

# 化验员实用手册

HUAYANYUAN SHIYONG SHOUCHE

夏玉宇 主编

化学工业出版社



# 化验员实用手册

夏玉宇 主编

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

化验员实用手册/夏玉宇主编. —北京:化学工业出版社,1999.3(2001.5重印)

ISBN 7-5025-2299-9

I. 化… II. 夏… III. 化学工业-化学实验-手册 IV. TQ016-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 22738 号

---

**化验员实用手册**

夏玉宇 主编

责任编辑:江莹 顾南君

责任校对:陶燕华

封面设计:于兵

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

发行电话:(010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 75 $\frac{3}{4}$  字数 1877 千字

1999年3月第1版 2001年5月北京第3次印刷

印数:6001—9000

ISBN 7-5025-2299-9/TQ·1082

定价:120.00元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

## 《化验员实用手册》编辑委员会

主 编 夏玉宇  
编 委 朱 丹 张完白 郭荣芬  
朱国斌 李 岩 夏满强

## 前 言

应化学工业出版社的要求,我们组织了几位多年从事分析化学教学和科研、具有丰富实践和实验经验的人员,编写了这本《化验员实用手册》,以满足广大化验人员的迫切需求。

编写时,力求《手册》内容全面、实用、新颖与使用方便。为此在内容上作了下面的安排,以保证《手册》具有一定的特点。

(1) 保持一般“手册”的特点,具有大量、必需、最新、常用的常数、数据与分离分析方法外,同时,在有关章节中,简要地介绍了化验员必需掌握的基础知识(基本理论、基本知识、基本技能)。

(2) 为贯彻国家有关法规与国际接轨,对法定计量单位、标准化等作了比较详细的介绍。对计量单位间的换算、分析化验方面的国家标准方法及国内的标准物质等提供了大量信息。

(3) 为确保实验数据的准确、可靠及其可比性,对仪器设备的校验、实验数据的处理、分析测试的质量保证等亦作了较详细的叙述。

(4) 随着科学技术的发展,仪器分析所占的比重越来越大,但目前,广大化验人员对仪器分析的知识基础较为薄弱,因此,《手册》对实验室中常见的仪器原理、设备管理、实验技术、方法应用及有关数据,做了较多的介绍。

(5) 随着计算机应用的普及,不少实验室、甚至家庭已拥有了微机,化验用的仪器设备也逐渐地不同程度的计算机化了,因此,计算机的管理与使用知识,也是化验人员必备的基础知识,《手册》中有一章专述。

(6) 分析化学文献的检索与科技文件的写作是化验人员常遇到的工作与问题,《手册》做了专门介绍,将有益于读者。

(7) 分析化验方法繁多,数据量巨大,《手册》不可能包罗全部,因此《手册》提供了分析化学有关的国内外期刊、大全、丛书、手册、词典等资料,供读者选用。

(8) 书中出现的表,按章汇编成表目录,便于读者查找。

参加《手册》编写人员有:朱丹(第七、八、九、十、十一章)、张完白(第十二、十八章)、夏满强张完白(第二十一章)、郭荣芬(第十五、二十章)、李岩(第十三、十四、十七章)、朱国斌(第二十二章)、夏玉宇(第一、二、三、四、五、六、十六、十九、二十三章)。全书由夏玉宇负责编纂与定稿。

《手册》编写过程中,承蒙中国人民大学商品学系商品分析检测教研室、中国人民大学商品检验中心、测试分析中心、北京大学技术物理系仪器分析教研组、化学工业出版社等单位的大力支持和协助。中国人民大学商品学系刘程教授、邓务国博士,北京大学环境中心邵可声教授、北京大学技术物理系罗素金女士等对《手册》的出版都做了一定的贡献。清华大学化学系邓勃教授就《手册》提出了许多宝贵建议与意见,对《手册》的编写大有帮助。在此,对上述单位和个人表示诚挚的感谢。

作为一部综合性的实用手册,其体系与内容有待进一步探索与实践。

由于编者水平有限,加之时间较紧,《手册》中难免有错误与不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

一九九八年七月

## 内 容 提 要

《化验员实用手册》共二十二章,内容分四部分。第一部分为化验室基础,包括基本常数、重要化合物的物理化学常数、化验室的建设、管理与安全、常用的仪器设备、实验用水、化学试剂、溶液配制、数据处理、计量单位、标准方法、标准物质,以及分析测试中质量保证。第二部分为化学分析,包括样品的采集、制备与预处理、分离和纯化物质的方法、常数的测定、无机物与有机物的定性分析、质量分析与滴定分析。第三部分为仪器分析,包括电分析、紫外可见吸收光谱、荧光、原子发射与原子吸收光谱、薄层、气相、液相色谱、微型计算机等的简单原理、仪器设备、校验方法、应用范围、注意事项及有关数据。第四部分为分析化学文献及其检索方法、科技文件的写作技术。为便于读者,特把书中出现的表汇编为表目录。

《手册》提供了大量、必需、最新、常用的常数与数据、分离分析方法,同时,介绍了化验人员必备的基本知识、基本理论、基本技能。

《手册》内容丰富、具体实用,是一本综合性的化验员实用手册,为具有中等技术学校以上文化水平的各行业的(包括化工、冶金、地质、材料、农林、食品、石油、环保、卫生、轻工等)化验人员及化验室必备的书籍,也可供大专院校师生、科研单位的实验人员使用。

# 目 录

## 第一章 化 验 室

### 第一节 分析检验的作用与方法

#### 的分类 ..... 1

- 一、分析检验的作用 ..... 1
- 二、分析检验方法的分类 ..... 1
  - 1. 感官检验 ..... 1
  - 2. 理化检验 ..... 3
  - 3. 实际试用观察检验 ..... 5

### 第二节 化验室的基本要求 ..... 5

- 一、化验室的分类与职责 ..... 5
- 二、化验室用房的要求 ..... 5
  - 1. 化学分析室 ..... 6
  - 2. 精密仪器室 ..... 6
  - 3. 辅助室 ..... 6

### 第三节 化验室常用的玻璃仪器及

#### 石英制品 ..... 7

- 一、玻璃仪器的特性及化学组成 ..... 7
- 二、常用玻璃仪器名称、规格、主要用途、使用注意事项 ..... 7
  - 1. 常用的玻璃仪器 ..... 7
  - 2. 玻璃量器等级分类 ..... 7
  - 3. 部分特殊玻璃仪器 ..... 10
- 三、玻璃仪器的洗涤方法 ..... 10
- 四、玻璃仪器的干燥 ..... 11
- 五、玻璃仪器的管理 ..... 12
- 六、简单玻璃加工操作 ..... 12
  - 1. 喷灯 ..... 12
  - 2. 玻璃管的切割方法 ..... 13
  - 3. 拉制滴管 ..... 13
  - 4. 弯曲玻璃管 ..... 13
  - 5. 拉毛细管 ..... 13
  - 6. 玻璃刻记号 ..... 13
- 七、石英玻璃与玛瑙仪器 ..... 14
  - 1. 石英玻璃 ..... 14
  - 2. 玛瑙研钵 ..... 14

### 第四节 化验室使用的非玻璃器皿

#### 与器材 ..... 14

- 一、瓷器皿与刚玉器皿 ..... 14
  - 1. 瓷器皿 ..... 14
  - 2. 刚玉器皿 ..... 15
- 二、金属器皿 ..... 15
  - 1. 铂器皿 ..... 15
  - 2. 其他金属(金、银、镍、铁等)器皿 ..... 16
- 三、塑料器皿 ..... 17
  - 1. 聚乙烯和聚丙烯器皿 ..... 17
  - 2. 聚四氟乙烯器皿 ..... 17
- 四、滤纸、滤膜与试纸 ..... 17
  - 1. 滤纸 ..... 17
  - 2. 滤膜 ..... 18
  - 3. 试纸 ..... 19
- 五、化验室常用的其他用品 ..... 20

### 第五节 化验室常用的电器设备 ..... 25

- 一、电热设备 ..... 25
  - 1. 电炉 ..... 25
  - 2. 电热板 ..... 26
  - 3. 电热套 ..... 26
  - 4. 高温炉 ..... 26
  - 5. 电热恒温箱 ..... 28
  - 6. 远红外线干燥箱 ..... 29
  - 7. 电热恒温水浴锅和恒温槽 ..... 29
- 二、制冷设备 ..... 30
  - 1. 电冰箱 ..... 30
  - 2. 空气调节器 ..... 31
- 三、电动设备 ..... 32
  - 1. 电动离心机 ..... 32
  - 2. 电动搅拌器 ..... 33
  - 3. 电磁搅拌器 ..... 33
  - 4. 振荡器 ..... 33
  - 5. 超声波清洗机 ..... 34
- 四、交流稳压器 ..... 34
- 五、万用电表 ..... 35

1. 结构 .....	35	5. 计算溶液离子电对电位 .....	60
2. 使用注意事项 .....	36	6. 计算重量法分析结果 .....	60
六、电烙铁、验电笔和熔断器 .....	37	7. 溶度积运算 .....	61
1. 电烙铁 .....	37	8. 统计计算 .....	61
2. 验电笔 .....	38	<b>第九节 化验用水</b> .....	61
3. 熔断器 .....	38	一、蒸馏法制备化验用水 .....	62
七、保护地线 .....	38	二、离子交换法制备化验用水 .....	62
<b>第六节 化验室物品与仪器的管理</b> .....	39	1. 离子交换树脂及交换原理 .....	62
一、化验室常用物品与仪器设备的管理 .....	39	2. 离子交换装置 .....	63
二、精密、贵重仪器的管理 .....	39	3. 离子交换树脂的预处理、装柱和再生 .....	63
<b>第七节 天平</b> .....	41	三、电渗析法制纯水 .....	65
一、台秤 .....	42	四、超纯水制备装置 .....	65
二、部分机械加码分析天平 .....	43	五、特殊要求的化验用水的制备 .....	65
1. 杠杆天平的原理 .....	43	1. 无氯水 .....	65
2. 部分机械加码分析天平的结构 .....	43	2. 无氨水 .....	65
3. 天平的安装 .....	44	3. 无二氧化碳水 .....	65
4. 使用方法 .....	45	4. 无砷水 .....	65
5. 砝码 .....	45	5. 无铅(无重金属)水 .....	66
三、单盘分析天平 .....	45	6. 无酚水 .....	66
1. 原理与特点 .....	45	7. 不含有机物的蒸馏水 .....	66
2. 单盘天平的结构 .....	46	六、化验用水的质量要求 .....	66
3. 单盘天平的安装 .....	47	1. 分析实验室用水规格 .....	66
4. 单盘天平的使用方法 .....	47	2. 分析实验室用水的容器与贮存 .....	66
四、电子天平 .....	47	3. 化验用水中残留的金属离子量 .....	67
1. 电子天平的称量原理 .....	47	七、化验用水的质量检验 .....	67
2. 电子天平的特点 .....	48	1. pH 值检验 .....	67
五、天平的使用规则 .....	48	2. 电导率的测定 .....	67
六、天平的称量方法 .....	49	3. 可氧化物质限量试验 .....	68
1. 直接称量法 .....	49	4. 吸光度的测定 .....	68
2. 固定质量称样法 .....	49	5. 蒸发残渣的测定 .....	68
3. 减量(差减)称量法 .....	49	6. 可溶性硅的限量试验 .....	69
<b>第八节 计算仪器——电子计算器</b> .....	50	<b>第十节 化学试剂</b> .....	69
一、电子计算器的分类 .....	50	一、化学试剂的分级和规格 .....	69
二、计算器的结构 .....	50	二、化学试剂的包装及标志 .....	70
三、按键的标志和作用 .....	51	三、化学试剂的选用与使用注意事项 .....	70
四、显示的符号及意义 .....	54	四、化学试剂的管理与安全存放条件 .....	71
五、使用注意事项 .....	54	五、常用化学试剂的一般性质 .....	73
六、选购电子计算器时注意事项 .....	55	<b>第十一节 化验室的安全</b> .....	77
七、用电子计算器计算实例 .....	56	一、化验室防火、防爆与灭火常识 .....	77
八、化验室电子计算器计算应用实例 .....	58	1. 防火常识 .....	77
1. 指定浓度溶液的配制 .....	58	2. 防爆常识 .....	77
2. 计算溶液的 pH 值 .....	58	3. 灭火常识 .....	78
3. 计算缓冲溶液的 pH 值 .....	59	二、化学毒物的中毒和救治方法 .....	79
4. 计算溶液的离子活度 .....	60		



1. 化学毒物的分级 .....	79	一、阳离子掩蔽剂 .....	97
2. 常见毒物的中毒症状和急救方法 .....	80	二、阴离子和中性分子掩蔽剂 .....	100
三、预防化学烧伤与玻璃割伤 .....	81	三、解蔽剂 .....	101
1. 预防化学烧伤与玻璃割伤的注意事项 .....	81	四、络合滴定中的掩蔽剂 .....	101
2. 化学烧伤的急救和治疗 .....	82	<b>第十五节 有机溶剂及表面活性剂</b> .....	106
四、有害化学物质的处理 .....	82	一、常用有机溶剂的一般性质 .....	106
1. 实验室的废气 .....	82	二、有机溶剂间的互溶性 .....	107
2. 实验室的废水 .....	82	三、有机溶剂的毒性 .....	108
3. 实验室的废渣 .....	84	1. 无毒溶剂 .....	108
4. 汞中毒的预防 .....	84	2. 低毒溶剂 .....	108
五、高压气瓶的安全 .....	85	3. 有毒溶剂 .....	108
1. 气瓶与减压阀 .....	85	四、有机溶剂的易燃性、爆炸性和腐蚀性 .....	108
2. 气瓶内装气体的分类 .....	85	1. 溶剂着火的条件 .....	108
3. 高压气瓶的颜色和标志 .....	86	2. 溶剂着火的爆炸性 .....	108
4. 几种压缩可燃气和助燃气的性质和安全处理 .....	86	3. 使用易燃溶剂的注意事项 .....	108
5. 气瓶安全使用常识 .....	87	4. 有机溶剂的腐蚀性 .....	109
六、安全用电常识 .....	87	五、有机溶剂的脱水干燥 .....	109
七、化验人员安全守则 .....	88	1. 用干燥剂脱水 .....	109
<b>第十二节 实验室常用干燥剂与吸收剂</b> .....	89	2. 分馏脱水 .....	110
一、干燥剂 .....	89	3. 共沸蒸馏脱水 .....	110
1. 干燥剂的通性 .....	89	4. 蒸发干燥 .....	110
2. 气体干燥用的干燥剂 .....	90	5. 用干燥的气体进行干燥 .....	110
3. 有机化合物干燥用的干燥剂 .....	91	六、有机溶剂的纯化 .....	110
4. 分子筛干燥剂 .....	91	1. 脂肪烃的精制 .....	110
5. 容量法常用基准物质的干燥 .....	91	2. 芳香烃的精制 .....	110
6. 常用化合物的干燥 .....	91	3. 卤代烃的精制 .....	110
二、气体吸收剂 .....	94	4. 醇的精制 .....	111
<b>第十三节 实验室常用的致冷剂与粘合剂</b> .....	94	5. 酚的精制 .....	111
一、致冷剂 .....	94	6. 醚、缩醛的精制 .....	111
二、粘合剂 .....	96	7. 酮的精制 .....	111
1. 有机类粘合剂 .....	96	8. 脂肪酸和酸酐的精制 .....	111
2. 无机类粘合剂 .....	97	9. 酯的精制 .....	111
<b>第十四节 掩蔽剂与解蔽剂</b> .....	97	10. 含氮化合物的精制 .....	111
		11. 含硫化合物的精制 .....	111
		七、有机溶剂的应用 .....	112
		八、分析化学中常用的表面活性剂 .....	114

## 第二章 计量单位与基本常数

<b>第一节 计量单位</b> .....	116	3. 国际单位制(SI)导出具有专门名称的单位 .....	116
一、国际单位制 .....	116	4. 国际单位制(SI)的词头 .....	117
1. 国际单位制(SI)的基本单位 .....	116	5. 与国际单位制(SI)并用的单位 .....	117
2. 国际单位制(SI)的辅助单位 .....	116		

6. 暂时与国际单位制(SI)并用的单位	118	12. 温度单位	122
二、中华人民共和国法定计量单位	118	13. 比热容单位	122
三、法定计量单位与非法定计量单位 间的换算	119	14. 磁场强度单位	123
1. 长度单位	119	15. 磁通量密度单位	123
2. 面积单位	119	16. 电磁量单位	123
3. 体积与容积单位	119	17. 光学单位	123
4. 质量单位	120	18. 放射性同位素的量度单位	123
5. 压力单位	120	四、分析化学中常用的物理量及其单位	123
6. 质量流量单位	120	<b>第二节 基本常数</b>	124
7. 体积流量单位	121	一、元素周期表及原子的电子层排布	124
8. 功、能、热量单位	121	二、元素的名称、符号、相对原子质量、熔点、 沸点、密度	128
9. 功率单位	122	三、基本物理常数	130
10. 导热系数单位	122	四、希腊字母及其读音	131
11. 传热系数单位	122		

### 第三章 常见化合物的物理、化学特性

<b>第一节 无机化合物的物理、化学 常数</b>	132	1. 水的离子积( $K_w$ )	188
<b>第二节 有机化合物的物理、化学 常数</b>	161	2. 水的密度	188
<b>第三节 其他</b>	181	3. 水的沸点	188
一、有机官能团的名称和符号	181	4. 水的蒸汽压	189
二、合成高分子化合物分类、品种、性能 和用途	182	5. 水的介电常数	189
1. 塑料的主要品种、性能和用途	182	五、水溶液中的离子活度系数	189
2. 合成橡胶的主要品种、性能和用途	183	六、酸、碱、盐的活度系数	190
3. 合成纤维的主要品种、性能和用途	184	七、水与几种非水溶剂的沸点、冰点、沸点 升高和冰点降低常数	191
4. 化学纤维的分类和名称对照	184	八、水合离子的颜色	191
三、常见化合物的俗名或别名	185	九、气体在水中的溶解度	193
四、水的重要常数	188	十、氧化还原标准电极电位	193
		十一、溶度积	202
		十二、元素的原子及其离子的电离电势	208

### 第四章 溶液及其配制方法

<b>第一节 溶液配制时常用的计量单位</b>	210	2. 摩尔质量、质量与物质的量之间 的关系	211
一、质量	210	八、分析化学上常见的新旧计量单位 的对照	212
二、元素的相对原子质量	210	<b>第二节 溶液浓度的表示方法及 其计算</b>	213
三、物质的相对分子质量	210	一、百分浓度	213
四、体积	210	1. 质量百分浓度与质量分数	213
五、密度	210	2. 体积百分浓度与体积分数	214
六、物质的量	210	3. 质量体积百分浓度	215
七、摩尔质量	211		
1. 摩尔质量的计算	211		

4. 其他 .....	215	6. 各类溶液浓度之间的换算公式 .....	220
二、体积比浓度 .....	215	九、溶液标签的书写 .....	220
三、滴定度 .....	215	<b>第三节 常用溶液的配制</b> .....	221
四、相对密度和波美度 .....	216	一、常用酸、碱的一般性质 .....	221
五、物质的量浓度 .....	216	二、常用酸溶液 .....	222
六、质量浓度 .....	217	三、常用碱溶液 .....	222
七、质量摩尔浓度 .....	217	四、常用盐溶液 .....	223
八、溶液浓度间的换算 .....	217	五、常用试剂饱和溶液 .....	225
1. 质量百分浓度的稀释方法 .....	218	六、某些特殊试剂溶液 .....	225
2. 物质的量浓度的稀释方法 .....	219	七、指示剂溶液 .....	226
3. 质量百分浓度与质量摩尔浓度间 的换算 .....	219	1. 酸碱指示剂 .....	226
4. 质量浓度与物质的量浓度间的换算 .....	219	2. 氧化还原指示剂 .....	228
5. 质量浓度与体积浓度间的换算 .....	220	3. 金属离子指示剂 .....	229
		4. 吸附指示剂 .....	229

## 第五章 误差、有效数字、数据处理与分析测试中质量保证

<b>第一节 误差</b> .....	230	2. 多次测量结果 .....	240
一、误差产生的原因 .....	230	3. 平均值的置信区间 .....	240
1. 系统误差 .....	230	三、化验方法可靠性的检验 .....	241
2. 偶然误差 .....	230	1. $t$ 检验法 .....	241
二、误差的表示方法 .....	231	2. $F$ 检验法 .....	241
1. 准确度 .....	231	四、工作曲线的一元回归方程——最小 二乘法 .....	243
2. 精密度 .....	232	五、提高分析结果准确度的方法 .....	244
3. 公差 .....	234	<b>第四节 分析测试中的质量保证</b> .....	245
4. 准确度与精密度的关系 .....	234	一、分析测试中质量控制 .....	245
<b>第二节 有效数字</b> .....	235	1. 人员的技术能力 .....	245
一、有效数字的使用 .....	235	2. 实验室的仪器设备 .....	246
二、有效数字的修约 .....	236	3. 实验室应具备的条件 .....	247
三、有效数字计算法则 .....	236	4. 妥善保存重要的技术资料 .....	253
四、化验分析工作中正确运用有效数字 及其计算法则 .....	237	二、分析测试的质量评定 .....	253
<b>第三节 数据处理</b> .....	238	1. 实验室内部质量评定 .....	253
一、原始数据与分析结果的判断 .....	238	2. 实验室外部质量评定 .....	253
1. 原始数据的有效数字位数须与测量 仪器的精度一致 .....	238	三、分析测试的质量控制图 .....	254
2. 原始数据必须进行系统误差的校正 .....	238	1. $\bar{x}$ 质量控制图 .....	254
3. 分析结果的判断 .....	238	2. $\bar{\bar{x}}$ 平均值质量控制图 .....	255
4. $4d$ 法 .....	238	3. 极差 $R$ 质量控制图 .....	255
5. $Q$ 检验法 .....	239	4. 质量控制图的使用 .....	257
二、分析结果的报告 .....	239	5. 质量控制图用于寻找发生脱离控制 的原因 .....	258
1. 例行分析 .....	239	6. 质量控制图的应用范例 .....	258

## 第六章 标准方法与标准物质

<b>第一节 标准化与标准</b> .....	260	1. 标准物质的分类 .....	350
一、标准化 .....	260	2. 标准物质的主要用途 .....	350
二、标准及其级别 .....	260	<b>第五节 我国现用的部分标准物质</b> .....	350
1. 国际标准 .....	260	一、国家标准物质(GBW) .....	350
2. 区域标准 .....	261	1. 铁与钢的标准物质 .....	350
3. 国家标准 .....	261	2. 非铁合金标准物质 .....	351
4. 行业标准 .....	262	3. 高纯金属标准物质 .....	352
5. 地方标准 .....	262	4. 金属中气体标准物质 .....	352
6. 企业标准 .....	262	5. 气体标准物质 .....	352
三、标准分类 .....	263	6. 岩石、土壤标准物质 .....	352
1. 基础标准 .....	263	7. 煤、煤飞灰、焦炭的标准物质 .....	354
2. 产品标准 .....	263	8. 化工产品标准物质 .....	354
3. 方法标准 .....	263	9. 生物物质的标准物质 .....	354
4. 安全、卫生 and 环境保护标准 .....	263	10. 水中金属离子标准物质 .....	354
四、产品质量分级 .....	264	11. pH 值标准物质 .....	355
<b>第二节 标准方法</b> .....	264	12. 燃烧热标准物质 .....	355
一、标准方法 .....	264	13. 标准白板 and 色板、渗透管 .....	355
二、分析方法的影响因素 .....	265	14. 电子探针标准物质 .....	355
1. 方法的准确度 .....	265	二、实物国家标准(GSB) .....	356
2. 方法的精密度 .....	265	1. 元素溶液实物国家标准 .....	356
3. 方法的灵敏度 .....	265	2. 环境实物国家标准 .....	357
4. 检测限 and 分析空白 .....	266	3. 钢铁实物国家标准 .....	358
5. 方法的线性范围 .....	266	三、其他实物标准物质(标样) .....	359
6. 基体效应 .....	266	1. 无机标准溶液 .....	359
7. 方法的耐变性 .....	266	2. 有机标准溶液 .....	359
三、标准分析方法通常的书写格式 .....	266	3. 固体实物标准样品 .....	359
<b>第三节 我国已颁布的有关分析化</b>		4. 大气监测液体标准样品 .....	359
<b>验的标准方法(国标)</b> .....	267	5. 有机纯气体 .....	360
1. 综合类国家标准 .....	268	6. 无机纯气体 .....	360
2. 农业、林业类国家标准 .....	269	7. 发射光谱实物标准样品 .....	360
3. 医药、卫生、劳动保护类国家标准 .....	275	<b>第六节 化验中常用的标准溶液</b>	
4. 矿业类国家标准 .....	278	<b>及其配制</b> .....	361
5. 能源类(石油、核技术)国家标准 .....	288	一、常用的基准试剂(物质) .....	361
6. 化工类国家标准 .....	292	二、容量分析中标准溶液的配制与标定 .....	362
7. 冶金类国家标准 .....	309	1. 氢氧化钠标准溶液 .....	362
8. 食品类国家标准 .....	329	2. 盐酸标准溶液 .....	363
9. 环境保护类国家标准 .....	334	3. 硫酸标准溶液 .....	364
10. 其他类国家标准 .....	338	4. 碳酸钠标准溶液 .....	365
<b>第四节 标准物质</b> .....	347	5. 重铬酸钾标准溶液 .....	365
一、标准物质基本特征 .....	347	6. 硫代硫酸钠标准溶液 .....	366
二、标准物质的分类及其主要用途 .....	350	7. 溴标准溶液 .....	367

8. 溴酸钾标准溶液 .....	367	21. 硝酸银标准溶液 .....	374
9. 碘标准溶液 .....	367	22. 亚硝酸钠标准溶液 .....	375
10. 碘酸钾标准溶液 .....	368	23. 高氯酸标准溶液 .....	376
11. 草酸标准溶液 .....	369	三、缓冲溶液与 pH 标准溶液的配制 .....	376
12. 高锰酸钾标准溶液 .....	369	1. 普通缓冲溶液的配制 .....	376
13. 硫酸亚铁铵标准溶液 .....	370	2. 标准缓冲溶液在 0~95 C 间的 pH 值 .....	377
14. 硫酸铈(或硫酸铈铵)标准溶液 .....	370	3. 伯瑞坦-罗比森缓冲溶液 .....	377
15. 乙二胺四乙酸二钠(EDTA)标准溶液 .....	371	4. 克拉克-鲁布斯缓冲溶液 .....	378
16. 氯化锌标准溶液 .....	372	5. 乙酸-乙酸钠缓冲溶液 .....	378
17. 氯化镁(或硫酸镁)标准溶液 .....	372	6. 氨-氯化铵缓冲溶液 .....	378
18. 硝酸铅标准溶液 .....	373	7. 一些碱水溶液的 pH 值(室温) .....	379
19. 氯化钠标准溶液 .....	373	8. 一些酸水溶液的 pH 值(室温) .....	379
20. 硫氰酸钠(或硫氰酸钾)标准溶液 .....	373	四、元素与常见离子标准溶液的配制 .....	379

## 第七章 定性分析和物理常数测定

<b>第一节 无机物的定性分析</b> .....	385	2. 有机化合物中元素鉴定法 .....	411
一、预备试验 .....	385	3. 有机化合物的类型估计 .....	413
1. 初步观察 .....	385	四、官能团分析 .....	413
2. 预测试验 .....	386	1. 碳氢化合物的鉴定 .....	414
二、阳离子的定性分析 .....	388	2. 含碳、氢、氧化合物的鉴定 .....	415
1. 阳离子分析试验的制备 .....	388	3. 含碳、氢、氮化合物的鉴定 .....	420
2. 常见阳离子与常用试剂的反应 .....	388	4. 含碳、氢、硫化合物的鉴定 .....	422
3. 阳离子的初步试验 .....	390	5. 含碳、氢、卤素化合物的鉴定 .....	422
4. 常见阳离子的鉴定 .....	393	五、衍生物证实试验 .....	424
三、阴离子的定性分析 .....	398	<b>第三节 物理常数测定方法</b> .....	425
1. 阴离子的分析特性——挥发性和氧化还原性 .....	398	一、温度测定 .....	425
2. 阴离子分析试液的制备 .....	401	1. 温标 .....	425
3. 常见阴离子与常用试剂的反应 .....	401	2. 水银-玻璃温度计 .....	425
4. 阴离子的初步试验 .....	402	3. 温度计的校正 .....	426
5. 常见阴离子的鉴定方法 .....	404	4. 热电偶温度计 .....	426
四、无机定性分析注意事项 .....	407	5. 高温辐射温度计 .....	427
1. 检查结论的正确性 .....	407	6. 热敏电阻温度计 .....	427
2. 检查鉴定反应的灵敏度和进行对照试验 .....	407	二、熔点测定 .....	427
3. 检查试剂的纯度——空白试验 .....	408	1. 原理与仪器 .....	427
<b>第二节 有机物的定性分析</b> .....	408	2. 测定步骤 .....	428
一、鉴定步骤 .....	408	3. 注意事项 .....	428
二、初步试验 .....	408	三、结晶点测定 .....	429
三、元素定性分析 .....	411	1. 原理与仪器 .....	429
1. 鉴定有机物中元素时常用分解方法 .....	411	2. 测定步骤 .....	429
		四、沸点测定 .....	429
		1. 原理与仪器 .....	429
		2. 毛细管测定法 .....	429
		3. 沸点的校正 .....	430

五、沸程测定 .....	430	1. 原理与仪器 .....	434
1. 原理与仪器 .....	430	2. 测定步骤 .....	434
2. 操作步骤 .....	430	3. 注意事项 .....	435
六、密度测定 .....	431	八、旋光度测定 .....	435
1. 密度瓶法 .....	431	1. 旋光物质与旋光度 .....	435
2. 密度计法 .....	432	2. 旋光仪 .....	436
3. 韦氏天平法 .....	432	3. 测定步骤及注意事项 .....	437
七、折射(光)率的测定方法 .....	434		

## 第八章 定量分析过程

<b>第一节 样品的采集、制备与保存</b> .....	439	3. 烧结法 .....	450
一、采样的原则与方法 .....	439	4. 闭管法 .....	450
1. 组成比较均匀的物料 .....	439	二、有机物试样(生物样品)的消化分解	
2. 组成不均匀的物料 .....	440	.....	451
3. 水样的采集 .....	442	1. 干法灰化法 .....	451
4. 采样注意事项 .....	444	2. 湿法消化法 .....	451
二、样品的制备与保存 .....	445	3. 微波炉消解法 .....	453
1. 样品的制备 .....	445	三、试样分解实例 .....	453
2. 样品中湿存水的处理 .....	446	<b>第三节 干扰的消除</b> .....	464
3. 食品试样的制备 .....	446	<b>第四节 样品中待测组分含量</b>	
4. 样品的保存 .....	446	的测定 .....	464
5. 制样注意事项 .....	446	<b>第五节 定量分析结果的计算</b> .....	464
<b>第二节 样品的分解——无机物分析</b>		一、定量分析结果的表示 .....	464
<b>前样品的处理</b> .....	447	1. 以被测组分的化学形式表示法 .....	464
一、样品的分解方法 .....	447	2. 以被测组分含量的表示法 .....	465
1. 溶解法 .....	447	二、定量分析结果计算的注意事项 .....	465
2. 熔融法 .....	449		

## 第九章 常用分离和纯化方法

<b>第一节 重结晶与升华</b> .....	466	一、无机物的挥发与蒸馏分离 .....	476
一、重结晶 .....	466	二、有机物的挥发与蒸馏分离 .....	477
1. 原理 .....	466	1. 常压蒸馏法 .....	477
2. 溶剂的选择 .....	466	2. 减压蒸馏法 .....	478
3. 重结晶操作 .....	467	3. 分馏法 .....	480
二、升华 .....	468	4. 水蒸气蒸馏法 .....	482
<b>第二节 沉淀分离</b> .....	470	<b>第四节 萃取分离</b> .....	484
一、使用无机沉淀剂 .....	470	一、基本原理 .....	484
1. 生成氢氧化物沉淀 .....	470	1. 分配系数 .....	484
2. 生成硫化物沉淀 .....	472	2. 分配比 .....	484
3. 生成硫酸盐沉淀 .....	473	3. 萃取效率(萃取百分率) .....	484
4. 生成其他沉淀 .....	473	4. 分离因数(分离系数) .....	485
二、利用有机沉淀剂进行分离 .....	473	二、萃取体系分类与常用萃取剂 .....	485
<b>第三节 挥发与蒸馏</b> .....	476	1. 萃取体系的分类 .....	485

2. 常用萃取剂 .....	485
三、萃取分离应用实例 .....	490
四、萃取操作及注意事项 .....	497

1. 溶液中物质的萃取 .....	497
2. 固体物质的萃取——索氏提取 .....	497

## 第十章 滴定分析法

<b>第一节 滴定分析的原理</b> .....	499
一、理论终点、滴定终点和终点误差 .....	499
二、滴定反应的类型与对滴定反应的要求 .....	499
1. 滴定反应的类型 .....	499
2. 对滴定反应的要求 .....	499
三、滴定方式的种类 .....	500
1. 直接滴定法 .....	500
2. 返滴定法 .....	500
3. 置换滴定法 .....	500
4. 间接滴定法 .....	500
四、滴定曲线和指示剂的选择 .....	500
1. 四种滴定反应类型及其滴定曲线 .....	500
2. 滴定突跃及其影响因素 .....	501
3. 滴定指示剂的选择 .....	501
五、影响滴定分析准确度的因素 .....	503
1. 滴定反应的完全程度 .....	503
2. 指示剂的终点误差 .....	503
3. 测量误差 .....	504
<b>第二节 滴定分析中的计算</b> .....	504
<b>第三节 滴定分析的基本操作</b> .....	505
一、滴定管 .....	505
1. 滴定管的洗涤、涂油脂、检漏、装液 .....	505
2. 滴定管与滴定操作 .....	507
二、容量瓶 .....	508
1. 容量瓶的准备 .....	508
2. 容量瓶的操作 .....	508
三、移液管(吸量管)的分类、洗涤和操作 .....	509
1. 吸量管的分类 .....	509
2. 吸量管的洗涤 .....	509
3. 吸量管的操作 .....	509
四、使用玻璃量器时应注意的几个问题 .....	510
1. 温度对量器的影响 .....	510
2. 量器的等级 .....	511
3. 量器的容量允差 .....	511
4. 合理地选择量器 .....	512
5. 量出量器的流出时间和等待时间 .....	512

五、容量器皿的校准 .....	513
1. 称量法 .....	513
2. 相对校准法 .....	515

### 第四节 酸碱滴定法 .....

一、方法简介 .....	516
二、酸碱指示剂 .....	518
三、酸碱滴定法的应用实例 .....	518
1. 混合碱的分析 .....	519
2. 铵盐中氮的测定 .....	520
3. 硫磷混合酸的测定 .....	520
四、离解常数表 .....	522
1. 无机酸在水溶液中的离解常数 .....	522
2. 有机酸在水溶液中的离解常数 .....	523
3. 碱在水溶液中的离解常数 .....	525

### 第五节 络合滴定法 .....

一、方法简介 .....	525
二、EDTA 的分析特性 .....	526
1. EDTA 的性质 .....	526
2. EDTA 与金属离子络合的特点 .....	526
三、络合平衡 .....	527
1. 络合物的稳定常数 .....	527
2. 络合物的副反应系数 $\alpha_Y$ .....	531
3. 络合物的条件稳定常数 .....	534
四、EDTA 酸效应曲线 .....	534
五、络合滴定过程中溶液金属离子(M)浓度的变化——滴定曲线各点浓度[M]的计算 .....	534
六、金属指示剂 .....	535
1. 金属指示剂的作用原理 .....	535
2. 金属指示剂应具备的条件及使用注意事项 .....	535
3. 金属指示剂的选择 .....	536
4. 络合滴定常用缓冲溶液的制备方法 .....	541
七、络合滴定中的掩蔽剂与解蔽剂 .....	541
1. 络合滴定中的掩蔽剂 .....	541
2. 络合滴定中的解蔽剂 .....	542
八、EDTA 络合滴定法的应用 .....	542

1. 络合滴定的方式	542
2. 无机阳离子的 EDTA 滴定	542
3. 阴离子的 EDTA 滴定	542
九、其他络合滴定剂的应用	546
<b>第六节 氧化还原滴定法</b>	550
一、方法简介	550
1. 氧化还原反应的方向和程度	550
2. 常用的氧化还原滴定剂	551
3. 氧化还原滴定的特点	551
4. 氧化还原滴定中待测组分的预处理	552
5. 氧化还原滴定指示剂的分类与选择原则	554
二、高锰酸钾法	555
1. 方法与特点	555
2. $\text{KMnO}_4$ 法使用注意事项	555
3. $\text{KMnO}_4$ 法应用实例	555
三、碘量法	558
1. 方法简介	558
2. 碘量法的注意事项	559
3. 碘量法应用实例	559
四、重铬酸钾法	562
1. 方法简介	562
2. 重铬酸钾法应用实例	563
五、溴酸钾法	564
1. 方法简介	564
2. 溴酸钾法应用实例	564
六、硫酸铈法	565
1. 方法简介	565
2. 硫酸铈法应用实例	566
七、其他氧化还原滴定法	567
1. 硫酸亚铁法	567
2. 亚砷酸钠法	567
3. 亚硝酸钠法	568

<b>第七节 沉淀滴定法</b>	569
一、方法简介	569
二、银量法确定化学计量点的方法	569
1. 莫尔法—— $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 指示剂法	569
2. 佛尔哈德法—— $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 指示剂法	569
3. 法扬司法——吸附指示剂法	570
三、某些特殊指示剂、吸附指示剂及其配制方法	571
四、沉淀滴定法应用实例	571
<b>第八节 荧光滴定法</b>	573
一、方法简介	573
二、荧光指示剂分类	573
1. 酸碱滴定的荧光指示剂	573
2. 络合滴定的荧光指示剂	574
3. 氧化还原滴定的荧光指示剂	574
4. 沉淀滴定的荧光指示剂	574
三、荧光滴定法应用实例	574
<b>第九节 非水滴定法</b>	579
一、方法简介	579
二、非水溶剂	579
1. 酸碱质子理论	579
2. 非水溶剂的种类	580
3. 溶剂的质子自递常数	580
4. 溶剂的拉平效应和区分效应	580
三、非水滴定条件的选择	581
1. 溶剂的选择	581
2. 滴定剂的选择	581
3. 滴定终点的检测	581
四、非水滴定中应用的指示剂	582
1. 非水滴定中应用的酸碱指示剂	582
2. 非水滴定中应用的氧化还原指示剂	582
五、非水滴定法的应用	582

## 第十一章 质量分析法

<b>第一节 质量分析的原理和计算</b>	589
一、质量分析法的分类	589
1. 挥发法(气化法)	589
2. 电质量法	589
3. 沉淀法	589
二、质量分析对沉淀式和称量式的要求	589
1. 质量分析对沉淀式的要求	589

2. 质量分析对称量式的要求	590
三、沉淀的溶解度、溶度积及其影响因素	590
1. 溶解度和溶度积	590
2. 影响沉淀溶解度的因素	590
四、质量分析的沉淀剂	591
五、沉淀的分类、形成过程、特性与沉淀条件	593



六、沉淀烘干或灼烧温度 .....	594	三、过滤和洗涤技术 .....	601
七、质量分析法的计算 .....	598	1. 用滤纸过滤 .....	601
1. 换算因素的计算 .....	598	2. 用微孔玻璃漏斗(或玻璃坩埚)过滤 .....	603
2. 沉淀剂用量的计算 .....	598	四、沉淀的烘干和沉淀的灼烧 .....	604
3. 称样量的计算 .....	599	1. 沉淀的烘干 .....	604
4. 质量分析结果的计算 .....	599	2. 沉淀的包裹、干燥、炭化与灼烧 .....	604
<b>第二节 质量分析基本操作</b> .....	600	<b>第三节 质量分析法的应用</b> .....	606
一、样品的溶解 .....	600		
二、试样的沉淀 .....	600		

## 第十二章 电化学分析法

<b>第一节 电化学基础知识</b> .....	615	3. 我国生产的电极种类及生产厂家 .....	631
一、原电池和电解电池 .....	615	四、离子选择性电极的结构和响应机理 .....	631
1. 原电池、阳极、阴极 .....	615	1. 晶体电极 .....	631
2. 电解电池 .....	616	2. 非晶体电极 .....	633
二、电极电位 .....	616	3. 气敏电极 .....	636
1. 电极电位的产生 .....	616	4. 酶电极 .....	638
2. 电池的图解式及其规定 .....	617	五、离子选择性电极的基本特性 .....	639
3. 标准氢电极——参考电极 .....	618	1. 膜电位的产生 .....	639
4. 电极电位的测定 .....	618	2. 膜电位的能斯特关系 .....	639
三、能斯特公式 .....	618	3. 电位选择性系数与选择比 .....	640
四、电极的分类 .....	620	4. 离子选择性电极的响应斜率和检测限 .....	641
1. 第一类电极 .....	620	5. 电极的响应时间 .....	642
2. 第二类电极 .....	620	6. 电极的稳定性 .....	642
3. 第三类电极 .....	621	7. 电极的内阻 .....	642
4. 零类电极(惰性金属电极) .....	622	8. 电极的使用温度及 pH 值范围 .....	643
5. 膜电极 .....	622	六、离子选择性电极的分析技术——直接电位法 .....	643
<b>第二节 电位分析法</b> .....	622	1. 离子强度调节缓冲溶液 .....	643
一、指示电极、参考电极 .....	622	2. 仪器直读法——离子计法 .....	644
1. 指示电极与参考电极 .....	622	3. 工作曲线法(校正曲线法) .....	646
2. 电位法的测定方法 .....	623	4. 加入法 .....	646
3. 常用的参考电极 .....	623	5. 离子选择性电极法测定的注意事项 .....	648
二、电位法测量 pH 值 .....	625	七、电位滴定法 .....	648
1. pH 的定义 .....	625	1. 电位滴定法的原理与特点 .....	648
2. 玻璃电极的构造和性质 .....	625	2. 滴定终点的确定 .....	649
3. 玻璃电极的理论 .....	627	八、离子选择电极法的应用 .....	649
4. 测定 pH 值的仪器 .....	628	<b>第三节 电导分析法</b> .....	652
5. pH 值的测量操作 .....	629	一、电解质溶液的导电性质 .....	652
6. pH 测定的注意事项 .....	629	1. 电导与电导率 .....	652
三、离子选择性电极的定义、分类和生产厂家 .....	631	2. 摩尔电导 .....	652
1. 定义 .....	631		
2. 分类 .....	631		