

化验员实用手册

HUAYANYUAN SHIYONG SHOUCHE

第三版

夏玉宇 主编



化学工业出版社

《化验员实用手册》第三版共二十六章，内容分四部分：(1) 化验室基础包括：基本常数与化合物的物理化学常数；化验室建设、安全与管理、常用仪器设备、实验用水、化学试剂；计量单位及其换算；标准方法与标准物质；溶液配制、实验数据处理与分析实验中质量保证。(2) 化学分析包括：各种样品的采集、预处理、制备与保存方法；物质的分离、纯化与富集方法；常用常数的测定方法；无机物与有机物的定性分析、重量分析、滴定分析与非水滴定。(3) 仪器分析包括：紫外可见吸收光谱、分子荧光光谱；原子发射、原子吸收与原子荧光光谱；X射线荧光光谱、红外光谱与拉曼光谱；色层分析与电泳分析；气相色谱与高效液相色谱；离子色谱与超临界流体色谱；电化学分析；质谱分析；流动注射法等。(4) 计算机在分析化学与实验仪器及其写作科技文章中的应用；着重介绍在科技文件创建、绘制电子表格、编辑公式计算、绘画有机物结构式及实验仪器图、制作演示文稿等计算机实用技术；科技文献、标准文献、化学化工与分析化学等信息资源的网络检索及其工具；科技报告与科学论文写作简介。

本书提供了大量、必需、较新、实用的常数、数据与分析方法，同时，给化验人员介绍了必需的基本知识、基本理论与基本技能。

本书是一部内容丰富、具体实用、综合性的手册，为具有职高、大专院校以上文化水平各行业（包括化工、冶金、地质、材料、农林、石油、食品、环保、卫生、轻工等）的化验人员与化验室必备书籍，同时对化学有关的大专院校师生、科研人员也很实用。

图书在版编目 (CIP) 数据

化验员实用手册/夏玉宇主编. —3版. —北京:
化学工业出版社, 2012. 8
ISBN 978-7-122-14181-1

I. ①化… II. ①夏… III. ①化验员-技术手册
IV. ①TQ016-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 082685 号

责任编辑：仇志刚
责任校对：边涛

文字编辑：冯国庆
装帧设计：关飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装订：三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张90 $\frac{1}{2}$ 字数2831千字 2012年9月北京第3版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：198.00 元

版权所有 违者必究

《化验员实用手册》第三版编委会

主 编 夏玉宇
副主编 张完白
编 委 李 洁 朱 燕 张敏莲 朱国斌
邵可声 张完白 夏玉宇

《化验员实用手册》编委会

主 编 夏玉宇
副主编 张完白
编 委 郭荣芬 李 岩 朱 燕 朱国斌
夏满强 朱 丹 邵可声 李 洁
张敏莲

第三版前言

20世纪90年代,应化学工业出版社之邀,我们组织了几位从事分析化学教学和科研几十年、具有丰富教学与实践经验的大学老教师,编写了《化验员实用手册》(以下称《手册》),以满足广大化验人员对《手册》的迫切要求。《手册》自1998年8月出版发行至2004年修订第二版,直至2011年2月共十次印刷,总共销售近30000册,说明《手册》是深受广大读者欢迎与肯定的优秀图书。2009年春起,化学工业出版社多次向我们提出修订编写《手册》第三版,但该书主要的作者都是退休多年的70多岁老人,适宜参加编写的年轻人又难找到,编写《手册》第三版的繁重任务难以完成。经过一年多认真的考虑与准备,为了感谢读者对《手册》的厚爱,我们决心修订《手册》第三版。

《手册》坚持内容全面、实用、新颖及使用方便。《手册》保持二十六章的框架、编写格式及内容的深度与广度的特点。为此我们在内容上作了下面的安排。

(1)除保持有大量、必需、最新、常用的常数的特点外,《手册》还提供了化验室常用的玻璃与非玻璃器皿、电器设备、化验用水、化学试剂、分析仪器与零配件等有关规格、型号、生产厂家、管理与使用注意事项、安全防护等内容。有关章节中还简要地介绍了化验员必需的基础知识(基本理论、基本知识与基本技能)。

(2)为贯彻国家有关法规与国际接轨,对标准化、法定计量单位等做了比较详细的介绍。提供了计量单位的换算、有关分析化验方面的国家标准方法与国内标准物质等大量信息。

(3)为确保实验数据的准确、可靠与可比性,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做了较详细的叙述。

(4)随着科学技术的发展,仪器分析所占的比重越来越大。因此《手册》对实验室中常见的仪器原理、设备管理、实验技术、方法应用等做了较多的介绍。

(5)随着计算机的发展与应用的普及,计算机技术对化验室及化学工作人员的重要性是公认的、必要的。因此,《手册》中专章叙述。

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

(7)分析化验方法繁多,数据量巨大,《手册》不可能包罗全部,《手册》提供有关国内外的期刊、大全、丛书、手册、辞典等资料信息及网站供读者选用。

(8)《手册》中出现的表,按章汇编成表目录,便于读者查找。

《手册》第三版除保持《手册》第一、第二版的形式、特点与内容外,做了如下重要的修改。

(1)增加必要的部分物理化学的常数,如稳定同位素、天然同位素及其相对丰度。常见放射性元素的性质、原子半径、元素的电离能等常数……

(2) 由于计算机的技术发展太快,第二版中有关的内容已陈旧,故该章重新编写。第三版较详细地介绍了计算机在分析化学及分析仪器中的应用,着重在科技文件创建、绘制电子表格、编辑公式计算、绘画有机物结构式及实验仪器图、制作演示文稿等计算机实用技术等方面进行了介绍。这将有助于提高化验室人员的技术能力与写作科技文献能力。

(3) 分析化学文献及其检索一章的内容也有较大的更新,大量地增加了互联网上科技文献、化学化工与分析化学等信息资源检索的工具与方法。

(4) 电化学分析法一章作了适度的删改,增添了纳米电极内容,删减了部分陈旧内容。

(5) 增加实验室常用仪器、电器设备、实验器材、药品试剂及仪器分析中各方法的新技术、新仪器、新材料、新备件等及其相关的网站。

(6) 对《手册》第二版中的章、节、段,编排顺序不妥之处做了调整,删除陈旧内容,增添了新仪器、新材料、新方法的应用。

参加《手册》第三版编写人员有:李洁(第十三章~第十六章、第二十二章),朱燕(第二十章、第二十一章),张完白(第十九章、第二十三章),张敏莲(第二十四章),朱国斌(第二十五章),邵可声(第二十三章),夏玉宇(第一章~第十二章、第十七章、第十八章、第二十六章)。第三版全书由夏玉宇编纂、修改与定稿。

《手册》作为一部内容丰富的综合性的简明实用工具书,其体系与内容有待进一步探索与实践,《手册》中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

夏玉宇

2011年11月于北京

第一版前言

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》（以下简称《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须掌握的基础知识（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、标准化等做了比较详细的介绍。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、甚至家庭已拥有了计算机，化验用的仪器设备也逐渐地、不同程度地计算机化了，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》中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

一九九八年七月

第二版前言

20世纪90年代,应化学工业出版社的要求,我们组织了几位从事分析化学教学和科研几十年、具有丰富实践与实验经验的人员,编写了这本《化验员实用手册》(以下称《手册》),以满足广大化验人员的迫切需求。《手册》自1999年3月第一次印刷至今已五次印刷发行,说明该《手册》深受广大读者欢迎。化学工业出版社及《手册》责任编辑建议我们对《手册》进行修改再版,进一步提高《手册》的内涵质量,扩大《手册》的社会效益。

再版《手册》时,力求内容全面、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)除保持有大量、必需、最新、常用的常数的一般“手册”的特点外,《手册》还提供了化验室常用的玻璃与非玻璃仪器、电器设备、化验用水、化验试剂等有关规格、型号、生产厂家、管理与使用注意事项、安全防护的信息。在有关章节中,还简要地介绍了化验员必需的基础知识(基本理论、基本知识与基本技能)。

(2)为贯彻国家有关法规与国际接轨,对标准化、法定计量单位等做了比较详细的介绍。提供了计量单位的换算、有关分析化验方面的国家标准方法与国内的标准物质等大量信息。

(3)为确保实验数据的准确、可靠与可比性,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、方法应用及其有关数据,做了较多的介绍。

(5)随着计算机应用的普及,不少实验室,甚至家庭已拥有了计算机及上网条件,化验用的仪器设备也逐渐地、不同程度地计算机化了,因此,计算机的使用与管理知识也是化验人员必备的基础知识,将在《手册》再版中专章叙述。

(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》再版时做了专门介绍,将有益于读者需要时参考。

(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》再版时提供了有关国内外的期刊、大全、丛书、手册、辞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。

《手册》第二版保持《手册》第一版的形式与特点,在《手册》第一版的基础上作了下列修改。

(1)增加了分析仪器、X射线荧光分析与质谱分析三章。增补了流动注射分析、近红

外光谱与拉曼光谱、有机元素定性定量分析、样品前处理新方法、膜技术、固相萃取与固相微萃取、液膜萃取、等速电泳与毛细管电泳、离子色谱与超临界流体萃取色谱、薄层色谱扫描技术、环境样品的采集与保存、分立半导体器件与集成电路、显微镜、微波溶出、电化学阻抗谱等内容。

(2) 提供了 2003 年底前有关分析检验方法的国家标准与我国现有的标准物质。

(3) 增添了计算机网络技术及其在化学及化验室中的应用、网络的化学化工信息、常见的化学软件，与化学有关的重要的网址等。

(4) 对《手册》第一版中个别章、节、段，编排顺序不妥之处做了重新调整，个别节段内容过于庞杂与陈旧的部分，给予了删除。

参加《手册》第二版编写人员有：张完白（第十九章、第二十三章、第八章、第二十四章部分），郭荣芬（第十五章、第二十一章），李岩（第十三章、第十四章、第十七章），朱丹、夏玉宇（第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章），朱燕（第二十二章，第八章部分），朱国斌（第二十五章），夏满强（第二十四章），邵可声（电化学阻抗谱），夏玉宇（第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章、第十二章、第十六章、第十八章、第二十章、第二十六章）。全书由夏玉宇负责编纂、修改与定稿。

《手册》作为一部综合性的简明实用手册，其体系与内容有待进一步探索与实践，有待读者评估。基于编者水平所限，《手册》中难免不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 6 月于北京

目 录

第一章 化验室	1	1. 铂器皿	14
第一节 分析检验的作用与方法的分类	1	2. 其他金属(金、银、镍、铁等)器皿	15
一、分析检验的作用	1	三、塑料器皿	16
二、分析检验方法的分类	1	1. 聚乙烯和聚丙烯器皿	16
1. 感官检验	1	2. 聚四氟乙烯器皿	16
2. 理化检验	2	四、移液器与移液装置	16
3. 实际试用观察检验	3	五、滤纸、滤膜与试纸	17
第二节 化验室的基本要求	5	1. 滤纸	17
一、化验室的分类与职责	5	2. 滤膜	17
二、化验室用房的要求	5	3. 试纸	18
1. 化学分析室	5	六、化验室常用的其他用品	19
2. 精密仪器室	5	第五节 化验室常用的电器与设备	23
3. 辅助室	6	一、电热设备	23
第三节 化验室常用的玻璃仪器及石英制品	6	1. 电炉	23
一、玻璃仪器的特性及化学组成	6	2. 电热板	24
二、常用玻璃仪器名称、规格、主要用途、		3. 电热套	24
使用注意事项	6	4. 高温炉	24
1. 常用的玻璃仪器	6	5. 电热恒温箱	25
2. 玻璃量器等级分类	8	6. 远红外线干燥箱与电热真空干燥箱	26
3. 部分特殊玻璃仪器	9	7. 电热恒温水浴锅	27
三、玻璃仪器的洗涤方法	9	8. 恒温槽	27
四、玻璃仪器的干燥	11	9. 电热蒸馏水器	29
五、玻璃仪器的管理	11	二、制冷设备	30
六、简单玻璃加工操作	12	1. 电冰箱	30
1. 喷灯	12	2. 空气调节器	31
2. 玻璃管的切割方法	12	三、电动设备	32
3. 拉制滴管	12	1. 电动离心机	32
4. 弯曲玻璃管	12	2. 电动搅拌器	32
5. 拉毛细管	12	3. 电磁搅拌器	33
6. 玻璃刻记号	12	4. 振荡器	33
七、石英玻璃与玛瑙仪器	13	5. 超声波清洗机	33
1. 石英玻璃	13	四、交流稳压器	33
2. 玛瑙研钵	13	五、直流电源	33
第四节 化验室使用的非玻璃器皿与器材	13	1. 直流稳压电源	33
一、瓷器皿与刚玉器皿	13	2. 蓄电池	35
1. 瓷器皿	13	六、万用电表	35
2. 刚玉器皿	13	1. 数字万用表	35
二、金属器皿	14	2. 表头显示万用表	37
		七、电烙铁、验电笔和熔断器	38

1. 电烙铁	38	三、电渗析法制纯水	57
2. 验电笔	39	四、超纯水制备装置与贮存	57
3. 熔断器	39	1. 超纯水制备方法之一	57
八、保护地线	40	2. 超纯水的台式装置	57
第六节 实验室物品与仪器的管理	40	3. 超纯水的贮存问题	57
一、实验室常用物品与仪器设备的管理	40	五、水的纯化流程简介	57
二、精密、贵重仪器的管理	41	1. 高纯水制备的典型工艺流程	58
第七节 天平	42	2. 活性炭	58
一、天平分类	42	3. 离子交换	58
二、电子天平	44	4. 电渗析	58
1. 原理和结构	44	5. 反渗透	58
2. 电子天平的特点	46	6. 紫外线杀菌	58
3. 电子天平操作程序	46	7. 各种工艺除去水中杂质能力的比较	58
三、机械加码分析天平	46	六、亚沸高纯水蒸馏器	59
1. 等臂分析天平的构造原理	46	七、特殊要求的实验室用水的制备	59
2. 半机械加码电光天平的结构	46	1. 无氯水	59
3. 天平的安装	48	2. 无氨水	59
4. 使用方法	48	3. 无二氧化碳水	59
5. 砝码	48	4. 无砷水	59
6. 全机械加码电光天平	48	5. 无铅(无重金属)水	59
四、不等臂单盘天平	49	6. 无酚水	59
1. 称量原理	49	7. 不含有机物的蒸馏水	60
2. 特点	49	八、化验用水的质量要求	60
3. 单盘天平的结构	49	1. 分析实验室用水规格	60
4. 单盘天平的安装	50	2. 分析实验室用水的容器与贮存	60
5. 单盘天平的使用方法	50	3. 化验用水中残留的金属离子量	60
五、扭力天平	51	九、化验用水的质量检验	61
1. 作用原理	51	1. pH 值检验	61
2. 型号及技术参数	51	2. 电导率的测定	61
六、韦氏天平	51	3. 可氧化物质限量试验	62
七、架盘天平	51	4. 吸光度的测定	62
八、天平的称量方法	52	5. 蒸发残渣的测定	62
1. 直接称量法	52	6. 可溶性硅的限量试验	62
2. 固定质量称样法	52	十、几家生产纯水机的厂商与机型	63
3. 减量(差减)称量法	52	第九节 化学试剂	64
九、使用天平的注意事项	52	一、化学试剂的分类、分级和规格	64
1. 天平的选用原则	52	二、化学试剂的包装及标志	65
2. 天平室的基本要求	52	三、化学试剂的选用与使用注意事项	65
3. 机械天平的使用规则	53	1. 化学试剂的选用	65
4. 电子天平的使用规则	53	2. 使用注意事项	65
5. 天平的管理	54	四、常用化学试剂的一般性质	66
第八节 化验用水	54	五、化学试剂的管理与安全存放条件	70
一、蒸馏法制备化验用水	54	六、化学试剂的纯化方法	72
二、离子交换法制备化验用水	54	1. 盐酸的提纯	72
1. 离子交换树脂及交换原理	55	2. 硝酸的提纯	72
2. 离子交换装置	55	3. 氢氟酸的提纯	72
3. 离子交换树脂的预处理、装柱和再生	55	4. 高氯酸的提纯	73

5. 氨水的提纯	73	7. 废二甲苯的回收	80
6. 溴的提纯	73	8. 含有双十二烷基二硫代乙二酰胺 (DDO) 的石油醚-氯仿和异戊醇-氯仿的回收	80
7. 钼酸铵的提纯	73	9. 含硝酸的甲醇的回收	80
8. 氯化钠的提纯	73	10. 其他如萃取锆的苯、萃取铀的甲苯、 萃取硒的苯、萃取碲的苯等的回收	81
9. 氯化钾的提纯	74	八、有机溶剂的应用	81
10. 碳酸钠的提纯	74	九、分析化学中常用的表面活性剂	83
11. 硫酸钾的提纯	74	第十一节 化验室常用干燥剂与吸收剂	85
12. 重铬酸钾的提纯	74	一、干燥剂	85
13. 五水硫代硫酸钠的提纯	74	1. 干燥剂的通性	85
第十节 有机溶剂及表面活性剂	75	2. 气体干燥用的干燥剂	86
一、常用有机溶剂的一般性质	75	3. 有机化合物干燥用的干燥剂	86
二、有机溶剂间的互溶性	75	4. 分子筛干燥剂	87
三、有机溶剂的毒性	76	5. 容量法常用基准物质的干燥	87
1. 无毒溶剂	76	6. 常用化合物的干燥	87
2. 低毒溶剂	76	二、气体吸收剂	89
3. 有毒溶剂	76	三、气体的发生、净化、干燥与收集	90
四、有机溶剂的易燃性、爆炸性和腐蚀性	76	1. 气体的发生	90
1. 溶剂着火的条件	76	2. 气体的净化和干燥	91
2. 溶剂着火的爆炸性	77	3. 气体的收集	91
3. 使用易燃溶剂的注意事项	77	第十二节 化验室常用的制冷剂与胶黏剂	92
4. 有机溶剂的腐蚀性	77	一、制冷剂	92
五、有机溶剂的脱水干燥	77	二、胶黏剂	93
1. 用干燥剂脱水	77	1. 有机类胶黏剂	93
2. 分馏脱水	78	2. 无机类胶黏剂	94
3. 共沸蒸馏脱水	78	第十三节 掩蔽剂与解蔽剂	94
4. 蒸发干燥	78	一、阳离子掩蔽剂	94
5. 用干燥的气体进行干燥	78	二、阴离子和中性分子掩蔽剂	97
六、有机溶剂的纯化	78	三、解蔽剂	97
1. 脂肪烃的精制	78	四、络合滴定中的掩蔽剂	98
2. 芳香烃的精制	78	第十四节 化验室的安全与管理	103
3. 卤代烃的精制	78	一、化验室防火、防爆与灭火常识	103
4. 醇的精制	79	1. 防火常识	103
5. 酚的精制	79	2. 防爆常识	103
6. 醚、缩醛的精制	79	3. 灭火常识	104
7. 酮的精制	79	二、化学毒物的中毒和救治方法	105
8. 脂肪酸和酸酐的精制	79	1. 化学毒物的分级	105
9. 酯的精制	79	2. 常见毒物的中毒症状和急救方法	105
10. 含氮化合物的精制	79	3. 实验室一般急救规则	107
11. 含硫化合物的精制	79	4. 实验室毒物品及化学药剂的安全使用 规则	108
七、有机溶剂的回收	79	三、预防化学烧伤与玻璃割伤	108
1. 异丙醚的回收	79	1. 预防化学烧伤与玻璃割伤的注意 事项	108
2. 乙酸乙酯的回收	80	2. 化学烧伤的急救和治疗	108
3. 三氯甲烷 (氯仿) 的回收	80	四、有害化学物质的处理	109
4. 四氯化碳的回收	80		
5. 苯的回收	80		
6. 测定铈后废磷酸三丁酯 (TBP)-苯 的回收	80		

1. 化验室的废气	109	10. 热导率单位	124
2. 化验室的废水	109	11. 传热系数单位	124
3. 化验室常见废液的处理方法	110	12. 温度单位	124
4. 化验室的废渣	111	13. 比热容单位	125
5. 汞中毒的预防	111	14. 磁场强度单位	125
五、高压气瓶的安全	111	15. 磁通量密度单位	125
1. 气瓶与减压阀	111	16. 电磁量单位	125
2. 气瓶内装气体的分类	112	17. 光学单位	125
3. 高压气瓶的颜色和标志	112	18. 放射性同位素的量度单位	125
4. 几种压缩可燃气和助燃气的性质和安全处理	112	四、分析化学中常用的物理量及其单位	125
5. 气瓶安全使用常识	113	第二节 基本常数	126
六、安全用电常识	113	一、元素周期表及原子的电子层排布	126
七、放射性物质安全防护的基本规则	114	二、元素的名称、符号、相对原子质量、熔点、沸点、密度和氧化态	130
八、X射线的安全防护	115	三、基本物理常数	132
九、化验人员安全守则	115	四、稳定同位素与天然放射性同位素	133
十、有关化验室的分析仪器、普通仪器、设备、器件、玻璃器皿、试剂药品等信息网站	115	1. 稳定同位素及其相对丰度	133
1. 有关仪器设备及备件、消耗品等信息网站	115	2. 天然同位素及其相对丰度	135
2. 有关玻璃器皿、试剂药品等信息的网站	117	五、常见放射性元素的性质	137
3. 有关实验室设备方面的网站	118	1. 常见放射性同位素	137
2. 天然放射系	138	六、原子半径、元素的电离能、电子的亲能和、元素的电负性	139
1. 原子半径	139	1. 原子半径	139
2. 元素的电离能	139	2. 元素的电离能	139
3. 电子的亲能和	142	3. 电子的亲能和	142
4. 元素的电负性	144	4. 元素的电负性	144
第三章 常见化合物的物理、化学特性	145	第三章 常见化合物的物理、化学特性	145
第一节 无机化合物的化学式、名称、相对分子质量、颜色、晶型、相对密度、熔点、沸点、溶解性	145	第一节 无机化合物的化学式、名称、相对分子质量、颜色、晶型、相对密度、熔点、沸点、溶解性	145
第二节 有机化合物的名称、分子式、相对分子质量、相对密度、熔点、沸点、折射率、溶解度	173	第二节 有机化合物的名称、分子式、相对分子质量、相对密度、熔点、沸点、折射率、溶解度	173
第三节 其他	191	第三节 其他	191
一、有机官能团的名称和符号	191	一、有机官能团的名称和符号	191
二、合成高分子化合物分类、品种、性能和用途	192	二、合成高分子化合物分类、品种、性能和用途	192
1. 塑料的主要品种、性能和用途	192	1. 塑料的主要品种、性能和用途	192
2. 合成橡胶的主要品种、性能和用途	193	2. 合成橡胶的主要品种、性能和用途	193
3. 合成纤维的主要品种、性能和用途	193	3. 合成纤维的主要品种、性能和用途	193
4. 化学纤维的分类和名称对照	194	4. 化学纤维的分类和名称对照	194
三、常见化合物的俗名或别名	195	三、常见化合物的俗名或别名	195
四、水的重要常数	196	四、水的重要常数	196
1. 水的相图	196	1. 水的相图	196
2. 水的离子积 (K_w)	197	2. 水的离子积 (K_w)	197
3. 水的密度	197	3. 水的密度	197

4. 水的沸点	197	6. 滴定度	223
5. 水的蒸气压	197	7. 以 V_1+V_2 形式表示浓度	223
6. 水的介电常数	198	二、溶液浓度的计算	224
五、水溶液中的离子活度系数	198	1. 量间关系式	224
六、酸、碱、盐的活度系数与 pH 值	198	2. n_B 的量内换算	225
1. 酸、碱、盐的活度系数 (25℃)	198	3. M_B 的量内换算	225
2. 部分酸水溶液的 pH 值 (室温)	199	4. c_B 的量内换算	226
3. 部分碱水溶液的 pH 值 (室温)	200	5. 物质 B 的浓度 c_B 的稀释计算	226
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	200	6. 物质 B 的质量浓度 ρ_B 的稀释计算	227
八、水合离子的颜色	200	7. c_B 与 ρ_B 之间的换算	227
九、气体在水中的溶解度	202	8. 质量分数 ω 与质量摩尔浓度 b 间的换算	227
十、氧化还原标准电极电位	202	9. 质量分数 ω_B 表示的浓度的稀释计算	228
十一、溶度积与部分无机化合物的溶解度	207	10. 物质质量浓度 c_B 与质量分数 ω_B 之间的换算	228
1. 溶度积	207	11. 浓度之间的计算公式	229
2. 部分无机化合物的溶解度	214	三、溶液标签的书写	229
十二、元素的原子及其离子的电离电势	215	第三节 常用溶液的配制	230
十三、络合物的稳定常数	215	一、常用酸、碱的一般性质	230
十四、空气的组成、地壳的组成与海水的组成	216	二、常用酸溶液的配制	231
1. 空气的组成	216	三、常用碱溶液的配制	231
2. 元素在地壳和海洋中的分布	216	四、常用盐溶液的配制	231
3. 海水中的主要盐类	217	五、常用饱和溶液的配制	233
4. 不同温度、压力下干燥空气的密度	217	六、某些特殊溶液的配制	234
十五、有关原子光谱、分子光谱、色谱、质谱和电分析等常数	217	七、指示剂溶液的配制	235
1. 酸碱指示剂溶液的配制	235	1. 酸碱指示剂溶液的配制	235
2. 氧化还原指示剂溶液的配制	236	2. 氧化还原指示剂溶液的配制	236
3. 金属离子指示剂溶液的配制	237	3. 金属离子指示剂溶液的配制	237
4. 吸附指示剂溶液的配制	237	4. 吸附指示剂溶液的配制	237
八、缓冲溶液的配制	238	八、缓冲溶液的配制	238
1. 普通缓冲溶液的配制	238	1. 普通缓冲溶液的配制	238
2. 伯瑞坦-罗比森缓冲溶液的配制	238	2. 伯瑞坦-罗比森缓冲溶液的配制	238
3. 克拉克-鲁布斯缓冲溶液的配制	239	3. 克拉克-鲁布斯缓冲溶液的配制	239
4. 乙酸-乙酸钠缓冲溶液的配制	239	4. 乙酸-乙酸钠缓冲溶液的配制	239
5. 氨-氯化铵缓冲溶液的配制	239	5. 氨-氯化铵缓冲溶液的配制	239
第四章 溶液及其配制方法	218	第四节 滴定(容量)分析中标准溶液的配制与标定	240
第一节 溶液配制时常用的计量单位	218	1. 氢氧化钠标准溶液	240
一、质量	218	2. 盐酸标准溶液	241
二、元素的相对原子质量	218	3. 硫酸标准溶液	242
三、物质的相对分子质量	218	4. 碳酸钠标准溶液	243
四、体积	218	5. 重铬酸钾标准溶液	243
五、密度	218	6. 硫代硫酸钠标准溶液	244
六、物质的量	218	7. 溴标准溶液	244
七、摩尔质量	219	8. 溴酸钾标准溶液	245
1. 摩尔质量的计算	219	9. 碘标准溶液	245
2. 摩尔质量、质量与物质的量之间的关系	219	10. 碘酸钾标准溶液	246
八、分析化学上常见的新旧计量单位的对照	220		
第二节 溶液浓度的表示方法及其计算	220		
一、溶液浓度的表示方法	220		
1. 物质的量浓度	221		
2. 质量浓度	222		
3. 物质 B 的质量分数	222		
4. 物质 B 的体积分数	223		
5. 质量摩尔浓度	223		

11. 草酸标准溶液	246	1. 列表法	269
12. 高锰酸钾标准溶液	247	2. 作图法	269
13. 硫酸亚铁铵标准溶液	248	3. 方程式法	271
14. 硫酸铈 (或硫酸铈铵) 标准溶液	248	三、分析结果的报告	272
15. 乙二胺四乙酸二钠 (EDTA) 标准 溶液	249	1. 例行分析	272
16. 氯化铍标准溶液	249	2. 多次测量结果	272
17. 氯化镁 (或硫酸镁) 标准溶液	250	3. 平均值的置信区间	272
18. 硝酸铅标准溶液	250	四、化验方法可靠性的检验	273
19. 氯化钠标准溶液	250	1. t 检验法	273
20. 硫氰酸钠 (或硫氰酸钾) 标准溶液 ..	251	2. F 检验法	273
21. 硝酸银标准溶液	251	五、工作曲线的一元回归方程——最小二 乘法	275
22. 亚硝酸钠标准溶液	252	六、提高分析结果准确度的方法	276
23. 高氯酸标准溶液	252	第四节 分析测试中的质量保证	276
第五节 化验室常用标准溶液及其配制	253	一、分析测试中质量控制	277
一、pH 标准溶液的配制	253	1. 人员的技术能力	277
1. 标准缓冲溶液 (pH 标准溶液) 的 配制	253	2. 实验室的仪器设备	277
2. pH 标准缓冲溶液的配制	253	3. 实验室应具备的条件	278
二、元素与常见离子标准溶液的配制	255	4. 妥善保存重要的技术资料	284
第五章 误差、有效数字、数据处理与分析 测试中质量保证	261	二、分析测试的质量评定	284
第一节 误差	261	1. 实验室内部质量评定	284
一、误差产生的原因	261	2. 实验室外部质量评定	284
1. 系统误差	261	三、分析测试的质量控制图	284
2. 偶然误差	261	1. \bar{x} 质量控制图	285
二、误差的表示方法	262	2. $\bar{\bar{x}}$ 平均值质量控制图	286
1. 准确度	262	3. 极差 R 质量控制图	286
2. 精密度	263	4. 质量控制图的使用	288
3. 公差	264	5. 质量控制图用于寻找发生脱离控制的 原因	288
4. 准确度与精密度的关系	265	6. 质量控制图的应用范例	288
第二节 有效数字	265	第六章 标准方法与标准物质	290
一、有效数字的使用	265	第一节 标准化与标准	290
二、有效数字的修约	266	一、标准化	290
三、有效数字计算法则	266	二、标准及其级别	290
四、化验分析工作中正确运用有效数字及其 计算法则	267	1. 国际标准及其国际组织	291
第三节 数据处理	268	2. 区域标准	291
一、原始数据与分析结果的判断	268	3. 国家标准 (强制性与推荐性)	292
1. 原始数据的有效数字位数需与测量仪器 的精度一致	268	4. 行业标准	292
2. 原始数据必须进行系统误差的校正	268	5. 地方标准	293
3. 分析结果的判断	268	6. 企业标准	293
4. $4d$ 法	268	三、标准分类	293
5. Q 检验法	269	1. 基础标准	293
二、数据的表达	269	2. 产品标准	294
		3. 方法标准	294
		4. 安全标准	294
		5. 卫生标准	294
		6. 环保标准	294

7. 管理标准	294	二、二级标准物质	310
四、产品质量分级	294	三、实物国家标准 (GSB)	314
第二节 分析方法标准	294	1. 元素溶液实物国家标准	314
一、分析方法标准	294	2. 环境实物国家标准	316
二、优良的分析方法	295	3. 钢铁实物国家标准	317
1. 方法的准确度	295	四、其他实物标准物质 (标样)	317
2. 方法的精密度	296	1. 无机标准溶液	317
3. 方法的灵敏度	296	2. 有机标准溶液	317
4. 检测限和分析空白	296	3. 固体实物标准样品	317
5. 方法的线性范围	296	4. 大气监测液体标准样品	318
6. 基体效应	296	5. 有机纯气体	318
7. 方法的耐变性	297	6. 无机纯气体	319
三、分析方法标准通常的书写格式	297	7. 发射光谱实物标准样品	319
四、我国已颁布的国家标准	298	8. 滴定 (容量) 分析的基准试剂	319
五、有关国内外标准信息的部分网站	298	五、有关标准物质信息的主要网站	320
第三节 标准物质	299	第七章 定性分析和物理常数测定	322
一、标准物质定义、基本特征和证书	299	第一节 无机物的经典定性分析法	322
1. 标准物质定义	299	一、预备试验	322
2. 标准物质基本特征	299	1. 初步观察	322
二、标准物质的分类与分级	300	2. 预测试验	323
1. 标准物质的分类	300	二、阳离子的定性分析	325
2. 标准物质的分级	300	1. 阳离子分析试验的制备	325
三、标准物质的作用、主要用途及使用注意 事项	301	2. 常见阳离子与常用试剂的反应	325
1. 标准物质的作用与主要用途	301	3. 阳离子的初步试验	326
2. 标准物质的使用注意事项	301	4. 常见阳离子的鉴定	329
四、标准样品与工作标准物质	302	三、阴离子的定性分析	334
1. 标准样品	302	1. 阴离子的分析特性——挥发性和氧化还 原性	335
2. 工作标准物质	302	2. 阴离子分析试液的制备	337
第四节 我国现有的部分标准物质	303	3. 常见阴离子与常用试剂的反应	337
一、国家标准物质 (GBW)	303	4. 阴离子的初步试验	338
1. 铁和钢的标准物质	303	5. 常见阴离子的鉴定方法	340
2. 非铁合金标准物质	303	四、无机定性分析注意事项	343
3. 建材成分分析标准物质	305	1. 检查结论的正确性	343
4. 核材料成分分析与放射性测量标准 物质	305	2. 检查鉴定反应的灵敏度和进行对照 试验	343
5. 高分子材料特性测量标准物质	306	3. 检查试剂的纯度——空白试验	343
6. 化工产品成分分析标准物质	306	第二节 有机物的经典定性分析法	344
7. 地质矿产成分分析标准物质	306	一、鉴定步骤	344
8. 环境分析标准物质	307	二、初步试验	344
9. 临床化学分析与药品成分分析标准物质	308	1. 观察试样的物理状态	344
10. 食品成分分析标准物质	308	2. 观察试样的颜色	344
11. 煤炭、石油成分分析和物理特性测量 标准物质	309	3. 试样的气味试验	345
12. 工程技术特性测量标准物质	309	4. 试样的灼烧试验	345
13. 物理特性与物理化学特性测量标准 物质	309	5. 试样的热解产物试验	345
		6. 测定试样的物理常数	346
		三、元素定性分析	346

1. 鉴定有机物中元素时常用分解方法	346	1. 原理与仪器	374
2. 有机化合物中元素鉴定法	347	2. 测定步骤	376
3. 有机化合物的类型估计	349	3. 注意事项	376
四、官能团分析	349	八、旋光度测定	376
1. 烃类化合物的鉴定	349	1. 旋光物质与旋光度	376
2. 含碳、氢、氧化合物的鉴定	351	2. 圆盘旋光仪	377
3. 含碳、氢、氮化合物的鉴定	356	3. 测定步骤及注意事项	378
4. 含碳、氢、硫化合物的鉴定	358	4. 自动指示旋光仪	379
5. 含碳、氢、卤素化合物的鉴定	359	5. 两种旋光仪性能的比较	380
五、衍生物证实试验	360	6. 旋光法的应用	381
第三节 定性分析的仪器分析法	360	九、表面张力测定	381
一、原子发射光谱(包括电感耦合等离子发射光谱)法	361	1. 毛细管升高法	381
二、X射线荧光光谱法	361	2. 滴重(液滴)法	382
三、电子能谱法	361	十、黏度测定	386
四、紫外可见吸收光谱法	362	1. 毛细管黏度计法	386
五、红外光谱法	362	2. 改良式乌氏黏度计——测定高聚物的平均分子量	387
六、质谱法	362	3. 恩格勒氏黏度计法——测定条件黏度	389
七、其他方法	362	十一、有关各种物理常数测定方法的仪器信息的网站	394
第四节 部分物理常数测定方法	363	第八章 定量分析过程	395
一、温度测定	363	第一节 样品的采集、制备与保存	395
1. 温标	363	一、采样的原则、方法及注意事项	395
2. 水银-玻璃温度计	363	1. 组成比较均匀物料的采样	395
3. 温度计的校正	363	2. 组成不均匀物料的采样	396
4. 贝克曼温度计	364	3. 采样注意事项	397
5. 热电偶温度计	366	二、样品的制备与保存	397
6. 高温辐射温度计	368	1. 固体样品的制备	398
7. 热敏电阻温度计	368	2. 样品中湿存水的预处理	398
二、熔点测定	368	3. 食品试样的制备	398
1. 原理与仪器	368	4. 样品的保存	399
2. 测定步骤	369	5. 制样注意事项	399
3. 注意事项	369	第二节 环境样品的采集和保存	399
三、结晶点测定	369	一、环境中的优先监测对象	400
1. 原理与仪器	369	二、大气污染物样品的采集	400
2. 测定步骤	370	1. 采样的调查、布点、时间与频率	400
四、沸点测定	370	2. 采样方法	402
1. 原理与仪器	370	3. 采样仪器与飘尘的采样方法	408
2. 毛细管测定法	370	4. 大气质量控制标准	410
3. 沸点的校正	370	三、水样的采集与保存	411
五、沸程测定	371	1. 水的污染与危害	411
1. 原理与仪器	371	2. 水样的采集	413
2. 操作步骤	371	3. 水样的保存、预处理和监测项目	416
六、密度测定	371	四、土壤样品的采集	425
1. 密度瓶法	371	1. 采样点的选择及布点方式	425
2. 密度计法	372	2. 采样时间	426
3. 韦氏天平法	373	3. 采样量	426
七、折射(光)率的测定方法	374		