

吕春绪 诸松渊 主编

化验室

工作手册

江苏科学技术出版社

工作手册

2000



化 验 室 工 作 手 册

主 编 吕春绪 诸松洲

编 者 丁海清 彭新华 田远

江 苏 科 学 技 术 出 版 社

(苏)新登字第002号

化验室工作手册

吕春绪 诸松洲 主编

出版发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：江苏通州市印刷总厂

开本787×1092毫米 1/16 印张48 插页4 字数1,170,000

1994年4月第1版 1994年4月第1次印刷

印数1—5,000册

ISBN 7-5345-1758-7

TQ·15 (精)定价：29.90元

责任编辑 黄元森

我社图书如有印装质量问题，可随时向承印厂调换。

前 言

本书是专为化验工作者编制的工作手册。期望它在化验室的设计管理、化验仪器的购置使用、化验分析的应用技术等方面能起到有益的作用。

化验工作中经常需要查阅化验数据及其它的有关资料，而此等资料查阅费时费事，且散见于各处，因此，我们将与化验分析有关的常用数据资料简单扼要地集于一册，以满足读者方便使用之愿望。

本书上篇以化学分析内容为主，介绍化验室常用仪器、试剂和溶液配制等基本知识，叙述无机物和有机物的化学定性、定量分析的原理、方法及应用实例；下篇以仪器分析内容为主，介绍电化学分析、光化学分析、色谱分析的仪器、应用、有关数据和使用实例，并对核磁共振波谱、质谱作了简要介绍。仪器的型号层出不穷，性能也各有不同，但其依据的原理是基本相同的，此外，新老仪器混杂使用的情况在许多单位比较普遍。考虑到手册的完整性、化验室工作现状，以及读者使用需要，我们尽可能保留了各种有用的资料。

本书适合于化验工作者使用，对新建化验室的中小企业、乡镇企业的化验室工作人员尤为适用。

黄元森同志对本书的构思和编写提出了建设性的意见，商士明同志参加了本书的编写工作，龚耀明、许炎、金健生、袁巩、黄荣等同志提供了一些资料，徐昌华、邹白同志提出了许多宝贵意见，在此向他们表示感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，错误和不当之处在所难免，敬请使用者批评指正。编写过程中参阅了一些资料，不及一一列举，谨致谢意。

编 者
1992年12月

目 录

上篇 化学分析

第一章 基本知识

第一节 化 验 室

一、化验室……………(2)

(一) 化验室的设计规划……………(2)

1. 建筑位置……………(2)

2. 规划要求……………(2)

(二) 化验室的内部设施……………(3)

1. 化验桌……………(3)

2. 通风橱……………(4)

3. 仪器橱和试剂柜……………(5)

(三) 废液处理设施……………(7)

1. 化验室的废液……………(7)

2. 废液处理注意事项……………(7)

二、天平室、仪器室和药品库……………(10)

(一) 天平室……………(10)

1. 天平室……………(10)

2. 天平台……………(10)

3. 天平室的防潮……………(11)

(二) 仪器室……………(11)

1. 玻璃仪器和瓷质器皿的管理……………(11)

2. 玻璃仪器和瓷质器皿的贮存……………(11)

3. 其它仪器的管理和贮存……………(12)

4. 铂金器皿使用规则……………(12)

(三) 药品库……………(12)

1. 一般化学试剂的保管……………(13)

2. 非危险品化学试剂的分类储存……………(13)

3. 危险品化学试剂的分类储存……………(14)

三、化验操作安全守则……………(17)

(一) 化验室工作者的安全操作……………(17)

1. 注意事项……………(17)

2. 易忽视的危险操作及预防……………(18)

3. 防止汞中毒的注意事项……………(18)

(二) 压缩气体钢瓶的安全使用……………(19)

1. 注意事项……………(19)

2. 几种压缩可燃气和助燃气的特殊性质和安全处理……………(20)

(三) 不幸事故的急救和处理……………(20)

1. 火灾……………(20)

2. 爆炸……………(22)

3. 触电……………(23)

4. 外伤……………(24)

5. 中毒……………(25)

第二节 常用分析仪器和器具

一、化验室材料的特性……………(26)

二、玻璃仪器……………(27)

(一) 玻璃仪器的分类和使用……………(27)

1. 容器类玻璃仪器……………(27)

2. 量器类玻璃仪器……………(35)

3. 其它常用玻璃仪器……………(40)

4. 标准磨口仪器……………(50)

(二) 辅助器皿的分类和用途……………(51)

1. 化学瓷器……………(51)

2. 金属与木制器具……………(52)

3. 橡胶和塑料制品……………(58)

(三) 玻璃仪器的校正和使用……………(60)

1. 玻璃量器的允许误差和校正……………(60)

2. 玻璃仪器的洗涤……………(61)

3. 玻璃仪器的干燥……………(65)

4. 化学瓷器的洗涤与干燥……………(65)

三、天平……………(65)

(一) 天平……………(65)

1. 天平的分级和应用范围……………(66)

2. 国产分析天平的型号和性能……………(67)

3. 分析天平的使用……………(71)

4. 分析天平的常见故障及其排除……………(72)

(二) 砝码……………(75)

1. 砝码的分级和应用范围……………(76)

2. 砝码的使用和维护……………(77)

四、加热和制冷设备……………(78)

(一) 加热设备……………(78)

1. 常用热源.....	(78)
2. 酒精灯、酒精喷灯和煤气灯.....	(78)
3. 电热设备.....	(80)
4. 红外加热设备.....	(84)
(二) 制冷设备	(85)
1. 电冰箱.....	(85)
2. 空气调节器.....	(85)
(三) 热浴与冷浴	(87)
1. 热浴.....	(87)
2. 冷浴.....	(87)
(四) 测温仪表.....	(89)
1. 温度计.....	(89)
2. 热电式高温计.....	(90)
3. 灼热温度的目测估计.....	(93)
五、维修工具与电工仪表.....	(93)
(一) 常用维修工具.....	(93)
(二) 万用电表及其使用.....	(93)
1. 小型万用电表.....	(93)
2. 万用电表的使用.....	(94)
3. 用数字万用表作便携式pH计.....	(95)
(三) 电流密度计.....	(96)

第三节 化学试剂和溶液

一、分析用水.....	(96)
(一) 自然界中的水.....	(96)
1. 水域功能分类.....	(96)
2. 水质要求.....	(97)
(二) 分析用纯水.....	(98)
1. 分析用纯水的质量要求.....	(98)
2. 各种纯水和高纯水中的杂质.....	(99)
(三) 纯水的制备方法.....	(100)
1. 蒸馏法.....	(100)
2. 离子交换法.....	(102)
(四) 纯水的质量检验.....	(104)
1. 物理检验法.....	(104)
2. 化学检验法.....	(105)
二、化学试剂.....	(108)
(一) 化学试剂的等级和选用.....	(108)
1. 化学试剂的类别.....	(108)
2. 化学试剂的等级.....	(108)
3. 化学试剂的包装规格.....	(110)
4. 常用化学试剂的一般性质.....	(111)
(二) 无机分析试剂的提纯和制 备.....	(119)
1. 盐酸的提纯.....	(119)

2. 硝酸的提纯.....	(120)
3. 氢氟酸的提纯.....	(120)
4. 高氯酸的提纯.....	(120)
5. 氨水的提纯.....	(121)
6. 氯化钠的提纯.....	(121)
7. 氯化钾的提纯.....	(121)
8. 碳酸钠的提纯.....	(121)
9. 重铬酸钾的提纯.....	(122)
10. 氟化钠的提纯和制备.....	(122)
(三) 有机分析试剂的提纯和制 备.....	(122)
1. 无水乙醇的提纯.....	(122)
2. 乙酸(醋酸)的提纯.....	(123)
3. 乙醚的提纯.....	(123)
4. 丙酮的提纯.....	(124)
5. 甲基异丁酮和环己酮的提纯.....	(124)
6. 乙酸乙酯的提纯.....	(124)
7. 三氯甲烷(氯仿)的提纯.....	(125)
8. 四氯化碳的提纯.....	(125)
9. 二氯乙烷的提纯.....	(125)
10. 石油醚的提纯.....	(126)
11. 苯的提纯.....	(126)
12. 甲苯的提纯.....	(126)
13. 二硫化碳的提纯.....	(126)
14. 正己烷的提纯.....	(126)
15. 双硫腺的提纯与合成.....	(127)
16. 铜试剂的提纯.....	(127)
17. 钢铁试剂的提纯.....	(128)
18. 乙二胺四乙酸二钠(EDTA)的提 纯.....	(128)
三、溶液的浓度和配制.....	(128)
(一) 溶液的浓度.....	(128)
1. 溶液浓度的表示方法.....	(128)
2. 溶液浓度的相互换算.....	(129)
3. 常用试剂的密度和浓度.....	(130)
(二) 一般酸、碱、盐溶液的配制 (135)	
1. 由固体试剂配制溶液.....	(135)
2. 由液体(或浓溶液)试剂配制溶液.....	(135)
3. 饱和溶液的配制.....	(136)
4. 浓溶液的稀释.....	(136)
5. 常用试剂溶液的配制.....	(137)
6. 缓冲溶液的配制.....	(142)
(三) 常用标准溶液的配制和标 定.....	(144)
1. 滴定分析用标准溶液的配制和标 定.....	(145)

2. 可见吸收光谱分析用标准溶液的 配制.....	(155)
3. 原子吸收分光光度分析用标准溶 液的配制.....	(159)
(四) 化学试剂试纸的制备.....	(162)

第四节 试样的采集和制备

一、试样的采集.....	(163)
(一) 气体试样的采集.....	(164)
1. 直接采样法.....	(164)
2. 富集采样法.....	(164)
3. 无动力采样法.....	(166)
(二) 液体试样的采集.....	(166)
1. 水样的采集.....	(166)
2. 液体化工产品试样的采集.....	(169)
3. 不均匀液体试样的采集.....	(169)
(三) 固体试样的采集.....	(169)
1. 金属及其制品试样的采集.....	(169)
2. 固体堆垛试样的采集.....	(170)
3. 粉状或松散物料样品的采集.....	(170)
4. 大块物料样品的采集.....	(170)
5. 土壤试样的采集.....	(170)
二、原始试样的加工处理.....	(171)
(一) 破碎、过筛和缩分.....	(171)
1. 破碎和过筛.....	(171)
2. 标准筛目.....	(172)
3. 缩分.....	(173)
4. 试样的送交的标签.....	(174)
(二) 试样的分解.....	(174)

1. 试样分解的基本要求.....	(174)
2. 溶解法.....	(174)
3. 熔融法.....	(176)

第五节 化验数据的 处理和报告

一、化验分析的数据.....	(177)
(一) 误差的产生及其表示.....	(177)
1. 误差的产生原因.....	(177)
2. 误差的表示方法.....	(178)
3. 提高分析结果准确度的方法.....	(178)
4. 提高分析结果精密度的方法.....	(179)
(二) 有效数字及其运算规则.....	(180)
1. 有效数字.....	(181)
2. 有效数字的位数.....	(181)
3. 有效数字的修约.....	(182)
4. 有效数字的计算.....	(182)
二、常用计算工具.....	(183)
(一) 电子计算器.....	(184)
1. 电子计算器的分类.....	(184)
2. 电子计算器的使用.....	(184)
3. 电子计算器的电源.....	(184)
4. 电子计算器的常见故障.....	(186)
(二) 微型计算机.....	(187)
三、化验分析的原始记录和分析报 告.....	(189)
(一) 原始记录.....	(189)
(二) 分析报告.....	(189)

第二章 定性分析

第一节 无机定性分析

一、初步试验.....	(190)
(一) 样品调研.....	(190)
1. 外表观察.....	(190)
2. 样品准备.....	(190)
(二) 颜色判断.....	(190)
1. 常见的有色无机物.....	(190)
2. 常见的有色离子.....	(191)
(三) 预测试验.....	(192)
1. 焰色试验.....	(192)
2. 灼烧试验.....	(193)
3. 熔珠试验.....	(193)
4. 溶解性试验.....	(195)

二、阳离子的分析.....	(196)
(一) 阳离子分析试液的制备.....	(196)
1. 阳离子分析试液的制备.....	(196)
2. 可以直接鉴定的例子.....	(196)
(二) 常见阳离子与一些试剂的反 应.....	(196)
(三) 阳离子混合试液的初步分 析.....	(198)
1. 观察试液的颜色.....	(199)
2. 水溶液的酸碱性试验.....	(199)
3. 盐酸试验.....	(199)
4. 硫酸试验.....	(199)
5. 氢氧化钠和氨水试验.....	(199)
6. 铬酸盐试验.....	(200)

7. 二氯化锡试验·····	(201)	(一) 物理状态和纯度·····	(217)
8. 硫化物试验·····	(201)	1. 液体试样·····	(217)
(四) 阳离子的系统分析·····	(203)	2. 固体试样·····	(218)
1. 酸碱系统·····	(203)	(二) 颜色和气味·····	(219)
2. 硫化氢系统·····	(204)	1. 颜色·····	(219)
(五) 常见阳离子的分别分析···	(206)	2. 气味·····	(219)
三、阴离子的分析·····	(209)	(三) 灼烧·····	(219)
(一) 阴离子分析试液的制备···	(209)	1. 灼烧试验·····	(220)
1. 阴离子分析试液的制备·····	(209)	2. 灼烧产物的鉴定·····	(220)
2. 可以直接鉴定的例子·····	(209)	二、元素定性分析·····	(221)
(二) 常见阴离子的分析特性···	(210)	(一) 样品的分解·····	(221)
1. 相应酸的挥发性·····	(210)	1. 金属钠熔法·····	(221)
2. 相应盐的难溶性·····	(210)	2. 其它方法·····	(222)
3. 氧化性或还原性·····	(210)	(二) 某些元素的定性分析方法···	(222)
(三) 阴离子混和试液的初步分		三、溶解性试验·····	(224)
析·····	(211)	(一) 有机化合物的分组程序···	(224)
1. 预先推测·····	(211)	(二) 各组常见的有机物类型···	(224)
2. 初步试验·····	(211)	四、官能团定性分析·····	(225)
(四) 阴离子的分析·····	(211)	五、衍生物的制备·····	(233)
四、定性分析结果的判断和报告··	(215)	六、有机定性分析方法综述·····	(239)
(一) 定性分析结果的检查·····	(215)	(一) 文献查阅·····	(239)
1. 方法的灵敏度·····	(215)	1. 文献查阅方法·····	(239)
2. 反应条件·····	(216)	2. 应用举例·····	(239)
3. 试剂的纯度·····	(216)	(二) 混合物的分离·····	(240)
4. 结论的合理性·····	(216)	1. 分离方法·····	(240)
(二) 定性分析结果的报告·····	(216)	2. 分离实例·····	(241)
1. 定性分析的目的·····	(216)		
2. 定性分析结果的判断·····	(216)		

第二节 有机定性分析

一、初步试验····· (217)

第三章 定量分析

第一节 重量分析

一、气化法····· (242)

(一) 基本原理····· (242)

(二) 应用实例——氯化钡晶体中 结晶水含量的测定····· (242)

1. 原理····· (242)
2. 操作步骤····· (242)
3. 计算····· (243)

二、沉淀法····· (243)

(一) 基本原理····· (243)

1. 对沉淀形式的要求····· (243)
2. 对称量形式的要求····· (243)
3. 对沉淀剂的要求····· (243)
4. 对沉淀条件的要求····· (245)

(二) 应用实例——氯化钡中钡含 量的测定····· (246)

1. 原理····· (245)
2. 试剂····· (247)
3. 操作步骤····· (247)
4. 计算····· (247)

(三) 常用数据····· (247)

1. 难溶化合物的溶解度和溶度积… (247)	3. 封闭与僵化…………… (289)
2. 重量分析的沉淀形式和称量形式 (252)	4. 保存与使用…………… (289)
3. 重量分析换算因数…………… (261)	5. 常用的金属指示剂…………… (289)
第二节 滴定分析	(三) 掩蔽剂 …… (291)
一、滴定分析概述…………… (265)	1. 对掩蔽剂的要求…………… (291)
(一) 基本原理 …… (265)	2. 常用掩蔽剂和解蔽剂…………… (291)
1. 滴定分析的条件…………… (265)	3. 常用掩蔽方法…………… (296)
2. 滴定分析的特点…………… (266)	(四) EDTA滴定的应用 …… (296)
3. 滴定分析的仪器…………… (266)	1. 无机阳离子的滴定…………… (296)
(二) 滴定分析的类型和方式 …… (266)	2. 无机阴离子的滴定…………… (300)
1. 滴定分析的类型…………… (266)	3. 应用实例——碳酸盐中钙的测定 (302)
2. 滴定分析的方式…………… (267)	五、氧化还原滴定法…………… (302)
3. 滴定分析的终点及其指示…………… (267)	(一) 基本原理 …… (302)
二、酸碱滴定法…………… (268)	1. 氧化还原滴定的特点…………… (303)
(一) 酸碱滴定法的应用 …… (268)	2. 电极电位…………… (303)
1. 直接滴定…………… (268)	(二) 氧化还原滴定的指示剂 …… (304)
2. 间接滴定…………… (268)	1. 氧化还原指示剂…………… (304)
3. 元素和离子的酸碱滴定…………… (268)	2. 自身指示剂…………… (304)
4. 应用实例——尿素中含氮量的测定…………… (271)	3. 专属指示剂…………… (305)
(二) 酸碱指示剂 …… (272)	(三) 氧化还原滴定的方法 …… (305)
1. 酸碱指示剂的选择…………… (272)	1. 高锰酸钾滴定法…………… (305)
2. 酸碱指示剂的使用…………… (273)	2. 重铬酸钾滴定法…………… (307)
3. 常用的酸碱指示剂…………… (273)	3. 碘量法…………… (309)
三、沉淀滴定法…………… (275)	六、非水酸碱滴定法…………… (312)
(一) 基本原理 …… (275)	(一) 基本原理 …… (312)
1. 沉淀反应…………… (275)	1. 广义的酸碱理论——质子理论… (312)
2. 沉淀滴定的条件…………… (275)	2. 非水溶剂…………… (312)
(二) 沉淀滴定的方法 …… (276)	(二) 非水酸碱滴定的应用 …… (313)
1. 银量法…………… (276)	1. 有机碱性物质的测定…………… (313)
2. 其它沉淀滴定方法…………… (278)	2. 有机酸性物质的测定…………… (313)
3. 常用的吸附指示剂…………… (278)	3. 羧酸盐的测定 …… (314)
(三) 沉淀滴定法的应用 …… (279)	第三节 有机定量分析
1. 元素和离子的沉淀滴定…………… (279)	一、有机元素定量分析…………… (314)
2. 应用实例——水样中 Cl^- 含量的测定(莫尔法)…………… (280)	(一) 碳、氢的测定…………… (314)
四、配位滴定法…………… (281)	1. 基本原理…………… (314)
(一) 基本原理 …… (281)	2. 测定装置…………… (314)
1. 适用于配位滴定的反应条件… (281)	3. 分析程序…………… (315)
2. 配位剂…………… (281)	(二) 氮的测定 …… (315)
3. 配位滴定法的特点…………… (288)	1. Dumas 法…………… (315)
(二) 金属指示剂 …… (288)	2. Kjeldahl 法…………… (317)
1. 原理…………… (288)	(三) 氯、溴、碘的测定 …… (318)
2. 条件…………… (288)	1. Schöniger 氧瓶法…………… (318)
	2. 氯、溴的分别测定…………… (318)
	3. 碘的测定…………… (319)

4. 含溴化合物中氮的测定..... (320)	(一) 羟基、硫醇基及伯、仲胺基 的测定..... (325)
5. 含溴化合物中溴的测定..... (321)	(二) 1,2-二醇和环氧化物的测 定..... (325)
(四) 硫的测定..... (322)	(三) 酯基的测定..... (326)
1. 基本原理..... (322)	(四) 甲氧基、乙氧基的测定..... (326)
2. 分析试剂..... (322)	(五) 硝基的测定..... (327)
3. 分析滴定..... (322)	(六) 羰基的测定..... (327)
4. 计算..... (322)	1. 用氢氧化钠滴定..... (327)
(五) 有机元素的仪器自动测定..... (323)	2. 用高氯酸滴定..... (327)
1. 碳、氢、氮自动同时测定..... (324)	3. 用铁氰酸钾滴定..... (328)
2. 碳、氢自动同时测定..... (325)	
3. 氮自动测定..... (325)	
二、有机官能团定量分析..... (325)	

下篇 仪器分析

第四章 物质物理常数的测定

第一节 熔点的测定

一、测定装置..... (331)	1. 测定仪器..... (337)
(一) 测定仪器..... (331)	2. 测定方法..... (337)
(二) 常用溶液..... (332)	3. 计算..... (337)
二、测定方法..... (332)	(三) 韦氏比重天平法..... (337)
(一) 样品毛细管的准备..... (332)	1. 测定仪器..... (337)
(二) 测定装置的准备..... (332)	2. 测定方法..... (338)
(三) 测定步骤..... (333)	3. 计算..... (338)
	二、波美度的测定..... (338)

第二节 凝固点的测定

一、测定装置..... (333)
二、测定方法..... (333)

第三节 沸点的测定

一、沸点测定装置..... (334)
二、测定方法..... (334)
(一) 测定步骤..... (334)
(二) 读数值的校正..... (335)

第四节 相对密度和波 美度的测定

一、相对密度的测定..... (335)
(一) 比重计法..... (335)
1. 比重计..... (335)
2. 测定方法..... (335)
(二) 比重瓶法..... (337)

第五节 粘度的测定

一、运动粘度的测定..... (341)
(一) 测定装置..... (341)
1. 平氏粘度计..... (341)
2. 恒温器..... (341)
3. 水银温度计和秒表..... (342)
(二) 测定方法..... (342)
1. 原理..... (342)
2. 操作步骤..... (342)
3. 计算..... (343)
二、条件粘度的测定..... (343)
(一) 测定仪器..... (343)
1. 思格勒粘度计..... (343)
2. 水银温度计和秒表..... (344)
(二) 测定方法..... (344)
1. 水值的测定..... (344)
2. 试液条件粘度的测定..... (344)
3. 计算..... (344)

第六节 蒸气压的测定	
一、测定装置	(344)
二、测定方法	(345)

第七节 色度的测定	
一、色度标准液的制备	(345)
(一) 500 号色度标准液的制备	(345)
(二) 其它号数色度标准液的制备	(346)
二、测定方法	(346)

第八节 折光率的测定	
一、测定仪器	(346)
(一) 全反射临界角	(346)
(二) 阿贝折光仪	(347)

二、测定方法	(347)
(一) 操作步骤	(347)
(二) 标准液	(348)

第九节 旋光度、比旋光度的测定	
一、旋光度与比旋光度	(348)
(一) 旋光度	(348)
(二) 比旋光度	(349)
二、旋光仪	(349)
三、测定方法	(349)
(一) 比旋光度的测定	(349)
1. 旋光仪的校准	(349)
2. 测定待测液旋光度	(350)
3. 比旋光度的计算和记录	(350)
(二) 旋光度的测定	(350)

第五章 电化学分析法

第一节 电位分析法	
一、测量装置	(351)
(一) 电极	(351)
1. 离子选择性电极	(351)
2. pH电极	(356)
3. 参比电极	(356)
(二) 电位测定仪器	(359)
1. 酸度计	(359)
2. 离子计	(368)
3. 国产离子计、酸度计的型号和性能	(369)
二、分析测试技术	(371)
(一) 测试条件及要求	(371)
1. 制备试样溶液的要求	(371)
2. 制备标准溶液的要求	(372)
3. 常用的离子强度调节缓冲液	(372)
4. 电解质的活度系数	(373)
(二) 直接电位法	(375)
1. 定量方法	(375)
2. 溶液pH测定	(378)
3. 其它应用	(380)
(三) 间接电位法(电位滴定法)	(383)
1. 滴定终点的确定	(383)
2. 电位滴定法	(384)
3. 电位滴定法的应用	(385)
(四) 格氏作图法	(398)

1. 标准加入法	(398)
2. 电位滴定法	(399)

第二节 电导分析法	
一、测量装置	(400)
(一) 电导电极	(400)
(二) DDS-11A型电导仪	(400)
二、分析测试技术	(401)
(一) 电导池常数的测定	(401)
(二) 电解质在水溶液中的摩尔电导	(402)
(三) 无限稀释时溶液中的极限离子电导	(403)
1. 无机离子在水中的极限离子电导	(403)
2. 有机离子在水中的极限离子电导	(405)
3. 有机溶剂中的极限离子电导	(406)
(四) 水溶液中的离子迁移数	(407)

第三节 库仑分析法	
一、控制电位库仑分析法	(409)
(一) 测量装置	(409)
1. 分析装置	(409)
2. 库仑计	(410)
(二) 直接分析法	(410)
(三) 间接分析法	(413)

(四) 物质的控制电位库仑分析法	(414)	三、脉冲极谱法	(421)
二、控制电流库仑滴定法	(418)	四、溶出伏安法	(431)
(一) 测量装置	(418)	(一) 金属在汞中的溶解度和金属原子在汞中的扩散系数	(435)
1. 滴定装置	(418)	1. 金属在汞中的溶解度	(435)
2. 库仑滴定剂	(419)	2. 金属原子在汞中的扩散系数 D_A'	(437)
(二) 间接分析法	(419)	(二) 离子的富集电位	(437)
(三) 物质的控制电流库仑滴定法	(421)	1. 一般阳离子的富集电位	(437)
1. 滴定装置	(418)	2. 变价阳离子的富集电位	(438)
2. 库仑滴定剂	(419)	3. 阴离子的富集电位	(440)
(二) 间接分析法	(419)	(三) 物质的溶出伏安法测定	(440)
(三) 物质的控制电流库仑滴定法	(421)	1. 水中的杂质	(440)
1. 滴定装置	(418)	2. 无机酸、碱、盐中的杂质元素	(441)
2. 库仑滴定剂	(419)	3. 有机物中的杂质元素	(443)
(二) 间接分析法	(419)	五、常用极谱仪及其性能	(444)
(三) 物质的控制电流库仑滴定法	(421)	(一) 常用极谱仪及其性能	(444)
1. 滴定装置	(418)	(二) 极谱分析常用的半波电位	(446)
2. 库仑滴定剂	(419)		
(二) 间接分析法	(419)		
(三) 物质的控制电流库仑滴定法	(421)		

第四节 极谱分析法

一、交流极谱法	(430)
(一) 测量装置	(431)
(二) 物质的交流极谱测定	(431)
二、方波极谱法	(432)
(一) 测量装置	(432)
(二) 物质的方波极谱测定	(433)

第六章 可见吸收光谱分析

第一节 基本原理

一、电磁辐射波谱	(454)
(一) 电磁辐射波谱区域的划分	(454)
(二) 物质的颜色与吸收光颜色的互补关系	(454)
二、光吸收基本定律	(454)
(一) 朗伯-比耳定律	(454)
1. 朗伯-比耳定律	(454)
2. 摩尔吸光系数	(455)
(二) 吸光度与透光率	(456)
1. 吸光度测定条件的选择	(456)
2. 吸光度与透光率对照表	(456)
三、显色反应和显色剂	(458)
(一) 显色反应的选择	(458)
(二) 显色条件的选择	(458)
1. 显色剂的用量	(458)
2. 溶液的酸度	(458)
3. 溶液的温度	(459)
4. 溶液的放置时间	(459)
(三) 常用的显色剂	(459)
1. 无机显色剂	(459)
2. 有机显色剂	(459)

第二节 比色分析

一、目视比色法	(464)
(一) 标准系列法(色阶法)	(464)
1. 标准系列法	(464)
2. 特点	(464)
(二) 比色滴定法	(465)
1. 比色滴定法	(465)
2. 特点	(465)
二、光电比色法	(465)
(一) 光电比色计	(465)
1. 常用光电比色计	(465)
2. 滤光片和光电池	(466)
3. 581-G型光电比色计	(467)
(二) 光电比色法	(468)
1. 标准曲线法(工作曲线法)	(468)
2. 比较法	(469)
三、检测管比色法	(469)
(一) 检测管	(469)
1. 基本结构	(469)
2. 类型	(470)
3. 常用国产检测管的性能	(470)
(二) 检测管比色法	(471)
1. 测定方法	(471)

2. 可测定的物质	(472)	(一) 常见元素的分光光度分析	(490)
第三节 分光光度分析		(二) 单个元素的选择性萃取比色	
一、分光光度计		(513)	
(一) 分光光度计		(三) 常见有机物的紫外分光光度分析	
1. 一些分光光度计的性能参数		(515)	
2. 分光光度计的检定项目和要求		三、表面活性剂在分光光度法中的应用	
(二) 分光光度计的使用和维护		(517)	
1. 光源和光电管的更换		(一) 胶束增溶分光光度法	
2. 常见故障及排除方法		(518)	
二、分光光度分析		(二) 萃取分光光度法	
(490)		(525)	
		四、元素的三元配合物荧光测定法 (527)	

第七章 原子吸收分光光度分析

第一节 基本原理		(二) 元素空心阴极灯的辐射线 相对强度	(549)
一、共振线		(三) 元素空心阴极灯的异常现象及处理方法	(552)
(一) 共振发射线和共振吸收线		(535)	
(二) 原子的发射和吸收线		(535)	
1. 按波长排列的原子发射和吸收线		(535)	
2. 校正波长常用的汞、氘发射谱线		(541)	
二、定量分析基础		(542)	
第二节 原子吸收分光光度计		第三节 原子吸收分光光度分析	
一、原子吸收分光光度计的结构和原理		一、分析测试技术	
(一) 结构		(553)	
(二) 原理		(一) 测定方法	
(543)		(553)	
二、原子吸收分光光度计的型号和性能		1. 标准曲线法	
(543)		(553)	
(一) 部分国产原子吸收分光光度计		2. 标准加入法	
(543)		(553)	
(二) 部分国外原子吸收分光光度计		3. 浓度直读法	
(544)		(553)	
(三) 原子吸收分光光度计的常见故障及排除方法		(二) 常用分析火焰	
(545)		(554)	
1. 安装过程中的常见故障及排除方法		1. 几种常用分析火焰的外观特征	
(545)		(554)	
2. 工作中的常见故障及排除方法		2. 常用分析火焰中的主要成分	
(546)		(554)	
三、元素空心阴极灯		3. 分析火焰温度	
(548)		(554)	
(一) 部分国产空心阴极灯的型号和性能		4. 某些元素在预混合型乙炔和氢火焰内的原子化效率	
(548)		(555)	
		(三) 常用分析线和离解能	
		(556)	
		1. 常用分析线的灵敏度、检出限及测定条件	
		(556)	
		2. 某些重要金属化合物的离解能	
		(578)	
		(四) 光谱干扰及其抑制	
		(580)	
		1. 原子吸收分析的光谱干扰线	
		(580)	
		2. 光源内的干扰谱线	
		(581)	
		3. 光谱重叠的应用	
		(583)	
		4. 用于抑制和消除干扰的一些试剂	
		(584)	
		二、原子吸收分光光度分析的应用	
		(585)	

第八章 紫外吸收光谱分析

第一节 基本原理

一、紫外吸收光谱的特点(591)

二、常用光谱术语和吸收带(591)

(一) 常用光谱术语(591)

(二) 吸收带(591)

三、紫外吸收光谱(592)

(一) 无机化合物的紫外吸收光谱(592)

1. 电子跃迁(592)

2. 无机化合物的紫外吸收(592)

(二) 有机化合物的紫外吸收光谱(593)

1. 电子跃迁(593)

2. 紫外吸收光谱与分子结构(593)

第二节 紫外吸收分光光度计

一、紫外吸收分光光度计类型(601)

二、紫外吸收分光光度计的结构(602)

(一) 辐射源(602)

(二) 单色器(602)

(三) 吸收池(602)

(四) 检测器(602)

第三节 紫外吸收光谱分析

一、分析测试技术(603)

(一) 波长校正(603)

1. 辐射光源法(603)

2. 标准玻璃法(603)

3. 苯峰法(603)

(二) 吸光度校正(603)

(三) 样品制备(604)

(四) 溶剂的选择(604)

二、定性分析(604)

(一) 无机定性分析(604)

(二) 有机定性分析(605)

1. 目的(605)

2. 依据(605)

3. 方法(605)

4. 分析要点(605)

三、有机化合物构型和构象的测定(606)

四、定量分析(606)

第九章 红外吸收光谱分析

第一节 基本原理

一、红外吸收光谱的特点(608)

(一) 红外光区的划分(608)

(二) 红外吸收光谱的特点(608)

二、红外光谱与分子结构(609)

(一) 分子的振动(609)

1. 双原子分子的振动频率(609)

2. 多原子分子的振动(609)

(二) 基团振动与红外光谱区域的关系(610)

1. 官能团区(610)

2. 指纹区(610)

3. 常见官能团红外吸收的特征频率(610)

(三) 影响基团频率位移的因素(610)

1. 内部因素(610)

2. 外部因素(615)

第二节 红外吸收分光光度计

一、常见红外吸收分光光度计(615)

二、红外吸收分光光度计的类型(621)

三、红外分光光度计的结构(623)

(一) 光源(623)

(二) 单色器(623)

(三) 检测器(624)

第三节 红外吸收光谱分析

一、分析测试技术(624)

(一) 气体样品(624)

(二) 液体样品(624)

1. 液膜法(624)

2. 溶液法(624)

(三) 固体样品(624)

1. 压片法.....	(624)	(一) 已知物的鉴定	(625)
2. 糊状法.....	(624)	(二) 未知物结构的测定	(626)
3. 薄膜法.....	(624)	三、定量分析.....	(626)
二、定性分析.....	(625)		

第十章 气相色谱分析

第一节 基本原理

一、色谱法及其分类.....	(627)
(一) 色谱法的分类	(627)
1. 按流动相和固定相的物态分类...	(627)
2. 按固定相使用的形式分类.....	(627)
(二) 气相色谱	(627)
二、色谱图及常用术语.....	(628)
(一) 色谱图	(628)
(二) 常用术语	(629)
三、气相色谱的分离.....	(630)
(一) 分离原理	(630)
1. 气液色谱分离原理(分配型).....	(630)
2. 气固色谱分离原理(吸附型).....	(630)
(二) 分离效率指标	(630)
1. 色谱柱效能指标.....	(630)
2. 分离度.....	(631)
(三) 分离条件	(632)

第二节 气相色谱仪

一、气相色谱仪的组成及结构.....	(633)
二、鉴定器.....	(634)
(一) 分类	(634)
(二) 性能	(634)
三、气相色谱仪的型号和性能.....	(638)
(一) 部分国产气相色谱仪	(638)
(二) 部分国外气相色谱仪	(647)
四、气相色谱仪的使用和维护.....	(659)
(一) 进样方法	(659)
1. 气体样品.....	(659)
2. 液体样品.....	(659)
3. 固体样品.....	(660)
(二) 使用注意事项	(660)
(三) 常见故障及排除方法	(660)
1. 根据仪器运行情况判断故障.....	(660)
2. 根据色谱图判断仪器故障.....	(663)

第三节 分析测试技术和应用

一、流动相和固定相.....	(672)
(一) 流动相	(672)
1. 流动相的作用.....	(672)
2. 载气的性质和选用.....	(672)
3. 气体和有机蒸气的热导系数(热传导率).....	(674)
(二) 固定相	(676)
1. 吸附剂.....	(676)
2. 固定液.....	(677)
3. 载体.....	(681)
二、定性分析.....	(684)
(一) 利用化学反应或物理吸附进行定性	(684)
1. 柱前预处理法.....	(684)
2. 柱上选择性除去法.....	(685)
3. 柱后流出物分类试剂定性法.....	(686)
(二) 根据色谱保留值进行定性	(687)
(三) 利用选择性鉴定器进行定性	(688)
三、定量分析.....	(691)
(一) 定量计算方法	(691)
1. 归一化法.....	(691)
2. 内标法.....	(691)
3. 外标法.....	(692)
(二) 曲线面积测量法	(692)
1. 手工测量法.....	(692)
2. 自动测量法.....	(693)
(三) 金属元素的螯合色谱测定	(694)
1. 用不同螯合剂进行色谱测定的金属元素.....	(694)
2. 气相色谱法中金属螯合物的配位剂及应用.....	(694)
(四) 校正因子	(696)
1. 不同类型化合物在热导池鉴定器上的相对校正因子.....	(696)

2. 各种有机化合物在氢火焰离子化
鉴定器上的相对校正因子…… (699)
3. 压力校正因子…… (700)
- (五) 应用实例 …… (702)
 1. 在化工生产中的应用实例…… (702)
 2. 在环境保护方面的应用实例…… (703)

第十一章 核磁共振波谱分析简介

第一节 基本原理

- 一、核磁共振的产生…… (705)
 - (一) 原子核的自旋 …… (705)
 - (二) 核磁共振的产生 …… (705)
 - (三) 弛豫过程 …… (706)
- 二、核磁共振波谱法的特点…… (706)
- 三、核磁共振波谱与有机化合物结构间的关系…… (707)
 - (一) 化学位移 …… (707)
 1. 化学位移常数 …… (707)
 2. 化学位移与结构的关系 …… (707)
 3. 影响化学位移的因素 …… (707)
 4. 积分线 …… (708)
 - (二) 自旋偶合和自旋裂分 …… (709)
 1. 偶合常数 …… (709)
 2. 自旋体系的分类 …… (711)
 3. 一级图谱 …… (711)
 4. 高级图谱(二级图谱) …… (712)

第二节 核磁共振波谱仪与分析测试技术

- 一、核磁共振波谱仪…… (712)

- (一) 仪器类型 …… (712)
- (二) 检测信号图比较 …… (713)
- 二、分析测试技术…… (713)
 - (一) 样品制备 …… (714)
 1. 样品管 …… (713)
 2. 试样用量 …… (713)
 3. 溶剂选择 …… (713)
 - (二) 分析测试技术 …… (714)
 1. 标准物质…… (714)
 2. 化学位移的校正…… (714)
 3. 旋转边峰与卫星峰的识别…… (714)
- 三、核磁共振波谱分析的应用…… (715)
 - (一) 结构测定 …… (715)
 - (二) 定量分析 …… (715)
 1. 内标法…… (715)
 2. 外标法…… (715)

第三节 ^{13}C 谱简介

- 一、 ^{13}C 谱的特点 …… (716)
- 二、 ^{13}C 谱常用的溶剂 …… (716)
- 三、常见 C 原子的化学位移 …… (717)

第十二章 质谱分析简介

第一节 基本原理

- 一、质谱的形成…… (718)
- 二、质谱的表征…… (718)
 - (一) 质谱的表示方法 …… (718)
 1. 条图形式…… (718)
 2. 表格形式…… (718)
 - (二) 质谱裂解的表示方法 …… (718)
 1. 正电荷表示法…… (718)
 2. 电子转移表示法…… (719)
 3. 裂解方式…… (719)
- 三、质谱图中主要离子峰的类型… (720)
 - (一) 分子离子峰 …… (720)
 1. 分子离子峰…… (720)

2. 分子离子峰的判断…… (721)
- (二) 同位素离子峰 …… (722)
- (三) 碎片离子峰 …… (722)
 1. 碎片离子峰…… (722)
 2. 重要有机化合物的断裂规律…… (723)
- (四) 亚稳离子峰 …… (724)
- (五) 重排离子峰 …… (725)
- 四、质谱分析的特点…… (725)

第二节 质谱仪

- 一、质谱仪种类…… (725)
- 二、质谱仪的基本结构…… (726)
 - (一) 进样系统 …… (726)