

分析化学手册

第二分册

化学分析

化学工业出版社

分析化学手册

第二分册

化学分析

杭州大学化学系分析化学教研室 编

化学工业出版社

内 容 提 要

《分析化学手册》共分五个分册，本书为第二分册，全书分为四篇，第一篇准备工作及试剂，包括溶液和试剂，分析天平及容量器皿校正，分析试样的准备和处理，以及分析中应用的有机试剂的名称和结构；第二篇分离和富集，包括沉淀和共沉淀分离法，溶剂萃取分离法，离子交换分离法及蒸馏、挥发和升华分离法；第三篇定性分析，包括无机定性分析和有机定性分析；第四篇定量分析，包括重量分析法，中和法，沉淀滴定法，氧化还原法，络合滴定法，非水滴定法，气体分析法，柱层析法，纸色谱法，电泳分析法，薄层层析法以及有机元素定量分析法。

本书可供从事分析化学工作的工人、技术人员、科学研究人员及大专院校师生参考。

分析化学手册

第 二 册

化 学 分 析

杭州大学化学系分析化学教研室 编

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ 印张 $61^{3/4}$ 字数1536千字 印数1-13,200

1982年5月北京第1版1982年5月北京第1次印刷

统一书号15063·3261(精) 定价7.20元

前 言

随着我国社会主义建设的发展,广大分析工作者迫切希望编写一部反映近代分析技术、结合我国实际情况的分析化学工具书——《分析化学手册》。《分析化学手册》第一分册,“基础知识与安全知识”已于一九七九年八月出版。

本书是《分析化学手册》第二分册,化学分析部分。它提供了化学分析法中常用的及经典的分离、分析方法和色层分析法常用的分离法,并收集了常用的吸附剂、溶剂、洗脱剂、支持剂等及 R_f 值。其中不仅详细地介绍了化学分析的基础知识,同时还收集了无机物和有机物分析的有关资料和数据。在每类分析方法中,都列举了应用实例,并列出了主要实验条件,因此,可作为分析有关组分,以及改进和设计新的分析方法时参考。在有机试剂,中和法、沉淀滴定法、氧化还原法和络合滴定法等有关章节中,收集了一千多种有机试剂和指示剂的结构式、俗名或系统命名,有的还附有英文名称等。我们希望这些资料和数据能对广大分析工作者有所裨益。

一般化学分析法中常包括比色分析和分光光度分析,这一部分将安排在《分析化学手册》第三分册光学分析部分中详细介绍。

本分册由杭州大学化学系分析化学教研室编写。其中第一章、第二章的分析天平部分,第三章、第十一章和第十七章由傅克廷同志执笔;第二章的容量器皿校正部分和第十二章由施清照同志执笔;第四章、第十三章和第十六章由张孙玮同志执笔;第五章至第十章,第十八章和第二十二章由戚文彬同志执笔;第十四章由王国顺同志执笔;第十五章由汤福隆同志执笔;第十九章和第二十章由吕荣山同志执笔;第二十一章由杨国梁和何圣凤两位同志执笔。全书由戚文彬和汤福隆负责通阅和编目等工作,并由北京医学院药理学系王夔教授审阅,南京药学院于如珉教授也参加了部分审阅工作。

本《手册》将分册陆续出版:

第一分册	基础知识与安全知识	杭州大学化学系分析化学教研室编
第二分册	化学分析	杭州大学化学系分析化学教研室编
第三分册	电化学分析与光学分析	杭州大学化学系分析化学教研室编
第四分册	色谱分析	成都科技大学化学系近代分析专业教研组编
第五分册	质谱与核磁共振	

在手册的编写过程中,全国各地许多厂矿、科研单位和大专院校的有关同志给我们介绍情况,提供资料和提出宝贵意见。浙江医科大学药理学系毛志翔同志对某些章节提出了具体的修改意见,在此,对同志们的大力支持和帮助,表示衷心的感谢。由于我们知识面的局限性和水平不高,在内容中肯定存在许多缺点和不足之处,热忱期待同志们批评、指正,以求在再版时能有所改进,有所提高。

编者 1980年4月

目 录

第一篇 准备工作及试剂

第一章 溶液和试剂	1
第一节 一般问题	1
一、化学试剂的规格	1
表1-1 化学试剂的规格	1
二、溶液浓度的表示法	1
表1-2 溶液浓度的表示法	1
三、溶液和试剂配制中的基本计算	2
四、溶液浓度的换算	4
第二节 普通酸、碱及盐类溶液的配制	4
一、酸溶液的配制	4
表1-3 酸溶液的配制	4
二、碱溶液的配制	5
表1-4 碱溶液的配制	5
三、盐溶液的配制	5
表1-5 盐溶液的配制	5
第三节 元素和离子的标准溶液	7
表1-6 元素和离子的标准溶液	7
第四节 容量分析基准物质和标准溶液	10
一、容量分析用的基准物质	10
表1-7 容量分析用的基准物质	10
二、容量分析标准溶液	11
表1-8 容量分析标准溶液	11
第五节 缓冲溶液	16
表1-9 缓冲溶液一览表	16
表1-10 指示剂pH变色域测定缓冲溶液	19
表1-11 Clark-Lubs缓冲溶液的配制	20
表1-12 Sørensen缓冲溶液的配制	21
表1-13 Kolthoff缓冲溶液的配制	22
表1-14 Michaelis缓冲溶液的配制	24
表1-15 Atkins-Pantin缓冲溶液的配制	26
表1-16 Palitzsch缓冲溶液的配制	26
表1-17 McIlvaine缓冲溶液的配制	27
表1-18 Menzel缓冲溶液的配制	27
表1-19 Walpole缓冲溶液的配制	28
表1-20 Hasting-Sendroy缓冲溶液的配制	28
表1-21 Britton-Robinson 广泛缓冲溶液的配制	28

I

表1-22	Gomori 缓冲溶液的配制	29
表1-23	等渗缓冲溶液的配制	30
表1-24	甲酸-甲酸钠缓冲溶液的配制	31
表1-25	<i>N</i> -乙基吗啉-盐酸缓冲溶液的配制	31
表1-26	挥发性的缓冲溶液的配制	31
表1-27	普通缓冲溶液的配制	32
第二章	分析天平及容量器皿的校正	33
第一节	分析天平及分析砝码	33
一、	一般分析天平的型号和精度级别	33
表2-1	一般分析天平的型号和精度级别	33
表2-2	天平的精度级别	33
二、	天平的计量性能	33
表2-3	各级天平计量性能指标	35
三、	天平计量性能的检查	35
表2-4	天平计量性能检查记录表	35
四、	分析砝码	36
1.	砝码的质量值	36
2.	分析砝码的允许误差	37
表2-5	分析砝码允许误差	37
3.	砝码的检定	37
表2-6	替代衡量法记录表	38
第二节	容量器皿的校正	38
一、	量器的校正数据	38
表2-7	不同温度下 1 升水的重量	39
表2-8	0~100℃范围内纯水的相对密度	40
表2-9	不同温度下不同体积水的重量	41
二、	玻璃量器的最大允许公差	43
表2-10	标准温度20℃时标准容量允差	43
三、	容量分析中温度改变时体积的校正	44
表2-11	在 <i>t</i> ℃时不同浓度溶液的体积校正表	44
表2-12	于 <i>t</i> ℃时将稀溶液 (<0.1 <i>N</i>) 体积换算为20℃时体积的校正表	45
第三章	分析样品的准备和处理	46
第一节	分析样品的准备	46
表3-1	各类矿石的缩分系数—— <i>K</i> 的参考值	47
表3-2	分析用分样筛号及孔径	47
表3-3	在各种筛号及缩分系数情况下样品最低重量 <i>Q</i> 值	48
第二节	试样分解	49
一、	溶剂或熔剂的性质	49
表3-4	主要溶剂或熔剂的性质	49
二、	试样的分解	49
表3-5	溶解法分解试样	49
表3-6	熔融法分解试样	51
表3-7	闭管法分解试样	52

表3-8 有机试样分解方法 (用于测定有机物中金属、硫和卤素) 52

表3-9 蒸馏处理 54

三、金属在酸、碱中的溶解性质 54

表3-10 金属在酸、碱中的溶解性质表 54

第四章 分析化学中常用的有机试剂 56

表4-1 分析化学中常用的有机试剂 56

第二篇 分离和富集

第五章 沉淀分离法 106

第一节 沉淀分离法 106

一、无机沉淀剂 106

表5-1 金属氢氧化物沉淀的pH值 107

表5-2 从酸性溶液和碱性溶液析出氢氧化物的pH顺序 107

表5-3 镧系元素氢氧化物沉淀的pH 107

表5-4 用以产生氢氧化物沉淀的试剂 108

表5-5 用氨水 (在铵盐存在下) 及氢氧化钠沉淀金属离子 108

二、有机沉淀剂 109

表5-6 某些有机沉淀剂 109

表5-7 8-羟基喹啉络合物沉淀的pH值 112

表5-8 2-甲基-8-羟基喹啉络合物沉淀的pH值 112

表5-9 8-巯基喹啉络合物的某些性质 112

表5-10 铜铁试剂对金属离子的沉淀作用 113

表5-11 *N*-苯甲酰-*N*-苯胍沉淀金属离子的最佳pH值 113

表5-12 一些元素的二乙氨基二硫代甲酸盐的沉淀条件 113

表5-13 1-亚硝基-2-萘酚螯合物沉淀的pH范围 114

表5-14 邻氨基苯甲酸沉淀金属离子的pH 114

三、元素和离子的均相沉淀法 (均匀沉淀法) 114

表5-15 某些均相沉淀类型 115

表5-16 元素和离子的均相沉淀法 116

四、元素和离子的沉淀分离法 119

表5-17 无机离子的沉淀分离法 119

第二节 共沉淀分离法 125

一、无机共沉淀 125

表5-18 元素和离子的共沉淀分离法 (用无机共沉淀剂) 126

二、有机共沉淀 128

表5-19 元素的共沉淀化合物及共沉淀剂的类型 129

表5-20 成络阴离子的共沉淀 (I型) 129

表5-21 成络阳离子的共沉淀 (II型) 130

表5-22 络合剂阴离子和有机阳离子所成沉淀对螯合物的共沉淀 (III型) 130

表5-23 螯合物与惰性共沉淀剂的共沉淀 (IV(1)型) 130

表5-24 试剂的沉淀对螯合物的共沉淀 (IV(2)型) 130

表5-25 成胶态化合物的共沉淀 (V型) 131

第六章 溶剂萃取分离法 132

第一节 几个概念和术语	132
一、分配系数	132
二、萃取常数(萃取系数、分配比)	132
三、分离系数(分离因数)	132
四、萃取效率(萃取百分率)	133
五、 $pH_{1/2}$	133
第二节 萃取剂和可萃取化合物	133
一、主要萃取剂	133
表6-1 主要萃取剂	134
二、螯合剂的解离常数	140
表6-2 螯合萃取剂的解离常数 K_{H_2A} , K_{HA} 分配常数 P_{HA} 和溶解度	140
三、金属螯合物的萃取常数	146
表6-3 某些金属螯合物的萃取常数和 $pH_{1/2}$ 值	146
表6-4 稀土元素在某些体系中的萃取常数	147
表6-5 各种金属离子与一元二烷基磷酸(HX)的萃取常数(K_m)	150
四、有机化合物的萃取常数	151
表6-6 某些有机化合物在异丁醇-水, 乙醚-水体系中的萃取常数	151
表6-7 某些羧酸的萃取常数	153
表6-8 某些酚在环己烷-水体系中的萃取常数	154
第三节 溶剂	154
一、溶剂的分类	154
二、各类溶剂的互溶性规律	154
图6-1 溶剂互溶图	155
表6-9 溶剂互溶次序表	155
表6-10 某些有机溶剂与水的互溶溶解度	156
表6-11 中性有机磷酸酯与水的互溶溶解度	156
三、有机溶剂的物理常数	157
表6-12 萃取常用有机溶剂及其物理常数	157
第四节 各种萃取体系	160
一、螯合物萃取体系	160
1. β -二酮类	160
表6-13 用乙酰丙酮萃取金属离子	160
表6-14 用噻吩甲酰三氟丙酮萃取金属离子	161
2. 8-羟基喹啉	162
表6-15 用8-羟基喹啉萃取金属离子	162
3. 铜铁试剂及其类似物	163
表6-16 用铜铁试剂萃取金属离子	163
表6-17 用 <i>N</i> -苯甲酰- <i>N</i> -苯胍(BPHA)萃取金属离子	164
4. 吡啶偶氮化合物	165
表6-18 用1-(2-吡啶偶氮)-2-萘酚(PAN)萃取金属离子	165
5. 双硫脲	166
表6-19 用双硫脲和氯仿(或 CCl_4)萃取金属离子	166
6. 二烷基氨基二硫代甲酸盐	166
表6-20 用二乙氨基二硫代甲酸盐萃取金属离子	166

表6-21 用二乙氨基二乙基二硫代氨基甲酸 (DDDC) 萃取金属离子	167
7. 有机含磷化合物	168
表6-22 用二-(2-乙基己基) 磷酸 (D_2EHPA) 萃取金属离子	168
表6-23 用磷酸三丁酯 (TBP) 萃取金属离子	170
表6-24 用三正辛基氧磷 (TOPO) 萃取金属离子	172
表6-25 用有机含磷化合物萃取铜系元素	173
8. 吡唑酮	175
表6-26 用1-苯基-3-甲基-4-苯甲酰基吡唑酮(PMBP)萃取金属离子	175
二、利用高分子胺的萃取体系	177
表6-27 烷基胺萃取剂的物理性质	177
表6-28 正脂族胺在某些有机溶剂中的溶解度	178
表6-29 正烷基胺盐酸盐在各种溶剂中的溶解度	178
表6-30 三月桂胺盐在各种稀释剂中的离解常数	178
表6-31 胺的硝酸盐的平衡常数 K_{11}	179
表6-32 胺的盐酸盐的平衡常数 K_{11}	180
表6-33 胺的氢溴酸盐和氢碘酸盐的平衡常数 K_{11}	180
表6-34 胺的酸性硫酸盐的平衡常数 K_{21} 和 K_{11}	181
表6-35 可被胺类萃取并可在有机相显色的元素	181
表6-36 用高分子胺萃取元素和离子	182
三、形成离子缔合物的萃取体系	186
1. 氟化物的萃取	186
表6-37 氟化物的萃取	187
2. 氯化物的萃取	187
表6-38 氯化物的萃取	187
表6-39 盐酸浓度对萃取铁(III)的影响	188
3. 溴化物的萃取	188
表6-40 用乙醚从水相萃取金属溴化物	188
表6-41 用甲基丙基酮从水相萃取微量元素的溴化物	189
4. 碘化物的萃取	189
表6-42 碘化物的萃取	189
5. 硫氰酸盐的萃取	190
表6-43 用乙醚从水相萃取硫氰酸盐	190
表6-44 用不同溶剂萃取硫氰酸盐	191
6. 硝酸盐的萃取	191
表6-45 硝酸盐的萃取	191
7. 四苯砷酸盐的萃取	192
表6-46 以四苯砷酸盐形式萃取阴离子	192
8. 其它	193
表6-47 用大有机阳离子(在氯仿中)萃取阴离子	193
表6-48 中性络合剂体系的萃取	193
第五节 元素和离子的溶剂萃取	194
表6-49 元素和离子的溶剂萃取分离法	195
第七章 离子交换分离法	235

第一节 几个名词

一、交换(容)量	235
表7-1 离子交换树脂的交换量与交联度和含水量的关系	235
二、交联度	235
三、选择性-选择系数(分离因数)	236
第二节 离子交换剂	237
一、天然阳离子交换剂	237
表7-2 天然阳离子交换剂	237
二、重要的离子交换树脂	237
表7-3 合成的阳离子交换剂	237
表7-4 合成的阴离子交换剂	241
表7-5 混合床离子交换树脂	245
表7-6 国产常用离子交换树脂的主要性能	245
表7-7 大网状树脂的某些性质	246
三、无机离子交换剂	246
表7-8 无机离子交换剂	246
表7-9 铬(III)、锡(IV)和钛(IV)离子交换剂的比较	247
四、其它类型交换剂	247
表7-10 Serva-纤维素离子交换剂	247
表7-11 葡聚糖(Sephadex)离子交换剂	247
表7-12 煤离子交换剂	248
表7-13 离子交换膜	248
第三节 分配系数、分离因数及其它	249
一、分配系数	249
1. 交联度和交换选择性	249
表7-14 不同交联度树脂的离子交换选择性	250
2. 阳离子的分配系数	250
(1) 硝酸和硫酸中的分配系数	250
表7-15 硝酸中的阳离子分配系数	250
表7-16 硫酸中的阳离子分配系数	250
(2) 盐酸-乙醇液中的分配系数	251
表7-17 在盐酸-乙醇混合液中阳离子的分配系数(0.10M HCl)	251
表7-18 在盐酸-乙醇混合液中阳离子的分配系数(0.2M HCl)	252
表7-19 在盐酸-乙醇混合液中阳离子的分配系数(0.5M HCl)	252
表7-20 在盐酸-乙醇混合液中阳离子的分配系数(1.00M HCl)	253
表7-21 在盐酸-乙醇混合液中阳离子的分配系数(2.00M HCl)	253
表7-22 在盐酸-乙醇混合液中阳离子的分配系数(3.00M HCl)	254
(3) 高氯酸介质中的分配系数	254
表7-23 用Dowex-50×4在高氯酸介质中阳离子的分配系数	255
3. 阴离子的分配系数	255
(1) 在盐酸介质中的分配系数	255
表7-24 在盐酸溶液中金属的络阴离子的交换	255
(2) 在硫酸介质中的分配系数	256
表7-25 在硫酸介质中某些络阴离子的分配系数	256

(3) 草酸及其与无机酸混合体系中的分配系数	256
表7-26 在草酸溶液中的络阴离子的分配系数 (Dowex 1- \times 8树脂)	256
表7-27 在草酸-盐酸混合液中络阴离子的分配系数 (0.05M草酸)	256
表7-28 在草酸-盐酸混合液中络阴离子的分配系数 (0.25M草酸)	257
表7-29 在草酸-硝酸混合液中络阴离子的分配系数 (0.05M草酸)	258
表7-30 在草酸-硝酸混合液中络阴离子的分配系数 (0.25M草酸)	258
4. 无机离子交换剂的交换性能	259
表7-31 各种合成无机离子交换剂的离子选择序	259
表7-32 金属离子在氢氧化铬、磷酸铬、铋酸铬、钼酸铬和钨酸铬交换剂上的分配系数	263
表7-33 金属离子在热处理过的含水 ThO_2 和 TiO_2 上的分配系数	264
表7-34 痕量阳离子在12-磷酸铵上的分配系数	264
表7-35 铋酸交换剂上金属离子的分配系数 (K_d) 和分离因数 (α) 及其与其它交换剂的比较	265
二、分离因数	266
表7-36 不同洗脱剂对碱土金属在AG50W- \times 8树脂上的分离因数	266
表7-37 盐酸 (3.0M)-乙醇中相邻碱土金属离子的分离因数	266
三、洗脱序	266
表7-38 用柠檬酸钠洗脱某些氨基酸的洗脱序	266
四、再生剂	267
表7-39 各类离子交换树脂转化成所需离子型式的再生剂	267
第四节 离子交换分离法的应用	268
一、元素和离子的离子交换分离法	268
表7-40 元素和离子的离子交换分离法	269
二、有机物的离子交换分离法	287
表7-41 有机物的离子交换分离法	288
第八章 蒸馏、挥发及升华分离法	295
第一节 概论	295
表8-1 可挥发性元素在周期表中的位置	295
表8-2 挥发性元素的挥发形式	295
第二节 无机物的蒸馏分离法	296
表8-3 无机物的蒸馏分离法	296
第三节 有关蒸馏分离的某些数据	298
表8-4 有机化合物的二元混合物的蒸馏特性	298
表8-5 有机化合物二元恒沸混合物	300
表8-6 二元共沸混合物	306
第四节 理论板值	307
一、理论板值的测定	307
图8-1 二氯乙烷-苯的理论板值与折光率曲线	307
表8-7 二元混合物的蒸气压比	308
二、理论板值与理论板高度的关系	310
三、分馏柱选择示例	310
表8-8 沸点差与所需理论板值	311
第五节 升华分离法	311
表8-9 可利用升华法分离 (提纯) 的物质	311
表8-10 气压对升华温度的影响	311

第三篇 定性分析

第九章 无机定性分析	312
第一节 常用试剂与离子的反应	312
表9-1 各族离子与常用酸碱的反应(包括水).....	313
表9-2 某些无机试剂(除酸、碱外)与离子的反应.....	317
第二节 初步试验	321
一、灼烧试验	321
表9-3 灼烧试验(闭管试验).....	321
二、熔珠试验	321
表9-4 熔珠试验时熔珠的颜色.....	322
三、焰色反应	322
表9-5 焰色试验.....	322
四、溶解度试验	322
表9-6 各种溶剂的作用.....	323
五、氧化性物质和还原性物质的检验	323
表9-7 氧化性物质试验.....	323
表9-8 还原性物质试验.....	324
六、阳离子的初步试验	324
1. 阳离子对碱和氨水的关系.....	324
表9-9 常见阳离子的两性 and 形成氨络合物试验.....	325
2. 硫化物试验.....	326
表9-10 硫化物的分组.....	326
表9-11 常见阳离子的硫化物试验.....	327
3. 磷酸盐试验.....	327
表9-12 金属磷酸盐在不同介质中的溶解情况.....	328
4. 铬酸盐试验.....	328
表9-13 常见阳离子的铬酸盐沉淀.....	328
5. 铜铁试剂试验.....	328
6. α -安息香酮肟试验.....	329
7. 硫酸铵试验.....	329
七、阴离子的初步试验	329
1. 稀硫酸试验.....	329
表9-14 稀硫酸试验.....	329
2. 浓硫酸试验.....	329
表9-15 浓硫酸试验.....	329
3. 氧化剂和还原剂试验.....	330
4. 硝酸银和氯化钡试验.....	330
表9-16 硝酸银试验.....	330
表9-17 氯化钡试验.....	331
第三节 系统分析和部分分析	331
一、某些系统分析方案	331
1. 阳离子的硫化物系统.....	331
表9-18 阳离子试液的制备及组1、组2的分离表.....	332

表9-19 阳离子分组表(硫化物系统)	332
表9-20 经典的阳离子硫化物系统分析	333
2. 阳离子分析的非硫化物系统	333
表9-21 维尔逊(Wilson)方案	333
表9-22 布罗克曼(Brockman)方案	333
表9-23 卡诺(Carnog)方案	334
表9-24 兰纳(Rane)和康达克(Kondaiak)方案	334
表9-25 魏斯特(West)等方案	334
3. 阳离子与阴离子分析系统	335
表9-26 阳离子和阴离子系统分析方案	335
二、某些分部分析法	336
1. 国际化学及应用化学联合会分析反应及试剂委员会第五次报告的方法	336
2. 利用离子对酸碱的特性	337
3. 在溶液中检验阳离子的恰罗特(Charlot)法	338
第四节 元素和离子的化学鉴定法	340
表9-27 金属离子的化学鉴定法	340
表9-28 阴离子的化学鉴定法	359
第五节 掩蔽和解蔽	367
表9-29 阳离子的掩蔽剂	367
表9-30 阴离子和中性分子的掩蔽剂	370
表9-31 某些解蔽剂	371
第十章 有机定性分析	373
第一节 概述	373
表10-1 鉴定有机化合物的系统步骤	373
第二节 初步试验	373
一、初步审查	373
1. 观察物态	373
2. 颜色	373
表10-2 有机化合物的颜色	374
3. 气味	374
表10-3 若干有机化合物气味的分类	374
二、灼烧和热解试验	374
1. 灼烧试验	374
表10-4 灼烧时的特征	375
2. 挥发物试验	375
表10-5 挥发物的试验	375
3. 灼烧后余留残渣检验	376
表10-6 灼烧后余留残渣的观察	376
表10-7 灼烧残渣在水和乙酸中的溶解情况	376
第三节 元素定性分析	377
表10-8 鉴定有机物中元素的试样分解法	377
一、有机化合物中元素的鉴定法	377
表10-9 有机化合物中元素的化学鉴定法	377
二、根据元素鉴定结果,进行初步试验	379

表10-10 含碳和氢试样的初步试验	379
表10-11 含碳、氢和氮试样的初步试验	380
表10-12 含碳、氢和硫试样的初步试验	381
表10-13 含碳、氢和卤素试样的初步试验	382
表10-14 含碳、氢、氮和硫试样的初步试验	382
表10-15 含碳、氢、硫和卤素的试样的初步试验	383
表10-16 灼烧后残留金属残渣的初步试验——用稀盐酸或浓盐酸处理	383
第四节 分组试验	383
一、根据溶解度分组	383
表10-17 有机化合物的溶解度分组系统	384
表10-18 有机化合物按溶解度分组表	384
二、酸碱性试验	385
三、其它分组试验	386
表10-19 有机化合物的某些分组试验	386
四、高锰酸钾、溴、三氯化铁及碘仿试验	387
表10-20 高锰酸钾试验与溴-四氯化碳试验结果比较	388
表10-21 不同溶剂中三氯化铁与某些有机化合物的反应	388
表10-22 有机化合物与三氯化铁溶液的反应	388
表10-23 碘仿反应结果	395
第五节 官能团检验	396
表10-24 不饱和官能团的化学检验法	396
表10-25 烃的初步鉴别	397
表10-26 含氧官能团的化学检验法	397
表10-27 烃的含氧衍生物的初步区别	398
表10-28 醛和酮的颜色反应和沉淀反应	398
表10-29 含氮官能团的化学检验法	398
表10-30 检验胺类的反应	399
表10-31 含硫官能团的化学检验法	400
表10-32 多官能团及其它官能团的化学检验法	400
表10-33 测定卤素原子与其它原子间键的本质的反应	401
第六节 衍生物的制备	402
表10-34 各种不同类型有机化合物的适宜衍生物	402
参考资料	403

第四篇 定量分析

第十一章 重量分析	404
第一节 重量分析中使用的一般沉淀剂	404
表11-1 重量分析中使用的一般沉淀剂	404
第二节 元素和离子的重量测定方法	406
表11-2 重量分析方法	407
第三节 重量分析沉淀的热稳定性及换算因数	421
表11-3 重量分析沉淀的热稳定性及换算因数	421
第十二章 中和法	426
第一节 试剂	426

一、酸碱指示剂	426
表12-1 酸碱指示剂	426
二、酸碱指示剂的式离解常数	445
1. 某些单色指示剂的式离解常数	445
表12-2 单色指示剂的 pK_1	445
2. 某些双色指示剂的离解常数	445
表12-3 双色指示剂的 pK_1	445
三、混合指示剂	446
表12-4 混合酸碱指示剂	446
第二节 酸碱滴定的pH突跃范围	448
表12-5 酸碱滴定的pH突跃范围	448
表12-6 弱酸盐、弱碱盐滴定的pH突跃范围	448
第三节 某些离子及化合物的酸碱滴定测定法	449
表12-7 某些离子及化合物的酸碱滴定测定法	449
第十三章 沉淀滴定法	450
第一节 沉淀滴定法终点的判断方法	450
一、某些特殊指示剂	450
表13-1 沉淀滴定法中应用的某些特殊指示剂	450
二、吸附指示剂	451
表13-2 沉淀滴定中常用的吸附指示剂	451
第二节 元素及离子的沉淀滴定测定法	466
表13-3 元素及离子的沉淀滴定方法	466
第十四章 氧化还原滴定法	469
第一节 物质的预氧化和预还原	469
一、物质的预氧化方法	469
表14-1 物质的预氧化	469
二、物质的预还原方法	469
表14-2 物质的预还原	469
第二节 氧化还原指示剂	470
一、 $E_{ind} \geq 0.75$ 伏的氧化还原指示剂	470
表14-3 $E_{ind} \geq 0.75$ 伏指示剂	471
二、 $E_{ind} < 0.75$ 伏的氧化还原指示剂	478
表14-4 $E_{ind} < 0.75$ 伏指示剂	479
三、氧化还原法中的特殊指示剂	489
表14-5a 氧化还原法中特殊指示剂	489
表14-5b 溴量法和溴酸盐法的特殊指示剂	491
第三节 元素及离子的氧化还原测定法	491
表14-6 元素及离子的氧化还原测定法	492
第十五章 络合滴定法	503
第一节 螯合滴定剂	503
一、螯合滴定剂及其离解常数	503
表15-1 螯合滴定剂及其酸度常数	503
二、螯合剂的酸效应系数	508

表15-2 不同pH值EDTA的酸效应系数(对数值)	509
三、在不同pH值时 EDTA各种离解形式的百分含量	509
表15-3 在不同pH值时EDTA各种离解形式的百分含量	509
四、EDTA在水中的溶解度	510
表15-4 各种温度下EDTA在水中的溶解度	510
第二节 络合滴定指示剂	510
一、指示剂	510
表15-5 络合滴定指示剂	510
二、指示剂的酸效应系数	553
表15-6 金属指示剂在不同pH值时的酸效应系数	553
三、指示剂变色点的 $pM_{t,ran}$ 值	554
表15-7 指示剂变色点的 $pM_{t,ran}$ 值	554
第三节 EDTA滴定法中常用的掩蔽剂	559
一、常用的掩蔽剂	559
表15-8 EDTA滴定中常用的掩蔽剂	559
二、常用的混合掩蔽剂	567
表15-9 EDTA滴定中常用的混合掩蔽剂	567
第四节 金属螯合物的形成常数	570
一、螯合剂与金属离子形成螯合物的形成常数	570
表15-10 螯合剂与金属离子形成螯合物的形成常数	570
二、EDTA与金属离子在不同pH值的稳定常数	596
表15-11 EDTA与金属离子在不同pH值的稳定常数(对数值)	596
三、金属指示剂的形成常数	597
表15-12 金属指示剂与质子(H^+)和金属离子形成络合物的稳定常数(对数值)	598
四、常见掩蔽剂与金属离子的形成常数(见《分析化学手册》第一分册第一篇I-9)	616
第五节 元素及离子的络合滴定测定法	616
一、EDTA的络合滴定	616
1. 无机阳离子的测定	616
表15-13 阳离子的络合滴定测定法	616
2. 阴离子的测定	623
表15-14 阴离子的EDTA间接测定	623
二、其它几种氨羧络合剂的络合滴定	625
表15-15 其它氨羧络合剂的络合滴定	625
三、其它络合滴定测定法	627
表15-16 其它络合滴定测定法	628
第十六章 非水滴定	630
第一节 概述	630
第二节 非水滴定中应用的指示剂	633
一、非水滴定中应用的酸碱指示剂	633
表16-1 非水滴定中应用的酸碱指示剂	633
二、非水滴定中应用的氧化还原指示剂	636
表16-2 非水滴定中应用氧化还原指示剂	636
第三节 非水滴定方法的应用	637

表16-3 某些无机物的非水滴定测定方法	638
表16-4 各种有机化合物的非水滴定分析方法	641
第十七章 气体分析	651
概述	651
第一节 某些气体和蒸气的物理化学常数	651
一、某些气体和蒸气的物理常数表	651
表17-1 某些气体和蒸气的物理常数	651
二、气体的溶解度	653
表17-2 氮在有机溶剂中的溶解度	654
表17-3 氮在有机溶剂中的溶解度	654
表17-4 氧在有机溶剂中的溶解度	655
表17-5 惰性气体在有机溶剂中的溶解度	656
表17-6 其它气体在有机溶剂中的溶解度	657
三、气体的蒸气压	658
表17-7 无机化合物气体蒸气压 (1大气压以下)	658
表17-8 无机化合物气体蒸气压 (1大气压以上)	659
表17-9 有机化合物蒸气压 (1大气压以下)	660
表17-10 有机化合物蒸气压 (1大气压以上)	661
四、气体的临界常数	662
表17-11 无机化合物气体的临界常数	662
表17-12 有机化合物气体的临界常数	663
五、气体的热导率	663
表17-13 无机化合物气体常压下的热导率 k	664
表17-14 有机化合物气体常压下的热导率 k	665
六、气体的粘度	666
表17-15 高温时无机化合物的粘度	666
表17-16 高温时有机化合物的粘度	667
七、气体的扩散系数	668
表17-17 气体的自身扩散系数 D	668
表17-18 双组份气体体系的相互扩散系数 D	668
八、气体的膨胀系数	669
表17-19 气体定容体膨胀系数 α_p	669
表17-20 气体定压体膨胀系数 α_v	670
九、气体的音速	670
表17-21 气体的音速	670
十、气体的磁感性	670
表17-22 气体的磁感性	670
第二节 气体分析中的一般计算	670
一、气体浓度的表示方法及换算表	670
二、气体分析中的基本计算	671
表17-23 气体浓度表示方法及换算表	672
三、气体容量分析中的基本计算	673
四、气体混合物比重的计算	673
表17-24 不同温度和压力下气体体积换算到标准状况下体积的换算系数 F 值	674
表17-25 不同温度下水面上空气中饱和水蒸汽的压力及含量	679