

全国卫生院校高职高专教学改革实验教材

The top half of the cover features a bright yellow background. On the left, there are three pieces of laboratory glassware: a round-bottom flask containing a blue liquid, a larger round-bottom flask containing a green liquid, and a smaller Erlenmeyer flask containing a yellow liquid. On the right, there is a ball-and-stick molecular model of a water molecule (H₂O), with a red central atom and two white peripheral atoms. The bottom half of the cover is a solid dark blue color.

分析化学

(药学类各专业用)

□ 主编 李维斌



高等教育出版社

全国卫生院校高职高专教学改革实验教材

分析化学

(药学类各专业用)

主 编 李维斌

副主编 谢庆娟

编 者 (以姓氏拼音为序)

陈嘉冰 福建卫生职业技术学院

冯 军 定西卫生学校

刘世华 大连铁路卫生学校

李维斌 楚雄卫生学校

余金明 常德职业技术学院

王延平 齐齐哈尔市卫生学校

谢庆娟 重庆市药剂学校

徐俊然 河北职工医学院

高等教育出版社

内容提要

本书分为化学分析和仪器分析两大部分,共十七章。内容包括:绪论、分析天平与称量方法、误差和分析数据的处理、重量分析法、滴定分析法概论、酸碱滴定法、非水溶液酸碱滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、电势分析法和永停滴定法、紫外-可见分光光度法、液相色谱法、气相色谱法、高效液相色谱法、原子吸收分光光度法、其他仪器分析法及相应的实验、思考与练习题等。

全书内容简明扼要、重点突出、理论与实际联系紧密,突出技能培养,适合高职高专院校药学、中药学、检验等专业培养实用型人才的需要。亦可作为大学专科、高职高专其他专业及成人高校各相关专业的教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/李维斌主编. —北京:高等教育出版社,
2005.11

药学类各专业用

ISBN 7-04-018063-4

I. 分... II. 李... III. 分析化学-高等学校:
技术学校-教材 IV. O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 119267 号

策划编辑 席 雁 责任编辑 周先海 封面设计 张 楠 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 朱惠芳 责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landracoc.com
印 刷	北京原创阳光印业有限公司		http://www.landracoc.com.cn
开 本	787×1092 1/16	版 次	2005 年 11 月第 1 版
印 张	28.25	印 次	2005 年 11 月第 1 次印刷
字 数	690 000	定 价	46.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18063-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

前 言

为积极推进高职高专课程和教材改革,开发和编写反映新知识、新技术、新工艺、新方法,具有职业教育特色的课程和教材,针对高职高专培养应用型人才的目标,结合教学实际,高等教育出版社组织有关专家、教师及临床一线人员编写了此套高职高专教学改革实验教材。

本书包括化学分析和仪器分析两大部分,共十七章。化学分析主要介绍滴定分析法,简要介绍重量分析法;仪器分析主要介绍药学、中药学、检验等专业中常用的方法,另外单列一章简要介绍荧光分析法、红外分光光度法、核磁共振波谱法和质谱法等其他仪器分析方法。每章后都有小结及思考与练习题,书后附有分析化学实验基础知识和各章相应的分析实验。全书内容包括:绪论、分析天平与称量方法、误差和分析数据的处理、重量分析法、滴定分析法概论、酸碱滴定法、非水溶液酸碱滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、电势分析法和永停滴定法、紫外-可见分光光度法、液相色谱法、气相色谱法、高效液相色谱法、原子吸收分光光度法、其他仪器分析法。

本书以培养中高级实用型卫生人才为目标,充分考虑了职业教育和医学专业的行业特点,学生入学文化程度和对知识的接受能力,突出了学生职业道德、职业能力以及操作技能的训练,以专业建设为核心,以能力为本位,兼顾了分析化学学科的知识性及系统性,强化了其实践性、实用性。本书以学生为主体,理论知识内容由浅入深,做到少而精、浅而实,避免了繁琐的理论推导和分析。本书采用了法定计量单位,规范使用了名词术语及符号,同时也介绍了药典及医药领域的一些用法。为便于学生操作,本书增加了仪器使用方法的介绍,每种方法均选择一种目前国内普及较广、应用较多的仪器进行介绍。为巩固理论知识,每章都安排有思考与练习题,增加了题型并与专业课程和执业考试相结合。为体现理论与实践相结合的特点,方便实验教学,本书将实验与理论合编为一本书,实验内容的选择充分考虑了职业教育和医学专业的行业特点,选编了38个实验供各校选做。

通过本书的学习,可使学生掌握“分析化学”的基础理论、基本知识和基本技能,为学习药学、中药学、检验等专业的相关专业课和职业技能打下基础,让学生初步形成解决相关专业知识问题的能力,培养学生的观察、动手、分析、判断和辩证思维的能力,增强学生的职业道德观念。全书内容简明扼要、重点突出、理论与实际联系紧密,突出技能培养,适合高职高专院校药学、中药学、检验等专业培养实用型人才的需要。

高等教育出版社根据教育部职成司的通知,于2004年12月在长沙召开了主编会议,组织教材编写。会议要求职业教育教材编写应根据“订单”式职业教育与培训新模式,把培养学生的职业道德、职业能力以及操作技能作为教材的主要目标,在内容上,力争与用人单位实际需要接轨,与国家职业资格认证接轨,顺应行业发展趋势。2005年1月,高等教育出版社在重庆召开了编写会议,审定了编写大纲,安排了编写任务,并于2005年3月在楚雄召开了定稿会议,审阅、修改了教材初稿,并定稿。

本书由李维斌任主编,具体分工如下:李维斌编写第1、5、13章,以及相应实验及分析化学实

前言

验基础知识,谢庆娟编写第3、6、7章及相应实验,陈嘉冰编写第2、4章及相应实验,刘世华编写第8、9章及相应实验,冯军编写第10、11章及相应实验,王延平编写第12、16章及相应实验,徐俊然编写第14、15章及相应实验,余金明编写第17章及相应实验。经互审和全体编者集中审阅、修改、定稿,全书由李维斌统稿。

课时安排建议如下表所示:

教 学 内 容	学 时			备 注
	理 论	实 验	合 计	
第一章 绪论	2		2	
第二章 分析天平与称量方法	2	6	8	
第三章 误差和分析数据的处理	4		4	
第四章 重量分析法	3	3	6	
第五章 滴定分析法概论	6	6	12	
第六章 酸碱滴定法	6	8	14	
第七章 非水溶液酸碱滴定法	4	2	6	药学选修
第八章 沉淀滴定法	4	4	8	
第九章 配位滴定法	6	4	10	
第十章 氧化还原滴定法	6	8	14	
第十一章 电势分析法和永停滴定法	4	4	8	
第十二章 紫外-可见分光光度法	8	6	14	
第十三章 液相色谱法	6	6	12	
第十四章 气相色谱法	6	2	8	
第十五章 高效液相色谱法	4	2	6	
第十六章 原子吸收分光光度法	4	2	6	检验选修
第十七章 其他仪器分析法	10	4	14	
合 计	85	67	152	(机动6)

各学校可根据学校实施教学计划以及学生的实际情况进行分层次选择教学。

本书编写过程中,得到了主编单位云南省楚雄卫生学校及各位编者所在学校的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平和编写时间所限,书中错误与欠妥之处,恳请各位专家、读者斧正。

编 者

2005年3月15日

目 录

第一章 绪论	1	二、分析结果的表示方法	32
第一节 分析化学的任务和作用	1	三、显著性检验	35
第二节 分析方法的分类	2	本章小结	38
一、无机分析和有机分析	2	思考与练习	42
二、化学分析和仪器分析	2	第四章 重量分析法	46
三、常量分析、半微量分析、微量分析和超 微量分析	3	第一节 挥发重量法	47
四、常规分析和仲裁分析	4	一、基本原理	47
第三节 分析化学的发展趋势	4	二、操作方法	47
本章小结	5	三、计算及实例	48
思考与练习	5	第二节 萃取重量法	49
第二章 分析天平与称量方法	6	一、基本原理	49
第一节 分析天平的称量原理和分类	6	二、操作方法	49
一、分析天平的称量原理	6	三、计算及实例	50
二、分析天平的分类	8	第三节 沉淀法	51
第二节 分析天平的结构和性能	9	一、基本原理	51
一、分析天平的结构	9	二、操作方法	52
二、分析天平的计量性能	13	三、计算及实例	53
第三节 分析天平的使用规则和称量方法	15	本章小结	54
一、称量的一般程序	15	思考与练习	55
二、分析天平的使用规则	15	第五章 滴定分析法概论	58
三、分析天平的称量方法	16	第一节 滴定分析法的特点、分类及条件	59
本章小结	17	一、滴定分析法的特点	59
思考与练习	18	二、滴定分析法的分类	59
第三章 误差和分析数据的处理	21	三、滴定分析法的基本条件	60
第一节 误差	21	四、滴定方式	61
一、系统误差与随机误差	22	第二节 标准溶液	62
二、误差的表示方法	23	一、标准溶液浓度的表示方法	62
三、提高分析结果准确度的方法	26	二、标准溶液的配制和标定	63
第二节 有效数字及其应用	28	第三节 滴定分析计算	64
一、有效数字的定义	28	一、滴定分析计算的依据	64
二、有效数字的记录、修约及运算规则	28	二、滴定分析计算实例	66
三、有效数字在定量分析中的应用	30	第四节 滴定分析的常用仪器	70
第三节 分析数据的处理与分析结果的表示 方法	30	一、滴定管	70
一、可疑测量值的取舍	31	二、容量瓶	73
		三、移液管	74
		四、容量器皿的校准	75

本章小结	76	本章小结	115
思考与练习	77	思考与练习	116
第六章 酸碱滴定法	80	第八章 沉淀滴定法	120
第一节 质子论的酸碱概念	81	第一节 铬酸钾指示剂法	121
一、酸碱的定义及共轭酸碱对	81	一、滴定原理	121
二、酸碱反应实质	81	二、滴定条件	121
三、酸碱的强度	81	三、应用范围	123
第二节 酸碱指示剂	83	四、硝酸银标准溶液的配制和标定	123
一、指示剂的变色原理	83	第二节 铁铵矾指示剂法	124
二、指示剂变色范围及影响因素	83	一、滴定原理	124
三、混合指示剂	85	二、滴定条件	125
第三节 酸碱滴定类型及指示剂的选择	87	三、应用范围	126
一、强酸(强碱)的滴定	87	四、硫氰酸铵标准溶液的配制和标定	126
二、一元弱酸(弱碱)的滴定	89	第三节 吸附指示剂法	127
三、多元酸(碱)的滴定	92	一、滴定原理	127
第四节 酸碱标准溶液的配制和标定	94	二、滴定条件	128
一、0.1 mol/L NaOH 标准溶液的配制和 标定	94	三、应用范围	129
二、0.1 mol/L HCl 标准溶液的配制和 标定	95	第四节 银量法的应用	129
第五节 应用与示例	96	一、可溶性卤化物含量的测定	129
一、直接滴定法	96	二、体液中 Cl^- 含量的测定	130
二、间接滴定法	97	三、有机卤化物的测定	130
本章小结	99	四、药物的测定	130
思考与练习	100	五、形成不溶性银盐的有机化合物的 测定	130
第七章 非水溶液酸碱滴定法	104	本章小结	131
第一节 基本原理	105	思考与练习	132
一、非水溶液滴定法的分类及特点	105	第九章 配位滴定法	135
二、溶剂的分类	105	第一节 EDTA 及其配合物	136
三、溶剂的性质	106	一、EDTA 的结构与性质	136
四、溶剂的选择	109	二、EDTA 在溶液中的解离平衡	137
第二节 碱的滴定	110	三、EDTA 与金属离子形成配合物的 特点	138
一、溶剂	110	第二节 配位平衡	139
二、标准溶液的配制与标定	110	一、配合物的稳定常数	139
三、指示剂	112	二、配位反应的副反应及副反应系数	139
四、应用与示例	112	三、配位滴定条件的选择	143
第三节 酸的滴定	114	第三节 金属指示剂	145
一、溶剂	114	一、金属指示剂的变色原理	145
二、标准溶液的配制和标定	114	二、金属指示剂必须具备的条件	146
三、指示剂	114	三、金属指示剂的封闭、僵化现象	147
四、应用与示例	115	四、常用金属指示剂	147

第四节 标准溶液	149	一、参比电极	185
一、0.05 mol/L EDTA 标准溶液的配制	150	二、指示电极	186
二、0.05 mol/L EDTA 标准溶液的标定	150	第二节 直接电势法测定溶液的 pH	190
第五节 配位滴定的应用	150	一、测定原理	190
一、水的总硬度测定	151	二、pH 计	191
二、血清钙的测定	152	三、溶液 pH 测定的应用	192
三、铝盐的测定	152	第三节 电势滴定法	192
本章小结	153	一、基本原理	193
思考与练习	154	二、确定滴定终点的方法	193
第十章 氧化还原滴定法	157	三、电势滴定法的应用	195
第一节 氧化还原滴定法的特点和分类	158	第四节 永停滴定法	196
一、氧化还原滴定法的特点	158	一、基本原理	196
二、氧化还原滴定法对氧化还原反应的要求	158	二、仪器	197
三、氧化还原滴定法的分类	159	三、应用与示例	197
第二节 能斯特方程式	159	本章小结	198
一、标准电极电势	159	思考与练习	199
二、能斯特方程式	163	第十二章 紫外-可见分光光度法	202
三、电极电势的应用	164	第一节 光谱分析法概述	203
第三节 高锰酸钾法	168	一、电磁辐射与电磁波	203
一、基本原理	168	二、光谱分析法分类	203
二、标准溶液的配制和标定	169	三、分光光度法的特点	204
三、应用与示例	170	第二节 基本原理	204
第四节 碘量法	171	一、朗伯-比尔定律	204
一、基本原理	171	二、吸收光谱	206
二、碘量法的指示剂	172	三、偏离朗伯-比尔定律的因素	208
三、标准溶液	173	第三节 紫外-可见分光光度计	209
四、应用与示例	175	一、主要部件	209
第五节 亚硝酸钠法	176	二、仪器类型	211
一、基本原理	176	三、仪器性能	212
二、指示终点的方法	177	第四节 定性和定量分析法	216
三、标准溶液	177	一、定性分析	216
四、应用与示例	178	二、纯度检查	217
第六节 其他氧化还原滴定法介绍	178	三、定量方法	217
一、重铬酸钾法	178	第五节 紫外光谱与有机化合物分子结构的关系	220
二、溴酸钾法和溴量法	178	一、基本概念	220
三、硫酸铈法	179	二、有机化合物的紫外光谱	220
本章小结	179	三、紫外光谱在有机化合物结构研究中的应用	221
思考与练习	180	本章小结	223
第十一章 电势分析法和永停滴定法	184	思考与练习	227
第一节 参比电极和指示电极	185	第十三章 液相色谱法	231

目录

第一节 色谱法的分类和基本原理	231	一、定性分析方法	278
一、色谱法的分类	231	二、定量分析方法	279
二、色谱法的基本原理	232	三、色谱系统适用性试验	281
第二节 柱色谱法	234	第七节 应用与示例	282
一、吸附柱色谱法	234	本章小结	283
二、分配柱色谱法	238	思考与练习	286
三、离子交换柱色谱法	239	第十五章 高效液相色谱法	289
四、凝胶柱色谱法	242	第一节 概述	289
第三节 纸色谱法	243	一、高效液相色谱法与经典液相色谱法的比较	289
一、基本原理	243	二、高效液相色谱法与气相色谱法的比较	290
二、色谱滤纸的选择与处理	244	第二节 基本原理	290
三、操作方法	245	一、柱内展宽	290
四、应用与示例	247	二、柱外展宽	292
第四节 薄层色谱法	247	第三节 高效液相色谱法的主要类型	292
一、基本原理	247	一、液-固吸附色谱法	292
二、吸附剂的选择	248	二、液-液分配色谱法	294
三、展开剂的选择	248	三、流动相的要求和洗脱方式	296
四、操作方法	249	第四节 高效液相色谱仪	296
五、定性分析	251	一、输液泵	296
六、定量分析	252	二、进样器	298
七、应用与示例	254	三、色谱柱	298
本章小结	255	四、检测器	298
思考与练习	257	第五节 应用与示例	299
第十四章 气相色谱法	261	一、分离方法的选择	300
第一节 概述	261	二、应用与示例	300
一、气相色谱法的分类及其特点	262	本章小结	303
二、气相色谱仪的基本组成	262	思考与练习	304
三、气相色谱法的一般流程	263	第十六章 原子吸收分光光度法	306
第二节 气相色谱法的基本理论	263	第一节 原子吸收分光光度法的原理	307
一、基本术语	263	一、原子吸收分光光度法的特点	307
二、基本理论	266	二、原子吸收曲线	308
第三节 色谱柱	268	三、原子吸收值与原子浓度的关系	309
一、气-液色谱填充柱	268	第二节 原子吸收分光光度计	310
二、气-固色谱填充柱	271	一、仪器装置	310
三、毛细管色谱柱	272	二、原子吸收分光光度计的类型	313
第四节 检测器	272	第三节 原子吸收分光光度法的应用	316
一、检测器的性能指标	273	一、定量分析方法	316
二、常用的检测器	273	二、应用与示例	318
第五节 分离条件的选择	276	本章小结	319
一、分离度	276		
二、实验条件的选择	277		
第六节 定性与定量分析方法	278		

思考与练习	321	标定	386
第十七章 其他仪器分析法	323	实验八 药用硼砂含量的测定	388
第一节 荧光分析法	323	实验九 食醋中总酸量的测定	389
一、荧光分析法基本原理	323	实验十 高氯酸标准溶液的配制与标定	390
二、荧光与分子结构	325	实验十一 枸橼酸钠含量的测定	391
三、荧光分光光度计	327	实验十二 硝酸银标准溶液的配制与 标定	393
四、荧光定量分析法及应用	329	实验十三 硫氰酸铵标准溶液的配制 与标定	394
第二节 红外分光光度法	329	实验十四 溴化钠含量的测定	395
一、红外吸收光谱的基本原理	330	实验十五 碘化钾含量的测定	396
二、红外光谱类型与区域	333	实验十六 EDTA 标准溶液的配制和 标定	397
三、红外分光光度计	336	实验十七 水的总硬度和钙、镁含量 的测定	398
四、红外光谱的应用	339	实验十八 高锰酸钾标准溶液的配制 与标定	400
第三节 核磁共振波谱法	341	实验十九 H_2O_2 含量的测定	401
一、核磁共振基本原理	341	实验二十 硫代硫酸钠标准溶液的配制 与标定	402
二、波谱图与分子结构	343	实验二十一 焦亚硫酸钠含量的测定	404
三、核磁共振波谱仪	346	实验二十二 维生素 C 含量的测定	405
四、应用与示例	348	实验二十三 饮用水 pH 的测定	405
第四节 质谱法	348	实验二十四 磷酸的电势滴定	407
一、质谱法的基本原理与形成过程	349	实验二十五 亚硝酸钠标准溶液的配制 与标定	408
二、质谱仪	350	实验二十六 磺胺嘧啶含量的测定	410
三、质谱图与主要离子峰	352	实验二十七 吸收曲线的绘制	411
四、质谱法在有机结构中的应用	354	实验二十八 高锰酸钾含量的测定	412
本章小结	355	实验二十九 维生素 B_{12} 注射液含量的 测定	413
思考与练习	357	实验三十 几种金属离子的吸附柱色谱	415
分析化学实验	361	实验三十一 两种混合指示剂的纸色谱	415
第一部分 分析化学实验基础知识	361	实验三十二 两种混合染料的薄层色谱	416
一、明确实验目的	361	实验三十三 无水乙醇中微量水分的测定 (内标法)	417
二、实验规则和安全知识	361	实验三十四 APC 片剂的含量测定(高效 液相色谱)	422
三、化学试剂	363	实验三十五 水中锌含量的测定	426
四、掌握分析化学实验方法	366	实验三十六 荧光法测定硫酸奎尼丁的 含量	427
五、实验数据的记录和实验报告	366	实验三十七 阿司匹林的红外光谱测定	429
六、定量分析的一般步骤	367		
第二部分 分析化学实验	371		
实验一 分析天平的性能测定	371		
实验二 分析天平称量练习	373		
实验三 葡萄糖干燥失重测定	376		
实验四 滴定分析仪器的基本操作及滴定 练习	381		
实验五 容量仪器的校正	383		
实验六 盐酸标准溶液的配制和标定	385		
实验七 氢氧化钠标准溶液的配制与			

目录

实验三十八 参观、见习核磁、质谱等		附录二 常用式量表	433
实验	430	附录三 弱酸、弱碱在水中的解离常数	435
附录	431	附录四 难溶化合物的溶度积(K_{sp})	437
附录一 相对原子质量表(1995年国际		附录五 标准电极电位表(298.15 K)	438
原子量)	431	主要参考书目	441



本章要点

基本概念:定性分析 定量分析 结构分析 化学分析 仪器分析 例行分析
仲裁分析

第一节 分析化学的任务和作用

分析化学(analytical chemistry)是人们获得物质组成、结构和信息的科学,即表征与测量的科学。分析化学是研究分析方法的科学。每一个完整的、具体的分析方法都包括两个部分:测定对象和测定方法。对象与方法所构成的矛盾就是分析化学研究的特殊矛盾。所谓对象是指生产实践和科学实验对分析化学提出的问题和要求,所谓方法是指解决这些问题的手段。

分析化学的内容包括:定性分析(qualitative analysis)、定量分析(quantitative analysis)和结构分析(structural analysis)三个方面。定性分析的任务是鉴定物质由哪些元素、离子、原子团、官能团或化合物组成;定量分析的任务是测定试样中各组分的相对含量;结构分析的任务是确定物质的分子结构。

分析化学是一门重要的科学,它对于化学的发展起着重要的作用,并且在科学研究、国民经济、医药卫生及学校教育等方面都起着十分重要的作用。

科学研究 分析化学在科学研究中具有重要的地位。在化学学科中,原子、分子学说的创立,相对原子质量的测定,化学基本定律及化学理论的建立都是用分析化学的方法进行确证。分析化学在生命科学、材料科学、能源科学、环境科学、海洋科学等许多科学领域中都起着重要作用。如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的研究方面也发挥着重要的作用。因此,分析化学的发展水平也是衡量国家科学技术水平发展的一个重要标志。

国民经济 分析化学在国民经济建设中具有重要的实际意义。如在自然资源开发中,矿样的分析;工业生产中的原料、中间体和成品的分析;在农业生产中的土壤、化肥、农药和粮食的分析;以及原子能材料、半导体材料、超纯物质中微量杂质的分析等,都需要分析化学的理论、知识和技术。因此,分析化学是工农生产的“眼睛”、国民经济的“参谋”和产品质量的保证。

医药卫生 分析化学在医药卫生方面也起着重要的作用。如药品检验、新药研发、病因调

查、生化检验、临床检验、食品卫生检验、环境分析及三废处理等,都需要应用分析化学的理论、知识和技术。

学校教育 通过分析化学的学习,学生能掌握分析方法的有关理论、知识和技术,同时还可提高观察和判断问题的能力,建立“量”的概念,提高精密科学实验的能力,并将其应用到科学研究中。在医药卫生教育中,分析化学是一门重要的专业基础课,许多专业课,如药物化学、药物分析、药剂学、天然药物化学、生物化学、卫生理化检验、临床检验等专业课都需要应用分析化学的理论、知识和技术。

第二节 分析方法的分类

分析化学的内容十分丰富,分析方法的种类较多,除按任务分为定性分析、定量分析和结构分析之外,还可根据分析对象、测定原理、试样用量、被测组分含量和要求的不同,分为许多不同的类别。

一、无机分析和有机分析

根据分析对象不同,分析方法可以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。由于无机物所含元素的种类较多,因此,无机分析中主要是鉴定物质是由哪些元素、离子、原子团或化合物组成的,以及各种组分相对含量是多少。

2. 有机分析

有机分析的对象是有机物。有机物组成的元素种类不多,但由于结构复杂,所以有机分析不仅要进行元素分析,更重要的是进行官能团分析和结构分析。

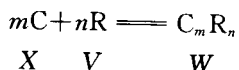
二、化学分析和仪器分析

根据分析方法原理不同,分析方法可以分为化学分析和仪器分析。

1. 化学分析

化学分析(chemical analysis)是以物质的化学反应为基础的分析方法,被分析的物质称为试样,与试样起反应的物质称为试剂,试剂与试样所发生的化学反应称为分析反应。化学分析是分析化学的基础,该方法历史悠久,故称为经典的分析方法。化学分析包括定性分析和定量分析两部分。根据化学反应所产生的现象和特征来鉴定物质的组成的方法称为定性分析。定性分析反应一般要求有颜色的改变、气体的产生、沉淀的生成或溶解等现象发生,以便观察。定量分析是利用试样中被测组分与试剂定量进行的化学反应来测定该组分的含量,定量化学分析又分为重量分析和滴定分析。

例如,某定量分析反应为:



其中,C为待测组分,R为试剂。

根据生成物 C_mR_n 的量 W , 或与组分 C 反应所需试剂 R 的量 V , 可求出组分 C 的量 X 。如果用称量的方法得到生成物 C_mR_n 的质量, 进而求算组分 C 的含量, 这种方法属于重量分析法, 即通过称取物质在化学反应前后的质量来测定被测组分的含量。如果是与组分 C 反应的试剂 R 的浓度和体积求得组分 C 的含量, 这种方法称为滴定(或容量)分析, 即通过滴加已知准确浓度的试剂溶液, 待反应完全时, 根据试剂溶液的浓度和消耗的体积, 计算被测组分的含量。

化学分析所用仪器简单, 结果准确, 操作方便, 应用范围广, 但对试样中微量组分的定性或定量分析往往不够灵敏, 也常常不能满足快速分析的要求, 需要用仪器分析方法来解决。

2. 仪器分析

仪器分析(instrumental analysis)是以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法。根据物质的某种物理性质(如密度、折光率、沸点、熔点、颜色等)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**(physical analysis)。根据被测物质在化学反应中的某种物理性质与组分之间的关系, 而进行定性或定量分析的方法, 称为**物理化学分析**(physical-chemical analysis), 如电位分析法。因为物理分析和物理化学分析大都需要较精密的仪器, 故又称为**仪器分析**。仪器分析具有快速、灵敏、准确等特点, 发展很快, 应用非常广泛。仪器分析主要包括: 电化学分析、光学分析、色谱分析、质谱分析、热量分析、放射化学分析及流动注射分析等。这里仅简要介绍以下几种:

(1) **电化学分析**: 按照电化学原理, 电化学分析可分为电导分析、电位分析、电解分析及伏安法等。

(2) **光学分析**: 主要有**一般光学分析法**(如旋光分析法、折光分析法)、**吸收光谱分析法**(如紫外-可见分光光度法、红外分光光度法、原子吸收分光光度法等)、**发射光谱分析法**(如荧光分光光度法、火焰分光光度法等)。

(3) **色谱分析法**: 主要有**液相色谱分析法**(包括柱色谱、纸色谱、薄层色谱、高效液相色谱等)和**气相色谱法**等。

仪器分析常常是在化学分析的基础上进行的, 如试样的预处理和溶解、干扰物质的分离与掩蔽等。此外, 仪器分析大都需要化学纯品作标准, 而这些化学纯品的成分, 大多需要化学分析方法来确定。所以化学分析法和仪器分析法是相辅相成、互相配合的。

本书主要介绍定量化学分析和仪器分析。

三、常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析

根据试样量的多少, 分析方法可分为常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析, 见表1-1。

表 1-1 各种分析方法的取样量

方 法	试样质量/g	试样体积/mL
常量分析	>0.1	>10
半微量分析	0.1~0.01	10~1
微量分析	0.01~0.000 1	1~0.01
超微量分析	<0.000 1	≤0.01

在无机定性分析中,多采用半微量分析;在化学定量分析中,一般采用常量分析;在进行微量分析或超微量分析时,多采用仪器分析方法。

此外,还可根据被测组分含量的高低粗略地分为常量组分(质量分数 >0.01)、微量组分(质量分数 $0.0001\sim 0.01$)及痕量组分(质量分数 <0.0001),相应的分析称为常量组分分析、微量组分分析及痕量组分分析。这种分类法与按取样量分类法的角度不同,两种概念不要混淆。

四、常规分析和仲裁分析

一般化验室日常工作的分析,称为常规分析,又叫例行分析。不同单位对某一产品的分析结果有争议时,请仲裁单位用法定的方法进行准确分析,以仲裁分析结果的分析称为仲裁分析。

第三节 分析化学的发展趋势

分析方法包括理论与技术,分析化学的发展依赖于理论、技术与对象(问题)三者的相互作用。在对象与方法的矛盾中,对象是主要的。“问题产生方法”,问题产生理论与技术,生产决定技术的发展,即分析化学的发展,决定于实践的需要。学科之间的相互渗透(包括分析方法中不同技术的联用)、相互促进是分析化学发展的基本规律。20世纪以来,分析化学的发展经历了三次巨大的变革。

第一次变革是在20世纪初,由于物理化学的发展,为分析技术提供了理论基础,建立了溶液中四大平衡的理论,使分析化学从一门技术发展成一门科学,这也可以说是分析化学与物理化学结合的时代。

第二次变革是在20世纪30年代后期直到60年代。物理学、电子学、半导体及原子能工业的发展促进了分析中物理方法的大发展,快速、灵敏的仪器分析获得蓬勃发展,分析化学突破了以经典化学分析为主的局面。可以说这是分析化学与物理学、电子学结合的时代。

从20世纪70年代末至今,以计算机应用为主要标志的信息时代的来临,给科学技术的发展带来巨大的活力。分析化学正处在第三次变革时期,分析化学已经发展到分析科学阶段。

第三次变革要求不仅能确定分析对象中的元素、基团和含量,而且能回答原子的价态、分子的结构和聚集态、固体的结晶形态、短寿命反应中间产物的状态和生命化学物理过程中的激发态。不但能提供空间分析的数据而且可作表面、内层和微区分析,甚至三维空间的扫描分析和时间分辨数据。尽可能快速、全面和准确提供丰富的信息和有用的数据。现代分析化学的目标就是要求消耗少量材料,缩短分析测试时间,减小风险,降低经费而获得更多更有效的化学信息。分析化学的发展方向是高灵敏度(达到原子级、分子级水平)、高选择性(复杂体系)、快速、自动、简便、经济、分析仪器自动化、数字化、分析方法的联用和计算机化,并向智能化、信息化纵深发展。分析化学发展的主流是运用先进的科学技术,发展新的分析原理,研究建立有效而实用的原位、在体、实时、在线和高灵敏度、高选择性的新型动态分析检测和无损探测方法及多元多参数的检测监视方法,从而研制出相应的新型分析仪器。

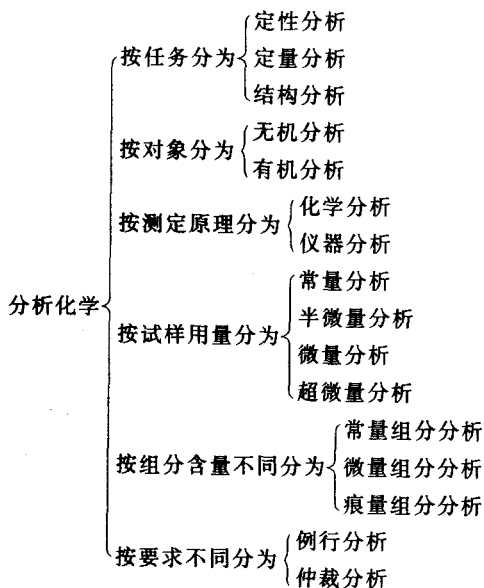
分析化学的飞速发展使分析化学的定义、基础、原理、方法、仪器及技术都发生了根本性的变化。与经典分析化学密切相关的概念是定性分析系统、重量法、容量法、溶液反应、四大平衡、化

学热力学等,而与现代分析化学密切相关的概念是化学计量学、传感器过程控制、自动化分析、专家系统、生物技术和生物过程,以及分析化学微型化所要求的微电子学、显微光学和微工程学等。

现代分析化学已经远远超出化学学科的范围,它正把化学与数学、物理学、计算机科学、生物学及精密仪器制造科学等结合起来,发展成为一门多学科性的综合性科学。

本章小结

分析化学是人们获得物质组成、结构和信息的科学,即表征与测量的科学。



思考与练习

一、思考题

1. 分析化学的任务是什么?
2. 分析化学可分为哪些类别?
3. 分析化学的发展趋势如何?

二、名词解释

定性分析、定量分析、结构分析、化学分析、仪器分析、例行分析、仲裁分析

三、填空题

1. 分析化学是人们获得物质_____、_____和_____的科学,即表征与测量的科学。
2. 定性分析的任务是鉴定物质由哪些_____、_____、_____或_____组成;定量分析的任务是测定试样中各组分的_____;结构分析的任务是确定物质的_____。
3. 化学分析是以物质的_____为基本的分析方法。
4. 仪器分析是以物质的_____或_____性质为基本的分析方法。