

定性分析

C. A. 沙皮罗 著

商务印书馆



3300725

电子学研究所
54.62
222

定性分析

C.A. 沙皮罗 著
董維憲 張幹忱 刘毓賢 譯



商务印书馆

0475/3

本書系根据苏联国立化学科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство химической литературы) 出版的沙皮罗 (С. А. Шапиро) 著“定性分析” (Качественный анализ) 1953 年版譯出。原書經苏联文化部職業教育总署教学指导司审定为工艺学校教科書，并經苏联化学工業部教学司审定为培养和提高化学工業企業中的实验員技能用的参考書。

定 性 分 析

С. А. 沙皮罗著

董維憲 張幹忱 刘毓賢譯

★ 版 权 所 有 ★

商 务 印 書 館 出 版

上海河南中路二一—号

(上海市書刊出版業營業許可証出字第〇二五号)

新 华 書 店 总 經 售

京 华 印 書 局 印 刷

(13017·72)

1956 年 11 月初版

開本 850×1168 $1/32$

1956 年 11 月北京第一次印刷

字數 194,000

印數 00001—12,000

印張 8 $4/16$

定價 羊 (7) 0.85

目 录

原序	9
緒論	11
§ 1. 一般介紹	11
§ 2. 化学分析的方法	13
第一篇 分析化学的理論基础	
第一章 溶液的濃度	16
§ 1. 关于溶液与溶解度的一般概念	16
§ 2. 溶液的濃度	17
第二章 电离学說	21
§ 1. 电离	21
§ 2. 酸、鹼和鹽的离解	22
酸的离解	22
鹼的离解	23
水的离解	23
鹽的离解	24
§ 3. 离解度与离解常数	25
§ 4. 电解質按离解度的分类	27
§ 5. 影响电解質离解度的因素	29
第三章 水溶液中的化学反应	30
§ 1. 离子反应	30
§ 2. 水溶液中化学反应的方向	32
§ 3. 溶度积	34
由溶解度計算溶度积以及由溶度积的已知值計算溶解度	37
沉淀在酸中的溶解	40
§ 4. 氧化-还原反应	41
氧化剂和还原剂	46
第四章 鹽类的水解	52
§ 1. 水的离解	52
§ 2. 关于氫指数的概念	54
§ 3. 鹽类的水解	56

第五章 膠体溶液	58
----------------	----

第二篇 离子性質的研究

第一章 分析工作的技术	61
§ 1. 分析化学工作的一般規則	61
§ 2. 半微量分析所用的器皿及設備	64
§ 3. 半微量分析的一般操作技术	71
加热	71
离子的檢出	72
沉淀	73
离心分离	74
試驗沉淀的完全	75
傾析及沉淀的洗滌	75
沉淀的溶解	76
§ 4. 陽离子的定性分析	76
第二章 陽离子第一組	78
§ 1. 本組的特性	78
§ 2. 研究第一組陽离子所需的試剂	79
§ 3. 操作及記錄的順序	81
§ 4. 鉀	83
鉀离子的反应	84
§ 5. 鈉	86
鈉离子的反应	86
§ 6. 銨	88
銨离子的反应	88
§ 7. 鎂	90
鎂离子的反应	90
§ 8. 第一組陽离子的特性反应	95
§ 9. 第一組陽离子混合物的分析	96
第三章 陽离子第二組	99
§ 1. 本組的特性	99
§ 2. 研究第二組陽离子所需的試剂	100
§ 3. 鋇	104
鋇离子的反应	104
§ 4. 鈣	107
鈣离子的反应	107
§ 5. 鋇	109
鋇离子的反应	109
§ 6. 第二組陽离子的特性反应	112

§ 7. 第一、二組陽离子混合物的分析	113
§ 8. 第二組陽离子的快速分析法	117
第四章 陽离子第三組	118
§ 1. 本組的特性	118
§ 2. 第三組的組試剂	120
§ 3. 鋁	121
鋁离子的反应	121
§ 4. 鉻	125
鉻离子的反应	127
§ 5. 鉻酸根离子 CrO_4^{2-} 及重鉻酸根离子 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的反应	132
§ 6. 鉄	133
三价鉄离子的反应	134
二价鉄离子的反应	137
§ 7. 錳	139
錳离子的反应	140
§ 8. 鋅	143
鋅离子的反应	143
§ 9. 鎳	145
鎳离子的反应	145
§ 10. 鈷	147
鈷离子的反应	148
§ 11. 第三組陽离子的特性反应	151
§ 12. 第一、二和三組陽离子混合物的分析	154
§ 13. 第三組陽离子的快速分析法	163
§ 14. 在有机化合物存在时第一組、第二組及第三組陽离子 混合物的分析	164
第五章 陽离子第四組	165
§ 1. 本組的特性	165
銀族	165
§ 2. 銀	166
銀离子的反应	167
§ 3. 一价汞	168
一价汞离子的反应	169
§ 4. 鉛	170
鉛离子的反应	171
§ 5. 銀族陽离子的个别反应及特性反应	173
§ 6. 第四組陽离子的分析	174
銅族	176
§ 7. 二价汞	178

二价汞离子的反应	178
§ 8. 銅	180
銅离子的反应	181
§ 9. 錫	182
錫离子的反应	183
§ 10. 鉍	183
鉍离子的反应	184
§ 11. 銅族陽离子的个别反应和特性反应	186
§ 12. 第一、二、三和四組陽离子混合物的分析	187
第六章 陽离子第五組	190
§ 1. 本組的特性	190
§ 2. 多硫化鉍	192
§ 3. 砷... ..	194
三价砷化合物的反应	195
五价砷化合物的反应	197
§ 4. 銻	199
銻离子的反应	201
§ 5. 錫	202
錫离子的反应	203
§ 6. 第五組陽离子化合物的个别反应和特性反应	205
§ 7. 第五組陽离子混合物的分析	206
§ 8. 第四組和第五組陽离子混合物的分析	209
§ 9. 所有五个組的陽离子混合物的分析	213
陰离子的定性分析	216
第七章 陰离子第一組	217
§ 1. 鹽酸和氯离子	217
氯离子的反应	218
§ 2. 氢溴酸和溴离子	218
溴离子的反应	218
§ 3. 氢碘酸和碘离子	220
碘离子的反应	220
§ 4. 氢硫酸和硫离子	221
硫离子的反应	222
§ 5. 第一組陰离子的分析	223
第八章 陰离子第二組	225
§ 1. 碳酸和碳酸根离子	225
碳酸根离子的反应	226
§ 2. 硼酸和硼酸根离子	227

砷酸根离子的反应	227
§ 3. 砷酸和砷酸根离子	228
砷酸根离子的反应	229
§ 4. 亚砷酸和亚砷酸根离子	229
亚砷酸根离子的反应	230
§ 5. 硫代砷酸根离子	231
硫代砷酸根离子的反应	232
§ 6. 磷酸和磷酸根离子	232
磷酸根离子的反应	233
§ 7. 硅酸和硅酸根离子	233
硅酸根离子的反应	234
§ 8. 第二組陰离子的分析	234
第九章 陰离子第三組	235
§ 1. 硝酸和硝酸根离子	235
硝酸根离子的反应	236
§ 2. 亚硝酸和亚硝酸根离子	236
亚硝酸根离子的反应	237
§ 3. 陰离子的特性反应	238
第十章 陰离子的系統檢出	239
§ 1. 初步試驗	239
§ 2. 陰离子的檢出	241
第三篇 未知物的分析	
§ 1. 試料是液体	244
§ 2. 試料是固体物質(非金屬)	247
§ 3. 金屬或合金的分析	249
附录	252
I. 若干元素的原子量	252
II. 試剂	253
III. 酸和鹼的离解度	260
IV. 若干弱電解質的离解常数	260
V. 若干难溶物質的溶解度和溶度积(在常溫时)	262
VI. 最常用的氧化剂和还原剂	263

定 性 分 析

C. A. 沙皮罗 著

董維憲 張幹忱 刘毓賢 譯

商 务 印 書 館

0475/3

本書系根据苏联国立化学科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство химической литературы) 出版的沙皮罗 (С. А. Шапиро) 著“定性分析” (Качественный анализ) 1953 年版譯出。原書經苏联文化部職業教育总署教学指导司审定为工艺学校教科書，并經苏联化学工業部教学司审定为培养和提高化学工業企業中的实验員技能用的参考書。

定 性 分 析

С. А. 沙皮罗著

董維憲 張幹忱 刘毓賢譯

★ 版 权 所 有 ★

商 务 印 書 館 出 版

上海河南中路二一—号

(上海市書刊出版業營業許可証出字第〇二五号)

新 华 書 店 总 經 售

京 华 印 書 局 印 刷

(13017·72)

1956 年 11 月初版

開本 850×1168 $1/32$

1956 年 11 月北京第一次印刷

字數 194,000

印數 00001—12,000

印張 8 $4/16$

定價 羊 (7) 0.85

目 录

原序	9
緒論	11
§ 1. 一般介紹	11
§ 2. 化学分析的方法	13
第一篇 分析化学的理論基础	
第一章 溶液的濃度	16
§ 1. 关于溶液与溶解度的一般概念	16
§ 2. 溶液的濃度	17
第二章 电离学說	21
§ 1. 电离	21
§ 2. 酸、鹼和鹽的离解	22
酸的离解	22
鹼的离解	23
水的离解	23
鹽的离解	24
§ 3. 离解度与离解常数	25
§ 4. 电解質按离解度的分类	27
§ 5. 影响电解質离解度的因素	29
第三章 水溶液中的化学反应	30
§ 1. 离子反应	30
§ 2. 水溶液中化学反应的方向	32
§ 3. 溶度积	34
由溶解度計算溶度积以及由溶度积的已知值計算溶解度	37
沉淀在酸中的溶解	40
§ 4. 氧化-还原反应	41
氧化剂和还原剂	46
第四章 鹽类的水解	52
§ 1. 水的离解	52
§ 2. 关于氫指数的概念	54
§ 3. 鹽类的水解	56

第五章 膠体溶液	58
----------------	----

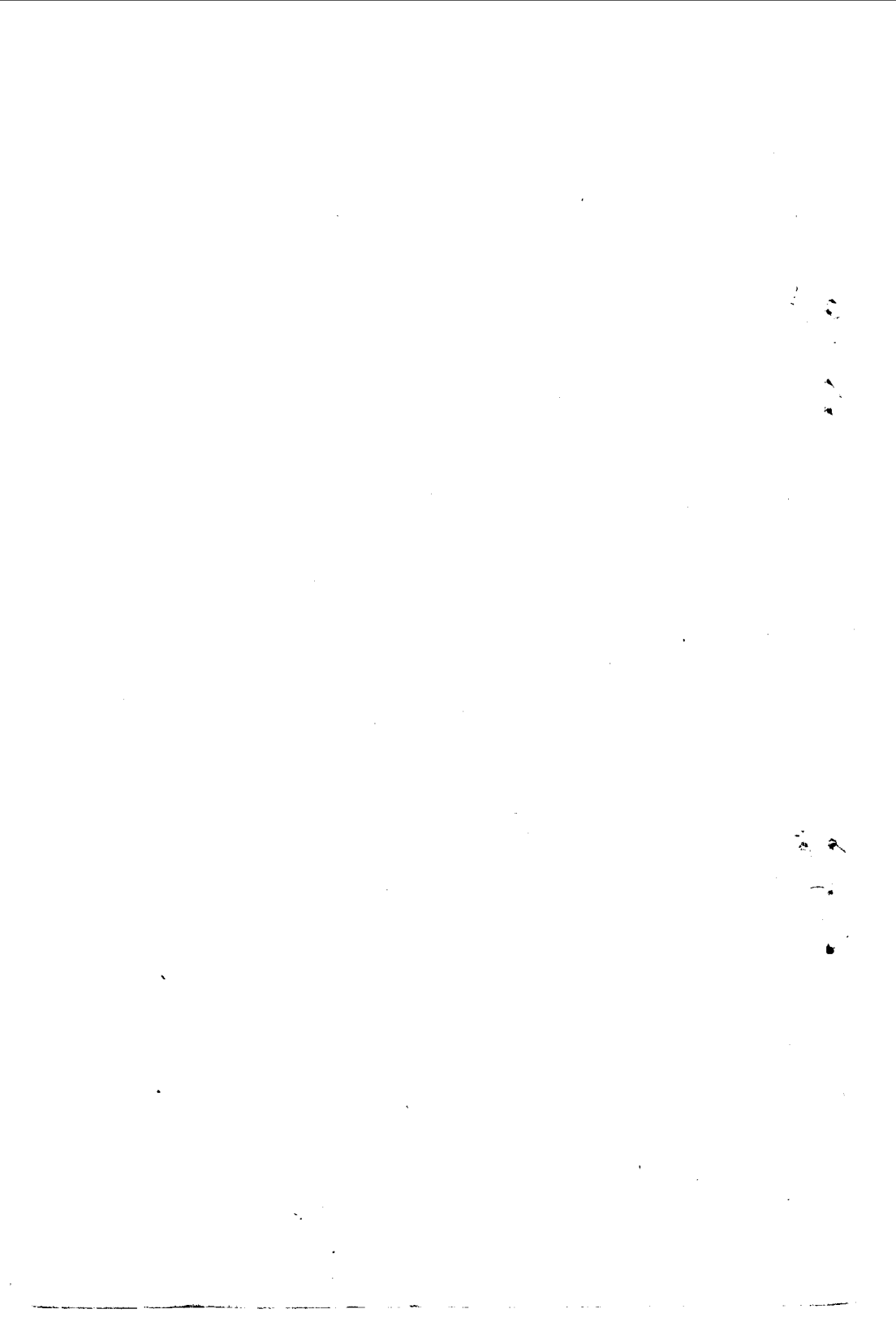
第二篇 离子性質的研究

第一章 分析工作的技术	61
§ 1. 分析化学工作的一般規則	61
§ 2. 半微量分析所用的器皿及設備	64
§ 3. 半微量分析的一般操作技术	71
加热	71
离子的檢出	72
沉淀	73
离心分离	74
試驗沉淀的完全	75
傾析及沉淀的洗滌	75
沉淀的溶解	76
§ 4. 陽离子的定性分析	76
第二章 陽离子第一組	78
§ 1. 本組的特性	78
§ 2. 研究第一組陽离子所需的試剂	79
§ 3. 操作及記錄的順序	81
§ 4. 鉀	83
鉀离子的反应	84
§ 5. 鈉	86
鈉离子的反应	86
§ 6. 銨	88
銨离子的反应	88
§ 7. 鎂	90
鎂离子的反应	90
§ 8. 第一組陽离子的特性反应	95
§ 9. 第一組陽离子混合物的分析	96
第三章 陽离子第二組	99
§ 1. 本組的特性	99
§ 2. 研究第二組陽离子所需的試剂	100
§ 3. 鋇	104
鋇离子的反应	104
§ 4. 鈣	107
鈣离子的反应	107
§ 5. 鋇	109
鋇离子的反应	109
§ 6. 第二組陽离子的特性反应	112

§ 7. 第一、二組陽离子混合物的分析	113
§ 8. 第二組陽离子的快速分析法	117
第四章 陽离子第三組	118
§ 1. 本組的特性	118
§ 2. 第三組的組試剂	120
§ 3. 鋁	121
鋁离子的反应	121
§ 4. 鉻	125
鉻离子的反应	127
§ 5. 鉻酸根离子 CrO_4^{2-} 及重鉻酸根离子 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的反应	132
§ 6. 鉄	133
三价鉄离子的反应	134
二价鉄离子的反应	137
§ 7. 錳	139
錳离子的反应	140
§ 8. 鋅	143
鋅离子的反应	143
§ 9. 鎳	145
鎳离子的反应	145
§ 10. 鈷	147
鈷离子的反应	148
§ 11. 第三組陽离子的特性反应	151
§ 12. 第一、二和三組陽离子混合物的分析	154
§ 13. 第三組陽离子的快速分析法	163
§ 14. 在有机化合物存在时第一組、第二組及第三組陽离子 混合物的分析	164
第五章 陽离子第四組	165
§ 1. 本組的特性	165
銀族	165
§ 2. 銀	166
銀离子的反应	167
§ 3. 一价汞	168
一价汞离子的反应	169
§ 4. 鉛	170
鉛离子的反应	171
§ 5. 銀族陽离子的个别反应及特性反应	173
§ 6. 第四組陽离子的分析	174
銅族	176
§ 7. 二价汞	178

二价汞离子的反应	178
§ 8. 銅	180
銅离子的反应	181
§ 9. 錫	182
錫离子的反应	183
§ 10. 鉍	183
鉍离子的反应	184
§ 11. 銅族陽离子的个别反应和特性反应	186
§ 12. 第一、二、三和四組陽离子混合物的分析	187
第六章 陽离子第五組	190
§ 1. 本組的特性	190
§ 2. 多硫化鉍	192
§ 3. 砷... ..	194
三价砷化合物的反应	195
五价砷化合物的反应	197
§ 4. 銻	199
銻离子的反应	201
§ 5. 錫	202
錫离子的反应	203
§ 6. 第五組陽离子化合物的个别反应和特性反应	205
§ 7. 第五組陽离子混合物的分析	206
§ 8. 第四組和第五組陽离子混合物的分析	209
§ 9. 所有五个組的陽离子混合物的分析	213
陰离子的定性分析	216
第七章 陰离子第一組	217
§ 1. 鹽酸和氯离子	217
氯离子的反应	218
§ 2. 氢溴酸和溴离子	218
溴离子的反应	218
§ 3. 氢碘酸和碘离子	220
碘离子的反应	220
§ 4. 氢硫酸和硫离子	221
硫离子的反应	222
§ 5. 第一組陰离子的分析	223
第八章 陰离子第二組	225
§ 1. 碳酸和碳酸根离子	225
碳酸根离子的反应	226
§ 2. 硼酸和硼酸根离子	227

砷酸根离子的反应	227
§ 3. 砷酸和砷酸根离子	228
砷酸根离子的反应	229
§ 4. 亚砷酸和亚砷酸根离子	229
亚砷酸根离子的反应	230
§ 5. 硫代砷酸根离子	231
硫代砷酸根离子的反应	232
§ 6. 磷酸和磷酸根离子	232
磷酸根离子的反应	233
§ 7. 硅酸和硅酸根离子	233
硅酸根离子的反应	234
§ 8. 第二组阴离子的分析	234
第九章 陰离子第三組	235
§ 1. 硝酸和硝酸根离子	235
硝酸根离子的反应	236
§ 2. 亚硝酸和亚硝酸根离子	236
亚硝酸根离子的反应	237
§ 3. 阴离子的特性反应	238
第十章 陰离子的系統檢出	239
§ 1. 初步試驗	239
§ 2. 陰离子的檢出	241
第三篇 未知物的分析	
§ 1. 試料是液体	244
§ 2. 試料是固体物質(非金屬)	247
§ 3. 金屬或合金的分析	249
附录	252
I. 若干元素的原子量	252
II. 試剂	253
III. 酸和鹼的离解度	260
IV. 若干弱電解質的离解常数	260
V. 若干难溶物質的溶解度和溶度积(在常溫时)	262
VI. 最常用的氧化剂和还原剂	263



原 序

在本教科書的第二版中，与以前在 1947 年出版的第一版相比，作了相当多的修改，这首先是因为要根据門捷列夫周期律来叙述定性分析課程的緣故。此外，根据經驗，最正确的陽离子分类，是 Н. А. 門舒特金 (Н. А. Меншуткин) 所提出的分类，所以在这一版中，陽离子的分析是遵照 Н. А. 門舒特金的分类而加以叙述的。

近来定性分析的實驗方法發生了根本的改变：用小量物質来操作的所謂半微量法得到了广泛的采用。后者保存了經典的常量方法的全部長处，另外还具有一系列的优越性：用小量試料来操作，以离心分离法代替像過濾那样的費時間的操作，大大地縮減了分析的時間及試剂的消耗，在定性分析實驗室中建立較好的清潔衛生条件。此外，半微量的方法和方式，使学生在分析操作中养成高度精确性和仔細性。

这一版中的材料是这样叙述的，即它既可用于一般的常量分析，也可用于半微量分析。

然而基本上此教科書預計是供常量分析使用的。在以常量方法研究每一离子的个别反应时，建議用 1—2 毫升的試液，并且加入大約同体积的試剂溶液。当用半微量方法来作这些反应时，則每种溶液应取 3—4 滴。

在叙述每組的分析及各組的系統分析过程时，半微量法所使用的溶液的体积，在文中已指出来了。

此外，在这一版中还作了如下的修改。