常进行需要迅速报出分析结果,这种例行分析称为快速分析(也称为中控分析)。

(2)仲裁分析。不同单位对分析结果有争议时,要求有关单位用指定的方法进行准确的分析,以判断原分析结果的可靠性,这种分析工作称为仲裁分析(也称为裁判分析)。

三、分析化学的发展

分析化学是随着化学和其他相关学科的发展而不断发展的,目前正处在第三次大变革时期。现代分析化学已不只限于测定物质的组成和含量,而是要对物质的形态(如价态、配位态、晶型等)、结构(空间分布)、微区、薄层、化学活性和生物活性等做出瞬时跟踪监测,实现无损分析、在线监测分析和过程控制等。现代分析化学的发展趋势大体可归纳为以下几个方面:

1. 提高灵敏度

提高灵敏度是各种分析化学方法长期以来所追求的目标。例如,激光技术引入

光学分析法,使原子吸收光谱分析法、荧光光谱分析法、质谱分析法以及光声光谱分析法等仪器分析法的灵敏度大大提高。多元配合物、表面活性剂等引入使吸光度法、极谱法和伏安法、色谱等分析方法的灵敏度提高一到几个数量级,分析性能也大幅度提高。

2. 提高选择性

迄今,已知的化合物超过 2400 万种,而且新的化合物正在以指数速度增加。复杂体系的分离和测定已成为分析化学家面临的艰巨任务。尽管色谱分离技术取得了长足的发展,但还是满足不了科学研究和生产发展的需要,例如,蛋白质、DNA 等生物大分子的分离测定,对毛细管电泳技术、核磁共振波谱法和质谱法等提出了更高的要求。

各种选择性检测技术、选择性试剂以及多组分同时测定技术等是当前分析化学研究的重要课题。

3. 状态分析

在环境科学中,同一元素的不同价态和所生成的不同有机化合物分子的不同形态在毒性上可能存在很大差异。在材料科学中物质的不同晶态或结合态对材料性能的影响十分显著,因此,必须对待测组分进行价态或状态分析。目前,光谱电化学分析法、溶出伏安分析法、X 射线电子能谱分析法、热分析法和 X 射线衍射分析法等在这方面有广泛的应用前景。

4. 微型化与微环境分析

微型化及微环境分析是现代分析化学认识物质世界从宏观向微观的延伸。随着电子技术、光学技术等向微型化的发展,推动了分析化学研究微观世界的进程。纳米技术的兴起,促进了纳米化学传感器的研制成功,从而可以研究单个细胞内生物活性物质的运动和变化。

5. 生物分析与活体分析

20 世纪后期,生命科学取得了迅猛发展,生命科学引起了各学科研究者的关注,它也成为分析化学的重要研究领域,生物分析技术的发展必将促进生命科学的发展。目前,生物光化学传感器和生物电化学传感器的研究十分活跃,酶传感器、免疫传感器、DNA 传感器、细胞传感器等不断涌现。纳米传感器的出现为活体分析带来了机遇,Adams 等采用微电极实现了在体检测多巴胺、5-羟色胺、去甲肾上腺素等神经递质。DNA 芯片技术和蛋白质芯片技术将大大拓展分析化学的研究领域。

6. 扩展时空多维信息

现代分析化学已不再局限于将待测组分从复杂试样中分离出来进行表征和测

量,而是成为一门为物质提供尽可能多的化学信息的科学。当前,人们对客观世界的认识不断深入,那些过去不熟悉的领域,如多维、不稳态和边界条件等已逐渐提到分析化学家的议事日程上来。采用现代核磁共振波谱、红外光谱、质谱等可提供有机物分子和生物分子的精细结构、空间排列构型以及瞬时状态等信息,为人们对化学反应历程及生命过程的认识展现了光辉的前景。

四、工业生产分析的任务和作用

工业生产分析是定量分析方法在工业生产中的应用。其任务是研究各种生产中的原辅料及产品的分析方法,各种生产过程中的中间产品和副产品的分析方法以及工业生产中燃料、工业用水、三废等的分析方法,此外还有动力分析及安全生产分析等分析方法。

通过工业生产分析,可以评定原料、半成品和成品的质量及检查生产工艺过程中温度、压力等是否正常,以达到最经济、最合理地使用原料和燃料、减少次品废品、及时消除生产故障、保证产品质量的目的,同时避免财物的浪费和损失。因此,工业生产分析在生产中起着指导生产、控制生产的作用。

工业生产分析在国民经济建设中也具有重要作用。例如地质勘探工作中矿石的鉴定、冶金部门炼铁炉前分析、考古学中文物出土分析、卫生部门的药物检验及致癌物分析、粮食部门对食品及霉菌残毒分析、农业部门关于土壤化肥的分析、水利部门对水质的检验以及国防部门对化学毒剂的分析等,凡是涉及化学变化的内容都要运用分析化学。

随着科学技术和石油化工的迅速发展,对分析化学工作者也提出了更高更新的要求,使工业生产分析向着快速、准确和用量少的方向发展。在任务上不仅要做成成分分析和定量分析,还要做形态、价态和结构的分析,将分析方法的研究推向一个更高的境界。

总之,科学的发展推动工业生产的前进,反过来工业生产分析又为科学研究提供了先进的分析手段。

第二节 滴定分析概论

滴定分析法是以滴定的方式测定物质含量的方法。通常用于测定常量组分,准确度较高,在一般情况下,测定的误差不超过 0.2%,且操作简便、快速,所用仪器简单、价格便宜。因此,滴定分析法是化学分析中很重要的一类方法,具有较高的实用

价值。

进行滴定分析时,将被测物溶液置于锥形瓶(或烧杯)中,将一种已知其准确浓度的溶液即标准溶液由滴定管滴加到待测物的溶液中,直到所滴加的试剂与被测物质按化学计量关系反应完全为止。由所消耗的标准溶液的体积和它的浓度,可计算出被测物质的含量。由于这种测定方法是以测量溶液体积为基础,故又称为容量分析法。

将标准溶液从滴定管加到被测物溶液中的过程,称为滴定。当加入的标准溶液(又称滴定剂)与被测组分定量反应完全时,我们称反应达到了“化学计量点”。为了确定化学计量点,使操作者在最接近化学计量点时停止滴定,常加入一种辅助试剂(指示剂),借助指示剂在化学计量点附近发生颜色改变来指示反应的完成,这一颜色转变点称为“滴定终点”。因滴定终点与化学计量点不一致造成的误差称“终点误差”,又叫滴定误差。终点误差是滴定分析误差的主要来源之一,其大小决定于化学反应的完全程度和指示剂的选择。另外也可以采用仪器分析法来确定滴定终点。

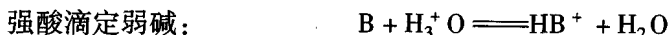
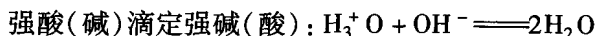
一、滴定分析的要求和分类

要进行滴定分析,必须具备以下3个条件:

- (1)要有能准确称量物质质量的天平和测量溶液体积的器皿。
- (2)要有能进行滴定的标准溶液。
- (3)要有准确确定化学计量点的指示剂或其他方法。

根据所利用的化学反应的不同,滴定分析法可分为4类:

(1)酸碱滴定法。它是一种以质子传递反应为基础的滴定分析方法。一般的酸、碱以及能与酸、碱直接或间接发生质子转移的物质,都可以用酸碱滴定法测定。例如:



(2)配位滴定法。它是一种以配位反应为基础的滴定分析方法。常用有机配位剂乙二胺四乙酸的二钠盐(EDTA,用 H_2Y^{2-} 表示)作滴定剂,滴定金属离子。例如:

