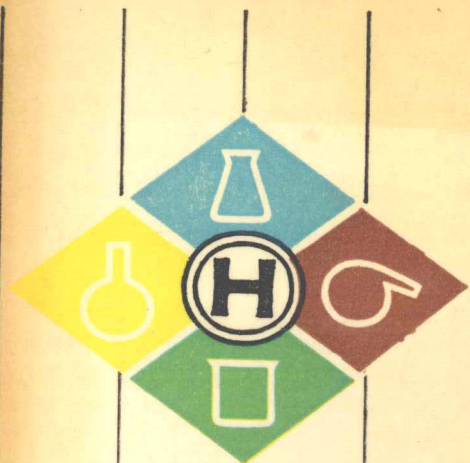


北京化工学院 刘珍 主编



下册

# 化验员读本

## 仪器分析

化学工业出版社

# 化 验 员 读 本

下 册

仪 器 分 析

北京化工学院 刘珍 主编

化 学 工 业 出 版 社

# (京) 新登字039号

## 内 容 提 要

本书是一本供化验人员学习参考的普及读本。全书分上、下两册，上册“化学分析”，下册“仪器分析”。

本册共六章：第十一章电工基础知识及常用电器；第十二章电化学分析法；第十三章比色及分光光度法；第十四章原子吸收光谱分析；第十五章气相色谱法；第十六章物理常数的测定方法。书末附有供复习参考用的习题和常用电工单位的符号及换算关系表。

本书介绍了一般工厂化验室中应用较多的几种仪器分析方法。对这些分析方法的原理、操作及仪器构造，均做了简明、通俗、由浅入深的介绍。内容具体实用。本书可供化工分析工及化验员自学，也可供有关厂矿技校分析专业作教材及作化验人员的培训教材，还可供石油、冶金、地质、水电、医药卫生、食品、环境保护等部门化验员、分析工自学参考。

## 化 验 员 读 本

### 下 册

## 仪 器 分 析

北京化工学院 刘珍 主编

责任编辑：任惠敏

封面设计：任 辉

化学工业出版社出版发行

(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经销

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张 10 字数221千字

1983年9月第1版 1992年1月北京第6次印刷

印 数 340,931—380,930

ISBN7-5025 0215 7·TQ·177

定 价 5.05元

## 前 言

分析化学是一门实践性很强的基础技术学科，它和国民经济各个部门都有密切的联系，因此化验分析工作常被称为是生产中的眼睛，科研中的尖兵。

随着我国社会主义建设事业的蓬勃发展，化验分析战线上增加了一大批新生力量。他们不仅需要在各自的岗位上掌握实际的操作技能，而且随着科研和生产水平的不断提高，也迫切需要从基础理论和现代化分析技术上迅速地得到提高，以适应四个现代化建设的需要。本书正是为了适应这一需要而编写的。

本书既考虑初参加化验工作人员所需要的基本知识和基本技能，也考虑已参加化验工作人员所需要的基本理论和现代分析技术的要求。通过本书的学习，可使化验工作人员既掌握化验分析的操作技能，又掌握一定的基本原理；既懂化学分析法的要点，又懂一般化验室中常用仪器分析的操作过程。通过实践和学习，可达到触类旁通的目的，举一反三的效果，为进一步深入学习打下初步基础。本书分上下两册出版。

上册从最基本最常用的玻璃仪器的规格和使用方法写起，继而介绍常用的台秤和分析天平，然后介绍实验室所用纯水的制备，分析时取样和制样的常识，溶液的配制和计算，重量分析和容量分析的基本操作。为了进一步提高化验人员的水平，还系统的介绍了化学分析法的基本理论，最后还介绍了化验工作中的安全与防护及化验室的管理。书末附有参考书目，复习

思考题及常用数据表。

下册首先介绍化验人员所需要的电工基础知识，以便为使用常用的电器和分析仪器打下初步基础。然后介绍目前化验室中常用的一些仪器分析方法，如比色及分光光度法，原子吸收法，电位分析法及气相色谱法。对这些方法原理，本书仅做概念性的介绍，但对操作方法和仪器的维护知识做较详尽的叙述。最后介绍物理常数测定方法。下册书末亦附有参考书目，复习思考题及常用的数据表。

本书可作为初中以上文化水平从事化验工作人员的自学参考书，也可供分析短训班教学和参考用。

本书由北京化工学院工业分析教研室周心如（第一、二、四章和第五章部分），黄沛成（第三、十一、十二章和第九章部分），刘珍（第五章部分和第六、七、八、十三章）、朱雪贞（第九章部分和第十章）、陈美智（第十四章）、于世林（第十五、十六章）同志编写。全书由刘珍同志主编并审阅。

由于我们的水平有限，对生产实际了解得不够全面，缺点和错误在所难免，衷心希望读者批评指正。

编者

一九八一年十二月于北京化工学院

## 目 录

<b>第十一章 电工基础知识及常用电器</b> .....	1
<b>第一节 电工基础知识</b> .....	1
一、电的产生 .....	1
二、导体和绝缘体 .....	2
三、电流、电阻和电压 .....	3
1. 电流 .....	3
2. 电阻 .....	4
3. 电压 .....	5
4. 欧姆定律 .....	5
四、电功和电功率 .....	6
五、直流电和交流电 .....	7
六、电路和电路图 .....	9
七、串联和并联 .....	11
八、短路和保险丝 .....	13
九、变压器 .....	14
1. 铁心 .....	14
2. 绕组(线圈) .....	15
十、验电笔 .....	17
十一、安全用电常识 .....	18
<b>第二节 量电仪表</b> .....	19
一、安培表和伏特表 .....	19
1. 简单构造 .....	19
2. 使用方法 .....	20
二、兆欧表 .....	22

三、万用表 .....	24
1. 表头 .....	24
2. 测量直流电流 .....	25
3. 测量直流电压 .....	25
4. 测量交流电压 .....	25
5. 测量电阻 .....	26
6. 使用万用表的注意事项 .....	28
四、电表符号 .....	28
第三节 电热设备 .....	31
一、电炉 .....	31
二、高温电炉 .....	34
三、电热恒温干燥箱 .....	37
四、电热恒温水浴锅 .....	42
第四节 制冷设备——电冰箱 .....	44
一、电冰箱的构造和作用原理 .....	44
1. 箱体 .....	44
2. 制冷系统 .....	44
3. 电气系统 .....	45
4. 附件 .....	48
二、电冰箱使用说明 .....	49
第五节 电动离心设备 .....	49
第十二章 电化学分析法 .....	51
第一节 电化学基础知识 .....	51
一、电化学和电化学分析法 .....	51
二、原电池 .....	52
三、电极电位 .....	54
1. 电极电位产生的机理 .....	54
2. 能斯特电极电位方程式 .....	56
3. 标准电极电位 .....	57

第二节 电位法测定pH值	59
一、指示电极	59
1. 玻璃电极	59
2. 锑电极	61
二、参比电极	62
1. 甘汞电极	62
2. 银-氯化银电极	63
三、测定pH的工作电池	63
四、 $\text{pH}_{\text{m}}$ 型酸度计	64
1. 简单构造原理	64
2. 测定pH的操作法	66
3. 注意事项	67
4. 标准缓冲溶液的配制	67
第三节 离子选择性电极	68
一、离子选择性电极的响应机理	69
二、离子选择性电极的类型	69
1. 玻璃电极	70
2. 固体膜电极	70
3. 液膜电极	72
4. 气敏电极	72
三、离子选择性电极的特性	73
四、离子选择性电极测定离子活(浓)度的方法	75
1. 电池电动势和离子活度之间的关系	75
2. 测定离子浓度的方法	76
第四节 电位滴定法	78
一、基本原理	78
二、电位滴定终点的确定	78
三、电位滴定中指示电极的选择	81
第五节 电导分析法	81



一、电导和电导率 .....	81
二、DDS-11型电导仪的操作法 .....	84
三、电导分析法的应用 .....	85
1. 直接电导法的应用 .....	85
2. 电导滴定法的应用 .....	86
<b>第六节 电解分析法 .....</b>	<b>87</b>
一、电解池和电解分析法 .....	87
二、分解电压和超电压 .....	89
三、普通电解分析法 .....	90
<b>第十三章 比色及分光光度法 .....</b>	<b>92</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>92</b>
<b>第二节 基本原理 .....</b>	<b>93</b>
一、溶液颜色与光吸收的关系 .....	93
二、光的吸收定律 .....	96
三、吸光系数、摩尔吸光系数 .....	97
四、光吸收定律的适用范围 .....	98
<b>第三节 目视比色法 .....</b>	<b>99</b>
一、工作原理 .....	99
二、标准系列 .....	100
<b>第四节 光电比色法 .....</b>	<b>101</b>
一、工作原理 .....	101
二、光电比色计的构造 .....	101
1. 光源 .....	101
2. 滤光片 .....	101
3. 比色皿 .....	102
4. 光电池 .....	102
5. 检流计 .....	103
三、581-G型光电比色计 .....	105
1. 基本构造及工作原理 .....	105

2. 操作方法 .....	106
第五节 分光光度法 .....	107
一、分光光度法测定原理 .....	107
二、72型分光光度计 .....	108
1. 72型分光光度计工作原理 .....	108
2. 72型分光光度计的使用 .....	108
3. 注意事项 .....	110
三、72-1型分光光度计 .....	111
1. 72-1型分光光度计构造特点 .....	111
2. 72-1型分光光度计的操作法 .....	112
四、75-1型可见紫外分光光度计 .....	112
1. 75-1型分光光度计的工作原理 .....	112
2. 75-1型分光光度计的构造 .....	114
3. 75-1型分光光度计的操作法 .....	115
五、吸光光度测定方法 .....	116
六、比色仪器的简易检验和维护 .....	118
1. 比色仪器检验 .....	118
2. 比色仪器的维护 .....	119
第六节 比色条件的选择和误差来源 .....	119
一、显色反应 .....	119
二、显色条件的选择 .....	120
1. 显色剂的用量 .....	120
2. 溶液酸度 .....	121
3. 显色时间 .....	122
4. 显色温度 .....	122
三、比色条件的选择 .....	123
1. 溶液最大吸收波长的选择 .....	123
2. 控制适当的吸光度数值 .....	123
四、误差来源 .....	124

1. 方法误差 .....	124
2. 仪器误差 .....	124
<b>第十四章 原子吸收光谱分析 .....</b>	<b>125</b>
<b>第一节 原子吸收光谱仪及其使用维护 .....</b>	<b>126</b>
一、空心阴极灯 .....	126
二、火焰原子化器 .....	129
1. 雾化器 .....	129
2. 雾化室 .....	129
3. 燃烧器 .....	131
4. 气源 .....	131
三、光学系统 .....	132
四、检测系统 .....	133
<b>第二节 实验技术 .....</b>	<b>134</b>
一、标准溶液的配制 .....	134
二、分析方法 .....	136
1. 标准曲线法 .....	136
2. 标准加入法 .....	137
3. 浓度直读法 .....	139
三、原子吸收分析的灵敏度和检出限 .....	139
四、提高或降低灵敏度的措施 .....	141
五、实验条件的选择 .....	141
1. 灯电流 .....	141
2. 测定谱线 .....	145
3. 光谱通带 .....	145
4. 火焰及燃烧器与光轴的距离 (燃烧器高度) .....	148
六、消除干扰 .....	151
七、样品处理 .....	153
1. 溶解 .....	153
2. 灰化 .....	153

3. 分离富集 .....	154
<b>第十五章 气相色谱法 .....</b>	<b>157</b>
<b>第一节 气相色谱法简介 .....</b>	<b>157</b>
一、方法特点及应用范围 .....	157
二、气相色谱法的流程及设备 .....	159
1. 载气流速控制及测量装置 .....	160
2. 进样器和汽化室 .....	169
3. 色谱柱及柱温控制 .....	174
4. 检测器 .....	177
5. 记录仪 .....	178
6. 国产气相色谱仪简介 .....	179
三、气相色谱流出曲线的特点 .....	180
1. 色谱峰的位置 .....	181
2. 色谱峰的峰高或峰面积 .....	181
3. 色谱峰的宽窄 .....	181
<b>第二节 气相色谱固定相 .....</b>	<b>182</b>
一、气固色谱的固定相 .....	182
二、气液色谱的固定相 .....	186
1. 常用担体的性质及处理方法 .....	186
2. 常用固定液的分类及选择固定液的原则 .....	189
三、色谱柱的制备 .....	195
<b>第三节 气相色谱检测器 .....</b>	<b>198</b>
一、检测器的性能指标 .....	198
1. 灵敏度 .....	198
2. 敏感度 .....	200
3. 响应时间 .....	201
4. 线性范围 .....	201
二、热导池检测器 .....	202
1. 检测原理 .....	202

2. 热导池的结构 .....	202
3. 影响热导池灵敏度的因素 .....	205
4. 使用注意事项 .....	205
三、氢火焰离子化检测器 .....	206
1. 检测原理 .....	206
2. 检测器的结构 .....	207
3. 测量电路 .....	207
4. 影响灵敏度的因素 .....	208
5. 使用注意事项 .....	209
四、电子捕获检测器 .....	209
1. 检测原理 .....	210
2. 检测器的结构 .....	210
3. 操作条件 .....	211
五、火焰光度检测器 .....	212
1. 检测原理 .....	212
2. 检测器的结构 .....	213
3. 操作条件 .....	214
第四节 气相色谱的定性及定量方法 .....	215
一、定性分析 .....	215
1. 常用的保留值简介 .....	215
2. 常用的定性方法 .....	218
二、定量分析 .....	220
1. 峰高、峰面积定量法——检量线法 .....	220
2. 定量校正因子 .....	222
3. 定量校正因子与检测器相对响应值的关系 .....	227
4. 内标法 .....	228
5. 外标法 .....	228
6. 归一化法 .....	229
第五节 气相色谱法基本原理 .....	230

一、塔板理论 .....	231
二、速率理论 .....	232
三、操作条件的选择 .....	234
<b>第十六章 物理常数的测定方法 .....</b>	<b>240</b>
<b>第一节 比重的测定 .....</b>	<b>240</b>
一、比重计法 .....	240
1. 仪器 .....	240
2. 测定方法 .....	241
二、韦氏比重天平法 .....	243
1. 原理 .....	243
2. 仪器 .....	244
3. 测定方法 .....	245
三、比重瓶法 .....	248
<b>第二节 熔点和凝固点的测定 .....</b>	<b>250</b>
一、温度计的校正 .....	250
二、熔点的测定 .....	251
1. 仪器 .....	251
2. 测定方法 .....	252
三、凝固点的测定 .....	253
1. 仪器 .....	253
2. 测定方法 .....	254
<b>第三节 沸点和沸程的测定 .....</b>	<b>254</b>
一、沸点的测定 .....	254
1. 少量液体样品沸点的测定 .....	255
2. 毛细管法 .....	255
二、沸程(馏程)的测定 .....	256
1. 仪器 .....	257
2. 测定方法 .....	257
<b>第四节 粘度的测定 .....</b>	<b>259</b>

一、石油产品运动粘度的测定 .....	260
二、特性粘度法测定高聚物的平均分子量 .....	262
三、条件粘度的测定 .....	267
第五节 折光率（折射率）的测定 .....	269
一、仪器 .....	269
1. 望远系统 .....	269
2. 读数系统 .....	270
二、测定方法 .....	271
第六节 旋光度的测定 .....	272
第七节 分子量的测定 .....	278
一、冰点降低法 .....	278
二、蒸气压渗透法 .....	282
三、膜渗透法 .....	286
复习思考题及习题 .....	292
电工常用计量单位和符号 .....	300
参考文献 .....	301

# 上册目录

<b>第一章 化验室常用玻璃仪器及其它制品</b> .....	1
第一节 玻璃仪器 .....	1
第二节 石英玻璃仪器 .....	26
第三节 瓷器和其它非金属材料器皿 .....	28
第四节 铂及其它金属器皿 .....	30
第五节 塑料制品 .....	33
第六节 其它用品 .....	35
<b>第二章 天平</b> .....	42
第一节 天平称量的原理 .....	42
第二节 天平的分类 .....	45
第三节 等臂双盘天平 .....	49
第四节 不等臂单盘天平 .....	64
第五节 试样的称量方法及称量误差 .....	74
第六节 天平的计量性能及检定 .....	79
第七节 砝码的检定 .....	90
第八节 天平常见故障的调修 .....	92
第九节 天平室管理 .....	100
<b>第三章 化验分析的一般知识及基本操作</b> .....	101
第一节 试样的采取和制备 .....	101
第二节 试样的分解 .....	109
第三节 重量分析基本操作 .....	120
第四节 容量分析基本操作 .....	132
<b>第四章 纯水制备</b> .....	154
第一节 水的性质 .....	154



第二节	分析用水的质量要求及检验 .....	156
第三节	蒸馏法制取纯水 .....	157
第四节	离子交换法制取纯水 .....	158
<b>第五章</b>	<b>溶液配制及浓度计算 .....</b>	<b>171</b>
第一节	溶液的基本知识 .....	171
第二节	化学试剂 .....	174
第三节	当量和当量定律 .....	179
第四节	溶液浓度的表示方法 .....	188
第五节	溶液浓度的换算 .....	192
第六节	溶液的配制方法 .....	198
<b>第六章</b>	<b>常用指示剂 .....</b>	<b>207</b>
第一节	酸碱指示剂 .....	207
第二节	金属指示剂 .....	210
第三节	氧化还原指示剂 .....	214
第四节	专属指示剂 .....	215
第五节	吸附指示剂 .....	215
<b>第七章</b>	<b>化学分析法基础知识 .....</b>	<b>218</b>
第一节	概述 .....	218
第二节	酸碱滴定法 .....	223
第三节	络合滴定法 .....	248
第四节	氧化还原滴定法 .....	260
第五节	沉淀滴定法 .....	274
第六节	重量分析法 .....	279
<b>第八章</b>	<b>化验分析结果计算及数据处理 .....</b>	<b>287</b>
第一节	分析结果计算 .....	287
第二节	有效数字 .....	291
第三节	准确度和精密度 .....	295
第四节	误差来源 .....	301
第五节	分析结果数据处理 .....	303