



全国医药类高职高专规划教材·药品类专业

分析化学

主 编 朱开梅 邹继红



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

全国医药类高职高专规划教材·药品类专业

供药学、医学检验、药物制剂、生物工程、预防医学等专业用

分析化学

主 编 朱开梅 邹继红

副主编 侯小涛 贺凤伟 桂劲松

编 者 (按姓氏笔画为序)

田宗明 浙江医药高等专科学校

刘 通 辽宁科技学院

朱开梅 桂林医学院

纪从兰 安徽中医药高等专科学校

何翠薇 广西中医药大学

张学东 首都医科大学燕京医学院

杨联敏 柳州医学高等专科学校

邹继红 赤峰学院

罗 旭 张掖医学高等专科学校

侯小涛 广西中医药大学

贺凤伟 辽宁科技学院

桂劲松 桂林医学院



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

《分析化学》教材包括上篇理论知识和下篇实验指导。理论知识篇将化学分析和仪器分析作为一个整体,编排了14章内容,在课程体系和教学内容上进行了大幅度地改革,使其真正成为一本21世纪的通用型分析化学教材。实验部分包括分析化学实验仪器及操作和28个实验项目,供各院校根据实际教学需要选用。本教材适用于药学、医学检验、药物制剂、生物工程、预防医学等专业教学使用,也可供其他相关专业参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/朱开梅,邹继红主编. —西安:西安交通大学出版社,2012.11

ISBN 978-7-5605-4508-0

I. ①分… II. ①朱… ②邹… III. ①分析化学—高等职业教育—教材 IV. ①065

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第190699号

书 名 分析化学
主 编 朱开梅 邹继红
责任编辑 问媛媛

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西奇彩印务有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 27.625 字数 668千字
版次印次 2012年11月第1版 2012年11月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-4508-0/O·406
定 价 52.00元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668803 (029)82668804

读者信箱:xjupress@163.com

版权所有 侵权必究

前言

西安交通大学出版社全国医药类高职高专规划教材《分析化学》是药学、医学检验、生物工程、预防医学、环境、化工、材料等专业的一门重要基础课教材,适用于高职三年制学生使用。本书包括理论知识和实训指导两篇。理论知识篇将化学分析和仪器分析作为一个整体,在课程体系和教学内容上进行了大幅度改革,使其真正成为一本 21 世纪的通用型分析化学教材。理论知识共 14 章,包括绪论、误差和分析数据的处理、滴定分析概述、酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法与重量分析法、电位法和永停滴定法、紫外-可见分光光度法、荧光分析法、原子吸收分光光度法、经典液相色谱法、气相色谱法、高效液相色谱法。对分析化学中各类分析方法的基本原理、仪器结构、特点、应用领域及最新进展等做了介绍。每章前有学习目标,后有小结和检测题,并有分析化学前沿知识作为知识链接供学习阅读,力争给读者提供最新的分析化学知识和技巧,以尽可能提高读者的学习效率和乐趣。

在教材编写过程中,本书始终贯彻实用为主,必需、够用、管用的原则,满足岗位工作需求,突出职业能力培养,强化职业素养训练。降低基本理论知识的理论性与复杂性,增加技能训练的实用性与有效性,素质培养注重长远性与多维性。

本书由朱开梅、邹继红主编,侯小涛、贺凤伟、桂劲松为副主编。编写分工为,贺凤伟、刘通(一、四章),罗旭(二、五章),田宗明(三章),朱开梅、邹继红(六、八章),桂劲松(七、十三章),杨联敏(九章),张学东(十章),侯小涛(十一章),纪从兰(十二章),何翠薇(十四章),全书朱开梅统稿,桂劲松任编写组秘书。

本教材的编写过程中,得到了主编、编者所在单位以及西安交通大学出版社的大力支持和帮助,在此表示谢意。由于编者水平和编写时间有限,教材中存在缺点和错误在所难免,恳请读者多提宝贵意见,以便我们修订完善。

编者

2012 年 9 月

目 录

上篇 理论知识

第一章 绪论	(003)
第一节 分析化学的任务和作用	(003)
第二节 分析方法的分类	(004)
一、无机分析和有机分析	(004)
二、化学分析和仪器分析	(004)
三、常量分析、半微量分析、微量分析及超微量分析	(005)
四、定性分析、定量分析、结构分析及形态分析	(005)
第三节 分析化学的发展和展望	(006)
第四节 分析过程与学习要求	(007)
一、分析过程	(007)
二、学习要求	(007)
第二章 误差和分析数据的处理	(010)
第一节 误差及其产生的原因	(010)
一、系统误差及其产生原因	(010)
二、偶然误差及其产生原因	(011)
第二节 误差的表示方法	(012)
一、准确度与误差	(012)
二、精密度与偏差	(012)
三、准确度与精密度的关系	(014)
四、提高分析结果准确度的方法	(014)
第三节 有效数字及其运算法则	(016)
一、有效数字的概念	(016)
二、数字的修约规则	(017)
三、有效数字在定量分析中的应用	(018)
第四节 实验数据的统计处理	(019)
一、 t 分布曲线	(019)
二、平均值的精密度和置信区间	(020)
三、可疑数据的取舍	(021)

四、显著性检验	(023)
五、相关和回归	(025)
第三章 滴定分析法概述	(028)
第一节 滴定分析法基础	(028)
一、滴定分析的特点和分类	(028)
二、滴定分析对化学反应的要求与滴定方式	(029)
第二节 标准溶液	(031)
一、试剂与基准物质	(031)
二、标准溶液	(033)
第三节 滴定分析中的有关计算	(034)
一、滴定分析计算的基本公式	(034)
二、标准溶液浓度的计算	(035)
三、被测组分百分含量的计算	(035)
四、滴定分析计算示例	(036)
第四章 酸碱滴定法	(039)
第一节 水溶液中的酸碱平衡	(039)
一、酸碱的质子理论	(039)
二、水的质子自递反应	(040)
三、酸碱的强度及其共轭酸碱对的 K_a 与 K_b 的关系	(041)
四、酸碱溶液 pH 值的计算	(043)
第二节 酸碱指示剂	(047)
一、指示剂的变色原理	(047)
二、变色范围和变色点	(048)
三、影响指示剂变色范围的因素	(050)
第三节 酸碱滴定类型及指示剂的选择	(053)
一、强酸强碱的滴定	(053)
二、一元弱酸(弱碱)的滴定	(055)
三、多元酸(碱)的滴定	(060)
第四节 溶液中酸碱分布系数与终点误差	(064)
一、不同酸度下溶液中酸碱存在型体的分布	(064)
二、滴定终点误差	(067)
第五节 非水溶液中的酸碱滴定法	(069)
一、溶剂的分类和性质	(069)
二、非水溶液中的酸碱滴定	(071)
第六节 应用与示例	(073)
一、酸碱标准溶液的配制与标定	(073)
二、应用实例	(074)

第五章 配位滴定法	(080)
第一节 概述	(080)
一、EDTA 及其配位特性	(080)
二、配合物的稳定常数	(082)
三、配位反应的副反应及副反应系数	(082)
四、配合物的条件稳定常数	(086)
第二节 配位滴定的基本原理	(087)
一、滴定曲线	(087)
二、配位滴定中酸度的控制	(089)
三、金属指示剂	(092)
第三节 EDTA 标准溶液的配制与标定	(094)
一、EDTA 标准溶液的配制与标定	(094)
二、锌标准溶液的配制与标定	(095)
第四节 配位滴定的方式及应用	(095)
一、配位滴定方式	(095)
二、应用实例	(097)
第六章 氧化还原滴定法	(100)
第一节 氧化还原反应	(100)
一、条件电位	(100)
二、氧化还原反应的条件平衡常数	(101)
三、影响氧化还原反应速率的因素	(103)
第二节 氧化还原滴定法原理	(104)
一、滴定曲线及影响因素	(104)
二、氧化还原滴定中的指示剂	(106)
第三节 高锰酸钾法	(107)
一、基本原理	(107)
二、标准溶液	(108)
第四节 碘量法	(108)
一、基本原理	(108)
二、标准溶液	(110)
第五节 亚硝酸钠法	(111)
一、基本原理	(111)
二、指示剂	(112)
三、标准溶液	(112)
第六节 其他氧化还原滴定法	(112)
一、铈量法	(112)
二、重铬酸钾法	(113)

三、溴酸钾法	(113)
第七节 氧化还原滴定应用示例	(114)
一、应用碘量法测定含量	(114)
二、氧化还原滴定法的相关计算	(115)
第七章 沉淀滴定法和重量分析法	(119)
第一节 沉淀滴定法	(119)
一、银量法的基本原理	(119)
二、银量法的终点指示方法	(121)
三、银量法的标准溶液和基准物质	(126)
四、银量法在医学检验和药物分析中的应用	(127)
第二节 重量分析法	(127)
一、沉淀重量分析法	(128)
二、挥发重量法	(139)
三、萃取重量法	(141)
第八章 电位法和永停滴定法	(149)
第一节 电位法的基本原理	(149)
一、化学电池	(149)
二、参比电极和指示电极	(150)
第二节 直接电位法	(152)
一、溶液 pH 值的测定	(152)
二、其他离子浓度的测定	(156)
第三节 电位滴定法	(160)
一、确定电位滴定终点的方法	(161)
二、应用示例	(163)
第四节 永停滴定法	(164)
一、基本原理	(164)
二、应用示例	(165)
第九章 紫外-可见分光光度法	(169)
第一节 概述	(169)
一、发展概况	(169)
二、定义	(169)
三、特点	(169)
第二节 电磁辐射和光谱分析法	(170)
一、电磁辐射与电磁波谱	(170)
二、光谱分析法	(171)
三、物质对光的选择性吸收	(173)

第三节 基本原理	(174)
一、紫外-可见吸收光谱	(174)
二、Lambert-Beer 定律	(175)
第四节 紫外-可见分光光度计	(181)
一、主要部件	(181)
二、紫外-可见分光光度计的类型	(183)
第五节 显色反应及显色条件的选择	(185)
一、对显色反应的要求	(186)
二、显色条件的选择	(186)
第六节 测量条件的选择	(189)
一、入射波长的选择	(189)
二、参比溶液的选择	(189)
三、吸光度范围的选择	(190)
第七节 定性和定量分析方法	(190)
一、定性鉴别	(190)
二、纯度检测	(190)
三、单组分样品的定量方法	(191)
四、多组分样品的定量方法	(192)
五、差示分光光度法	(193)
第八节 紫外吸收光谱与有机化合物分子结构的关系	(193)
一、电子跃迁类型	(193)
二、常用光谱术语	(195)
三、吸收带	(196)
四、溶剂效应	(196)
五、紫外光谱在有机化合物结构研究中的应用	(197)
第十章 荧光分析法	(202)
第一节 概述	(202)
第二节 基本原理	(203)
一、荧光的产生	(203)
二、激发光谱和发射光谱	(205)
三、荧光与分子结构	(206)
四、影响荧光强度的外部因素	(208)
第三节 荧光定量分析方法	(210)
一、荧光强度与物质浓度的关系	(210)
二、定量分析方法	(211)
第四节 荧光分光光度计和荧光分析新技术	(212)
一、荧光分光光度计	(212)
二、荧光分析新技术简介	(213)

(第五节 应用示例.....	(215)
(一、无机化合物的荧光分析	(215)
(二、有机化合物的荧光分析	(215)
(三、基因研究及检测	(215)
(181)	
第十一章 原子吸收分光光度法.....	(218)
(第一节 概述	(218)
(第二节 基本原理.....	(219)
(一、共振线和吸收线	(219)
(二、谱线轮廓与谱线变宽	(221)
(三、原子蒸气中基态与激发态原子的分配	(222)
(四、原子吸收值与原子浓度的关系	(223)
(第三节 原子吸收分光光度计.....	(223)
(一、仪器的主要部件	(223)
(二、原子吸收分光光度计的类型	(225)
(第三节 原子吸收光谱法的实验方法.....	(227)
(一、干扰及其抑制	(227)
(二、定量分析方法	(228)
(三、应用示例	(232)
(801)	
第十二章 经典液相色谱法.....	(236)
(第一节 概述.....	(236)
(一、色谱法的产生及其发展	(236)
(二、色谱法的分类	(237)
(三、色谱法的基本原理	(238)
(第二节 柱色谱法.....	(242)
(一、液-固吸附柱色谱法.....	(242)
(二、液-液分配柱色谱法.....	(245)
(三、离子交换柱色谱法	(246)
(四、空间排阻色谱法	(247)
(五、常用柱色谱的操作方法	(247)
(六、柱色谱法的应用	(249)
(第三节 薄层色谱法.....	(249)
(一、基本原理	(249)
(二、吸附剂的选择	(250)
(三、展开剂的选择	(250)
(四、操作方法	(251)
(五、定性与定量分析	(254)
(六、应用示例	(256)

第四节 纸色谱法	(257)
一、纸色谱法的原理	(257)
二、影响 R_f 值的因素	(257)
三、实验方法	(258)
四、应用示例	(259)
第十三章 气相色谱法	(263)
第一节 概述	(263)
一、气相色谱法分类	(263)
二、气相色谱法的特点及应用	(263)
三、气相色谱仪的一般流程	(264)
第二节 基本理论	(264)
一、塔板理论	(264)
二、速率理论	(267)
第三节 气相色谱固定相	(269)
一、固定液	(269)
二、载体	(271)
三、气-液色谱填充柱的制备	(272)
第四节 检测器	(273)
一、热导检测器	(273)
二、氢火焰离子化检测器	(275)
三、电子捕获检测器	(276)
四、检测器的性能指标	(278)
第五节 分离条件的选择	(279)
一、分离度	(279)
二、实验条件的选择	(280)
第六节 定性与定量分析方法	(282)
一、定性分析	(282)
二、定量分析	(284)
三、应用示例	(288)
第十四章 高效液相色谱法	(295)
第一节 高效液相色谱法的特点与分类	(295)
一、高效液相色谱法的特点	(295)
二、高效液相色谱法的分类	(296)
第二节 高效液相色谱法的速率理论	(297)
一、柱内峰展宽	(297)
二、柱外峰展宽	(299)
第三节 高效液相色谱法的固定相	(299)

一、液-固吸附色谱固定相	(299)
二、化学键合相色谱固定相	(300)
三、固定相的选择	(301)
第四节 高效液相色谱法的流动相	(301)
一、流动相的极性和强度	(301)
二、流动相的选择	(303)
三、流动相的特点及洗脱方式	(305)
第五节 高效液相色谱仪	(305)
一、高压输液泵	(305)
二、进样器	(307)
三、色谱柱	(307)
四、检测器	(308)
第六节 应用示例	(309)
一、分离分析方法的选择	(309)
二、应用示例	(310)
第七节 高效毛细管电泳法简介	(311)

下篇 实验指导

分析化学实验仪器及操作	(316)
实验一 称量练习	(328)
实验二 氯化钡结晶水的测定	(336)
实验三 氢氧化钠标准溶液(0.1 mol/L)的配制与标定	(338)
实验四 药物阿司匹林的含量测定	(340)
实验五 盐酸标准溶液(0.2 mol/L)的配制与标定	(343)
实验六 药用 ZnO 的含量测定	(345)
实验七 药用硼砂的含量测定	(347)
实验八 高氯酸标准溶液(0.1 mol/L)的配制与标定	(349)
实验九 药用水杨酸钠的含量测定	(352)
实验十 EDTA 标准溶液的配制与标定	(354)
实验十一 水的硬度测定	(356)
实验十二 碘标准溶液(0.05 mol/L)的配制与标定	(358)
实验十三 维生素 C 的测定	(360)
实验十四 高锰酸钾溶液的配制与标定(0.02 mol/L)	(362)
实验十五 原料药硫酸亚铁的含量测定	(364)
实验十六 用酸度计测定药物液体制剂的 pH 值	(366)
实验十七 亚硝酸钠标准溶液的配制与标定	(369)
实验十八 永停滴定法测定磺胺类药物	(371)
实验十九 邻二氮菲比色法测定水中的含铁量	(373)
实验二十 维生素 B ₁₂ 注射液的定性鉴别及含量测定	(376)

实验二十一	荧光光度法测定维生素 B ₂ 的含量	(378)
实验二十二	几种金属离子的吸附柱色谱.....	(380)
实验二十三	薄层色谱法分离复方新诺明片中 TMP 与 SMZ	(381)
实验二十四	纸色谱法分离鉴定蛋氨酸和甘氨酸.....	(383)
实验二十五	酊剂中乙醇含量的测定.....	(384)
实验二十六	程序升温毛细管气相色谱法测定药物中有机溶剂残留量.....	(386)
实验二十七	高效液相色谱法测定苯丙酸诺龙注射液的含量.....	(388)
实验二十八	高效液相色谱法测定原料药阿司匹林中水杨酸的含量.....	(390)
附录.....		(392)
附表 1	常用式量表	(392)
附表 2	国际原子量表	(394)
附表 3	难溶化合物的溶度积	(396)
附表 4	弱酸、弱碱在水中的离解常数	(398)
附表 5	常见配合物的稳定常数	(400)
附表 6	标准电极电位表	(414)
附表 7	一些氧化还原电对的条件电位表	(418)
附表 8	0~95℃时标准缓冲液的 pH 值	(419)
附表 9	常用的指示剂及其配制	(420)
附表 10	常用缓冲溶液的配制	(422)
附表 11	常用酸碱的密度、含量和浓度	(424)
附表 12	气相色谱中常用的固定液	(425)
附表 13	一些化合物的相对质量校正因子(f_m)和沸点	(427)
参考文献.....		(428)

第一章 绪 论

2 学习目标 上 篇

第一节 分析化学的任务 理论知识

分析化学(analytical chemistry)是研究物质组成、含量、结构与形态等化学信息的分析方法及相关理论的学科。它所解决的主要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,以及各个组分的含量是多少,是人们认识物质、了解自然不可或缺的一种科学技术。分析化学是化学领域最早发展起来的一个重要分支。

分析化学是一门应用性科学,作为一种检测手段,在各个领域中都占有重要地位,它不仅对化学本身的发展起着重大的作用,而且在国民经济、科学研究、医药卫生、社会生活等方面都起着十分重要的作用。

国民经济建设中,分析化学有着广泛的意义。如工业生产中的原料、中间体、成品的分析;农业生产中的土壤、肥料、粮食及农药分析;天然资源勘探中的矿物分析以及原子能材料、半导体材料、陶瓷材料中的微量杂质分析等,都要应用分析化学的知识、方法和技术。所以,分析化学已经渗透到工业、农业、国防和科学技术等各个领域,成为工农业生产的“眼睛”,是产品质量的可靠保证。

科学研究中,分析化学一直都占有重要地位。如原子、分子光谱的测定,酶活性的测定,化学基本定律的建立等都是应用了分析化学的方法。在当今以信息科学为基础的高科技为基础的世纪革命中,分析化学在能源工程、建筑工程、发酵工程及纳米技术等研究方面也发挥着重要作用。因此,分析化学的发展已成为衡量一个国家科学技术水平发展的重要标志之一。现在,分析化学实际上已成为“从事科学研究的科学”。

医药卫生事业中,临床检验、疾病诊断、病因调查、新药研制、药品质量控制、中草药有效成分分离纯化鉴定、药物代谢和药物动力学研究等,都离不开分析化学。同时在药学专业教育中,分析化学是一门重要的专业基础课,其理论知识和实验技能在药物分析学、药物化学、天然药物化学、药理学、药理学及中药学等各个学科都有广泛应用。同学们通过分析化学的学习,不仅能掌握各种物质的分析方法和理论,还能学到科学研究的方法,提高观察、判断问题和分析、解决问题的能力,建立定性和定量的概念,培养进行精密科学实验的技能,促进全面的素质发展。

第一章 绪论

学习目标

【熟悉】分析化学的任务和分析方法的分类。

【了解】分析化学的作用和分析步骤;分析化学与医药类专业的关系及其发展趋势。

第一节 分析化学的任务和作用

分析化学(analytical chemistry)是研究物质组成、含量、结构与形态等化学信息的分析方法及相关理论的学科。它所解决的主要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,以及各个组分的含量是多少,是人们认识物质、了解自然不可或缺的一种科学技术。分析化学是化学领域最早发展起来的一个重要分支。

分析化学是一门应用性科学,作为一种检测手段,在各个领域中都占有重要地位。它不仅对化学本身的发展起着重大的作用,而且在国民经济、科学研究、医药卫生、社会生活等方面都起着十分重要的作用。

国民经济建设中,分析化学有着广泛的意义。如工业生产中的原料、中间体、成品的分析,农业生产中的土壤、肥料、粮食及农药分析,天然资源勘探中的矿物分析以及原子能材料、半导体材料、超纯物质中的微量杂质分析等,都要应用分析化学的知识、方法和技术。所以,分析化学已经渗透到工业、农业、国防和科学技术等各个领域,成为工农业生产的“眼睛”,是产品质量的可靠保证。

科学研究中,分析化学一直都占有重要地位。如原子、分子学说的创立,相对原子质量的测定,化学基本定理的建立等都是利用了分析化学的方法。在当今以生物科学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、发酵工程及纳米技术等研究方面也发挥着重要作用。因此,分析化学的发展已成为衡量一个国家科学技术水平发展的重要标志之一。现在,分析化学实际上已成为“从事科学研究的科学”。

医药卫生事业中,临床检验、疾病诊断、病因调查、新药研制、药品质量控制、中草药有效成分的分类和测定、药物代谢和药物动力学研究等,都离不开分析化学。同时在药学专业教育中,分析化学是一门重要的专业基础课,其理论知识和实验技能在药物分析学、药物化学、天然药物化学、药剂学、药理学及中药学等各个学科都有广泛应用。同学们通过分析化学的学习,不仅能掌握各种物质的分析方法和理论,还将学到科学研究的方法,提高观察、判断问题和分析、解决问题的能力,建立定性和定量的概念,培养进行精密科学实验的技能,促进全面的素质发展。

第二节 分析方法的分类

根据分析任务的目的、分析对象、测定原理、操作方法及试样用量的不同,分析方法可以分为许多种类。

一、无机分析和有机分析

依据分析对象的不同,分析方法可分为无机分析(inorganic analysis)和有机分析(organic analysis)。无机分析的研究对象是无机物,有机分析的研究对象是有机物。

在无机分析中,组成无机物的元素种类较多,通常要求鉴定物质的组成和测定各成分的百分含量。在有机分析中,组成有机物元素的种类不多,但结构相当复杂,分析的重点是官能团分析和结构分析。

无机分析和有机分析应用于国民经济各部门中,形成了许多特定对象的分析。如金属与合金分析、硅酸盐材料分析、药物分析、食品分析、土壤分析、水质分析及大气分析等。

二、化学分析和仪器分析

依据测定原理和操作方法的的不同,分析方法可分为化学分析(chemical analysis)和仪器分析(instrumental analysis)。

(一)化学分析

以物质的化学性质为基础的分析方法称为化学分析法。化学分析法历史悠久,是分析化学的基础,又称经典分析法。到目前为止,对常量组分的测定多采用此类方法。化学分析法在定量分析中主要有滴定分析法(titrimetry)和重量分析法(gravimetry)。

(1)滴定分析法 若将一种已知准确浓度的试剂溶液,滴加到被测组分的溶液中,直到恰好与被测组分反应完全为止,由消耗的试剂溶液体积及其浓度计算被测组分的含量,称为滴定分析法。滴定分析法主要有:酸碱滴定法、氧化还原滴定法、配位滴定法和沉淀滴定法等。

(2)重量分析法 根据某一化学反应及一系列操作,使试样中的被测组分定量地转化成一种纯粹的、有固定组成的物质,称量所得反应产物的质量,从而计算被测组分的含量,这样的分析方法称为重量分析法。重量分析法主要有挥发法、萃取法和沉淀法等。

化学分析应用范围广,所用仪器简单,结果准确,相对误差一般小于0.2%。但是对于试样中微量成分的定性与定量分析往往不够灵敏,也不适用于快速分析,需与仪器分析配合。

(二)仪器分析

以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法称为物理和物理化学分析法。根据待测组分的某种物理性质(如密度、相变温度、折射率、旋光度、色谱及光谱特征等)与组分的关系,不经化学反应直接进行定性、定量或结构分析的方法,称为物理分析法(physical analysis)。根据待测组分在化学变化中的某种物理性质与组分之间的关系,进行定性、定量或结构分析的方法,称为物理化学分析法(physicochemical analysis)。这类方法都需要较特殊的精密仪器,故通常称为仪器分析。仪器分析灵敏、快速、准确,发展很快,应用日趋广泛。仪器分析又可分为: