



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

无机及分析化学 实验

倪静安 高世萍 李运涛 郭敏杰 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

无机及分析化学实验

倪静安 高世萍 李运涛 郭敏杰 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是为高等学校轻工、食品、纺织类专业开设无机及分析化学实验课程而编写的教材。全书充分反映了参编高校对无机化学实验、分析化学实验和仪器分析实验 20 余年教学改革的丰富经验和成果,主要包括:化学实验基础知识;常用仪器操作技术;实验数据的采集与处理;化学实验基本操作训练;重要元素的性质、分离和鉴定;定量化学分析;物性常数的测定;仪器分析实验;设计性实验和综合性实验等内容。

本书可作为高等学校轻工、食品、纺织类的食品科学与工程、生物工程、动物科学、环境工程、制药工程、化学工程与工艺、高分子材料工程、应用化学、轻化工程、造纸工程、皮革工程等专业的教材,也可供农、林、医等院校各相关专业选用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验/倪静安等主编. —北京:高等教育出版社,2007.2

ISBN 978-7-04-020551-0

I. 无... II. 倪... III. ①无机化学-化学实验-高等学校-教材②分析化学-化学实验-高等学校-教材 IV. O61-33 O65-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 002427 号

策划编辑 郭新华 责任编辑 岳延陆 封面设计 于文燕 责任绘图 朱 静
版式设计 张 岚 责任校对 杨凤玲 责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 21.75
字 数 410 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 2 月第 1 版
印 次 2007 年 2 月第 1 次印刷
定 价 22.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20551-00

前 言

化学是一门以实验为基础的科学,化学实验对于化学工作者的重要性不言而喻。

化学实验教学是高等学校化学教育过程中的一个重要环节,在全面培养工科学生的基础知识、实践能力、创新精神和科学素质等方面起着不可替代的作用。在化学教育中进一步加强化学实验教学环节,提高学生的动手能力,增强学生的创新意识和创新能力,已经成为 21 世纪对化学实验教学提出的新要求。

我国著名化学家戴安邦教授结合化学教育就明确提出,化学人才的智力因素是由动手、观察、查阅、记忆、思维、想象和表达等七种能力组成的,并指出学生的这七种能力在化学实验教学过程中能够得到全面的培养与训练。通过化学实验,特别是综合性、设计性的化学实验,学生能够进一步巩固、掌握、深化、拓展化学理论知识,掌握化学实验基本操作技能,培养重事实、贵精确、求真相、尚创新的科学精神,实事求是的科学态度以及分析问题、解决问题的能力。

自 20 世纪 80 年代开始,江南大学、大连轻工业学院、陕西科技大学和天津科技大学坚持化学课程教学改革的探索和实践,对工科“无机化学”和“分析化学”课程进行改革,紧密结合本校轻工、食品、纺织类重点特色专业的人才培养要求,探索将两门课程优化组合成一个完整、系统的“无机及分析化学”课程新体系,积极进行综合性、设计性化学实验教学的探索 and 开发。江南大学、大连轻工业学院的“无机及分析化学课程改革”先后分获所在省普通高等学校省级优秀教学成果奖。江南大学、大连轻工业学院和天津科技大学的“无机及分析化学”课程分别被评为所在省(直辖市)普通高等学校省级优秀课程。

进入 21 世纪以来,国内各高等学校纷纷加大了化学实验教学改革力度,在对化学实验课程进行重新整合的基础上,将综合性、设计性化学实验融入基础化学实验之中,研究开发了许多很好的综合性、设计性新实验,取得了很好的教学效果。但是,国内目前已经出版的《无机及分析化学实验》教材不多,不能适应当前教学改革的形势和需要。为此江南大学、大连轻工业学院、陕西科技大学和天津科技大学 4 所高等学校合作编写了《无机及分析化学实验》教材。

《无机及分析化学实验》教材主要包括化学实验基础知识、常用仪器操作技术、实验数据的采集与处理、化学实验基本操作训练、重要元素的性质、分离与鉴定、定量化学分析、物性常数的测定、仪器分析实验、设计性实验和综合性实验等九部分。本书在编写中力求做到:

1. 全面反映各校在轻工、食品、纺织类的食品科学与工程、生物工程、动物科学、环境工程、制药工程、化学工程与工艺、高分子材料工程、应用化学、轻化工程等重点特色专业 20 余年来无机及分析化学实验教学改革的丰富经验和成果。

2. 精心选编了各校目前已经开出的成熟的无机化学实验、分析化学实验、仪器分析实验和设计性、综合性实验,以供各校根据目前和将来的教学需要和实验条件选择使用。

3. 本书在加强应用性、设计性实验技能训练,加强培养学生的动手能力、分析解决问题的能力方面加大了力度,重点突出并加强了综合性、设计性实验的选编,以形成本教材具有时代特点的鲜明个性和特色。所编选的综合性和设计性实验的内容,努力与轻工、食品、纺织类各专业的专业背景紧密结合,突出体现了先进性、科学性和综合性,使综合性、设计性化学实验能够成为学生了解、热爱、进入专业的窗口和桥梁,成为联系基础化学教学与专业教学的良好接口。

4. 本书与编者编写的《无机及分析化学教程》理论教材(高等教育出版社出版)一起组成“无机及分析化学系列配套教材”,被入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。它们与编者编写的《无机及分析化学教程学习解疑》辅导材料、《无机及分析化学多媒体教学课件》相配套,可供高等学校轻工、食品、纺织类的食品科学与工程、生物工程、动物科学、环境工程、制药工程、化学工程与工艺、高分子材料工程、应用化学、轻化工程、造纸工程、皮革工程等专业以及农、林、医等院校各相关专业参考使用。

本书由江南大学倪静安、大连轻工业学院高世萍、陕西科技大学李运涛、天津科技大学郭敏杰主编,参加编写的还有上述 4 所高等学校的商少明、侯永根、朱振中、汪云、李在均、刘俊康、沈晓东、宋健、刘瑛、傅成武、陈新、孙芳、虞学俊、于长顺、吕丽、于智慧、许绚丽、王永为、杨秀芳、苏秀霞、迟玉中(排名不分先后)等。

本书在编写过程中得到了江南大学、大连轻工业学院、陕西科技大学、天津科技大学 4 所高等学校的校、院(系)各级领导大力支持,正是他们对教学改革与教材编写的热情关心和全力支持,才使本书得以如问世。

限于参编者的学术水平,书中不当之处,敬请读者不吝批评指正。

编 者

2006 年 8 月

目 录

第 1 章 无机及分析化学实验基础知识	1
1.1 化学实验的目的、方法和规则	1
1.1.1 化学实验的目的和学习方法	1
1.1.2 化学实验室的工作规则	3
1.1.3 化学实验室的安全知识	3
1.2 无机及分析化学实验基本操作	5
1.2.1 常用玻璃仪器的洗涤和干燥	5
1.2.2 实验室常用加热方法	7
1.2.3 试剂的配制和取用	11
1.2.4 试纸和滤纸的使用	15
1.2.5 标准溶液及其配制	16
1.2.6 常用量器及其使用	18
1.2.7 溶解、熔融、蒸发和结晶操作	25
1.2.8 沉淀的生成、分离、洗涤、干燥和灼烧操作	26
1.2.9 纯水的制备和检验	35
第 2 章 无机及分析化学实验常用仪器操作技术	38
2.1 分析天平	38
2.1.1 分析天平的构造和原理	38
2.1.2 半自动电光分析天平	38
2.1.3 电子天平	41
2.1.4 试样的称量方法	42
2.2 酸度计	43
2.2.1 Sartorius PB—10 型酸度计	43
2.2.2 雷磁 pHs—25 型酸度计	46
2.2.3 pHs—25C 型酸度计	47
2.3 可见光分光光度计	49
2.3.1 721 型可见光分光光度计	49
2.3.2 723 型可见光分光光度计	51
2.4 电导率仪	56
2.4.1 电导率的基本概念	56

2.4.2	DDS—11A 型电导率仪	57
2.4.3	DDS—11 型电导率仪	59
第 3 章 实验数据的采集与处理		61
3.1	测定中的误差与有效数字	61
3.1.1	测定中的误差及其处理方法	61
3.1.2	有效数字及其有关规则	64
3.2	实验数据的采集处理与结果表达	65
3.2.1	实验数据的采集处理	65
3.2.2	实验报告的基本格式	68
3.3	实验数据的 Excel 图表处理	72
3.3.1	创建 Excel 数据表	72
3.3.2	图表的建立	73
3.3.3	图表的修改	77
第 4 章 化学实验基本操作训练		81
实验 1	玻璃管加工	81
实验 2	氯化钠的提纯	83
实验 3	粗硫酸铜的提纯	85
实验 4	硫酸亚铁铵的制备	86
实验 5	非水溶剂重结晶法提纯硫化钠	88
实验 6	解离平衡	89
实验 7	缓冲溶液的配制与性质	91
实验 8	胶体溶液	94
实验 9	沉淀反应	97
第 5 章 重要元素的性质、分离与鉴定		100
实验 10	氧化还原反应、电化学	100
方法一	氧化还原反应、电化学	100
方法二	电极电势的测定	103
实验 11	氯、溴、碘	105
实验 12	氧、硫、氮、磷	108
实验 13	锡、铅、铋、铊微型系列实验	112
实验 14	铬、锰微型系列实验	114
实验 15	铁、钴、镍微型系列实验	117
实验 16	铜、银微型系列实验	121
实验 17	锌、镉、汞微型系列实验	123
实验 18	常见阳离子混合溶液的分离与鉴定	126

第 6 章 定量化学分析	133
6.1 滴定分析	133
实验 19 分析天平称量练习	133
实验 20 滴定分析基本操作练习	134
实验 21 滴定分析容量器皿的校准	136
实验 22 酸碱标准溶液的配制与比较	139
实验 23 氢氧化钠标准溶液的标定	141
实验 24 醋酸溶液中 HAc 含量的测定	142
实验 25 盐酸标准溶液的标定	143
实验 26 混合碱试样含量的测定	144
方法一 双指示剂法测定混合碱的组分和含量	144
方法二 工业纯碱总碱量的测定	145
实验 27 食品总酸度的测定	147
方法一 直接滴定法和电势滴定法测定食品总酸度	147
方法二 电势滴定法测定酸牛乳总酸度	148
实验 28 可溶性氯化物中氯的测定(莫尔法)	149
实验 29 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	150
方法一 KIO_3 法	150
方法二 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 法	152
实验 30 胆矾中铜含量的测定	153
实验 31 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	154
实验 32 钙盐中钙含量的测定	156
实验 33 纸浆高锰酸钾值的测定	158
实验 34 水样中化学需氧量(COD)的测定	159
实验 35 EDTA 标准溶液的配制与标定	161
实验 36 自来水硬度的测定	164
实验 37 铅铋混合液中铅、铋含量的连续测定	166
实验 38 石灰石中钙、镁的测定	168
实验 39 纸上色谱分离法分离铜、铁、钴和镍	169
实验 40 离子交换色谱法分离锌和镉	171
实验 41 离子交换色谱法分离测定镍、钴和铁	173
6.2 称量分析	175
实验 42 结晶氯化钡中水分的测定	175
实验 43 氯化钡中钡含量的测定	177
6.3 吸光光度法	178

实验 44	磺基水杨酸法测定铁的含量	178
实验 45	邻二氮菲分光光度法测定微量铁	180
实验 46	光度分析法测定铬、锰的含量	182
方法一	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 MnO_4^- 混合溶液的分光光度分析	182
方法二	钢中铬、锰的测定	183
第 7 章 物性常数的测定		187
实验 47	二氧化碳相对分子质量的测定	187
实验 48	阿伏加德罗常数的测定	189
实验 49	摩尔气体常数 R 的测定	192
实验 50	化学反应摩尔焓变的测定	194
实验 51	化学反应速率、化学平衡常数和活化能的测定	197
方法一	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{KI}$ 法	197
方法二	$\text{KIO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ 法	202
实验 52	弱酸解离常数的测定	204
方法一	用酸度计测定醋酸的解离常数	204
方法二	电导率法测定醋酸的解离常数	206
实验 53	醋酸含量和解离常数的测定(电势滴定法)	208
实验 54	硫酸钙溶度积常数的测定(离子交换法)	211
实验 55	碘化铅溶度积常数的测定(分光光度法)	213
实验 56	磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成和稳定常数的测定	216
实验 57	邻二氮菲亚铁配合物的组成和稳定常数的测定	218
第 8 章 仪器分析实验		222
实验 58	氯离子选择性电极法测定水样中微量氯	222
实验 59	循环伏安法判断电极过程	224
实验 60	紫外吸收光谱法测定苯的含量	226
实验 61	紫外吸收光谱与分子结构分析	228
实验 62	红外吸收光谱法结构分析初步	230
实验 63	液体和固体试样的红外光谱分析	231
实验 64	火焰原子吸收光度法连续测定自来水中钙、镁的含量	233
实验 65	异丁醇的气相色谱测定——内标法定量	235
实验 66	醇系物的气相色谱分析——归一化法定量	238
实验 67	酚类的液相色谱分析	240
第 9 章 设计性实验和综合性实验		243
实验 68	离子交换法制备纯水	243
实验 69	茶叶中微量元素的分离与鉴定	245

实验 70	植物中某些元素的分离与鉴定	247
实验 71	单质碘的提取与碘化钾的制备	248
实验 72	磷酸钠、磷酸氢二钠和磷酸二氢钠的制备	250
实验 73	碳酸钠的制备与分析	251
实验 74	洗衣粉中活性组分和碱度的测定	254
实验 75	漂白粉中有效氯和固体总钙量的测定	255
实验 76	十二钨磷酸的制备	257
实验 77	水泥中铁、铝、钙、镁的测定	258
实验 78	含铬废水的处理与测定	261
方法一	溶剂萃取法	261
方法二	铁氧体法	264
实验 79	含银废液(渣)中金属银的回收	266
方法一	度定影液中金属银的回收	266
方法二	从含银废液(渣)中提取金属银和制备硝酸银	267
实验 80	金属的表面防腐处理	269
实验 81	电镀光亮锌	272
实验 82	焦磷酸钾的制备和无氰镀铜	273
实验 83	食品油脂酸价和过氧化值的测定	276
实验 84	维生素类物质的测定	278
实验 85	异戊巴比妥类药物的测定	279
方法一	酸碱滴定法	280
方法二	银量法	280
实验 86	含锌药物的制备与分析	281
实验 87	水热法合成沸石分子筛	283
实验 88	微波辐射法合成磷酸锌	286
实验 89	固体超强酸的制备与表征	287
实验 90	四氧化三铁纳米粒子的制备	289
实验 91	水合硼酸锌的合成与性质研究	290
实验 92	活性碳酸钙的制备与性质研究	292
实验 93	硫代硫酸钠的制备、定性和定量分析	293
实验 94	钴(Ⅲ)氨配合物的合成与分析研究	295
实验 95	化学分析法测定 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_m]^+$ 配离子的配位数及稳定常数	297
实验 96	草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及其组分确定的研究	300
实验 97	三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的二步法合成与表征研究	303
实验 98	光催化剂二氧化钛的制备、表征和光催化性能的研究	306

实验 99	新型水溶性蛋白探针试剂的合成及应用研究	308
实验 100	新型添加剂氨基酸锌的制备与性质研究	310
实验 101	压电陶瓷用活性氧化锌的研制	311
实验 102	稀土掺杂的碱土铝酸盐蓄能发光材料的研制	317
附录		323
1.	实验室常用洗液	323
2.	常用试剂溶液的配制	323
3.	常用指示剂溶液的配制	326
4.	常用缓冲溶液的配制	327
5.	pH 标准缓冲溶液	328
6.	常用基准试剂的准备	329
7.	常见无机离子的检出方法	330
8.	一些化合物的相对分子质量	332
9.	国际相对原子质量表	334

第1章 无机及分析化学实验基础知识

► 1.1 化学实验的目的、方法和规则

►► 1.1.1 化学实验的目的和学习方法

在无机化学及分析化学的学习中,实验占有极其重要的地位。无机及分析化学实验作为一门独立设置的课程,其主要目的是:通过仔细观察实验现象、经历实验过程,使学生直接获得化学感性知识,进一步巩固、理解和扩大课堂中所获得的化学基础知识和基本理论,为理论联系实际提供具体的条件;使学生能够正确地使用无机及分析化学实验中的各种常见仪器,熟练掌握基本的实验技能,学会测定实验数据并对实验数据进行正确的处理和评价;逐步培养科学、创新的思维方法,养成严谨、求实的工作作风和善于独立思考、综合分析和解决一般化学实际问题的能力,逐步掌握科学研究的方法,为后续课程的学习以及将来参加生产和科学研究打下良好的基础。

要达到上述目的,必须有正确的学习态度和学习方法。无机及分析化学实验的学习方法,大致可以从实验预习、实验过程和实验报告的处理等三个方面来掌握。

1. 实验预习

为了使实验能够获得良好的效果,实验前必须充分进行预习。预习包括:

- (1) 阅读实验教材和教科书中的有关内容,必要时应查阅有关资料。
- (2) 明确实验的目的和要求,透彻理解实验的基本原理。
- (3) 了解实验的内容及步骤、操作过程和实验时应当注意的事项。
- (4) 认真研究实验后面的思考题,并能从理论上加以解决。
- (5) 查阅有关教材、参考书、手册,获得该实验所需的有关化学反应方程式、物理化学常数等;初步掌握实验中涉及的有关仪器的使用方法。
- (6) 通过自己对本实验的理解,简要地写好实验预习报告。

实验前未进行预习者不准进行实验。

2. 实验过程

根据实验教材上所规定的方法、步骤、试剂用量和实验操作规程来进行操

作。实验中应该做到:

(1) 认真操作、细心观察、如实记录、深入思考。对每一步操作的目的和作用,以及可能出现的问题进行认真的探究,并把观察到的现象如实、详细记录下来。实验数据应及时地记录在实验记录本上,不得涂改,也不得记录在纸片上。

如果发现观察到的实验现象与理论不符合,先要尊重实验事实,然后加以分析,认真检查其原因,并细心地重做实验。必要时可做对照实验、空白实验或自行设计的实验来核对,直到得出正确的结论。

(2) 实验中遇到疑难问题和异常现象而自己难以解释时,可请教实验指导老师。

(3) 实验过程中要勤于思考,注意培养严谨的科学态度和实事求是的工作作风,决不能弄虚作假,随意修改数据。若定量实验失败或产生的误差较大,应努力寻找原因,并经实验指导老师同意后,方可重做实验。

(4) 实验原始数据应交给指导老师审阅并签字。

(5) 在实验过程中应严格遵守实验室工作规则。实验结束后,应清洗仪器,整理好仪器和药品,清理实验台面,清扫实验室,检查水、电、气,关好门窗。

3. 实验报告

做完实验后,应解释实验现象并得出结论,完成思考题。对分析实验报告还应按要求对实验数据进行正确的处理和评价,实验报告完成后应及时交指导老师批阅。

实验报告是实验的总结,应该写得简明扼要、图表规范、结论明确、字迹工整。

实验报告一般应包括:

(1) 实验名称、实验日期。若有的实验是几人合作完成,应注明合作者。

(2) 实验目的和实验原理。

(3) 实验步骤。尽量用简图、表格、化学式、符号等表示。

(4) 实验现象或数据记录。

(5) 实验解释、实验结论或实验数据的处理和评价。根据实验现象进行分析、解释,得出正确的结论,写出反应方程式;或根据记录的数据进行处理,并将计算结果与理论值比较,分析产生误差的原因。

(6) 实验讨论。对自己在本次实验中出现的进行讨论,从中得出正确的结论,指导自己今后更好的完成实验。另外,还可以针对实验方案及有关问题提出自己的看法。

实验报告的基本格式请参阅 3.2.1 节。

►► 1. 1. 2 化学实验室的工作规则

遵守纪律,保持安静,集中思想,正确操作,认真记录,深入思考。

服从实验指导老师指导。仔细观察各种现象,并如实详细地记录在实验报告中,实验现象与数据记录要实事求是,严禁弄虚作假、随意涂改数据或拼凑结果。

实验中的废纸、火柴梗等应放入废物缸内,严禁投入水槽内,以防堵塞。有毒或有腐蚀性的废液应倒入废液桶内。

使用药品时应注意:

(1) 药品应按实验内容中规定的量取用,如果书中未规定用量,应注意节约,尽量少用。

(2) 取用固体药品时,注意勿使其撒落在实验台上。

(3) 药品自瓶中取出后,不应再倒回原瓶中,以免带入杂质而引起药品污染变质。

(4) 从试剂瓶中取完药品后,应立即盖上塞子,并放回原处,以免不同试剂瓶的塞子盖错而混入杂质。

(5) 滴管在未洗净时,不应在另外的试剂瓶中吸取溶液。

(6) 实验教材中规定的有污染、有腐蚀的废液应倒在专门的废液桶里,统一处理。实验结束后,要回收的药品都应倒入回收瓶中。

使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行操作,细心谨慎,避免粗枝大叶而损坏仪器。如发现仪器有故障,应立即停止使用,报告实验指导老师,以便及时排除故障。

实验结束后,应将仪器洗刷干净。值日生把实验台面用抹布揩净,地面清扫干净,最后检查水、电开关是否关好,得到实验指导老师许可后,方可离开实验室。

实验课程开始和期末结束前都要按实验室开列的实验仪器清单认真清点自己使用的一套仪器。实验过程中损坏或丢失的仪器要及时去仪器室登记领取,并按有关规定进行赔偿。

►► 1. 1. 3 化学实验室的安全知识

1. 实验室安全操作

易挥发或易燃物质的实验,都应远离火源,并尽可能在通风橱中进行。

加热试管时,不要将试管口对着自己或别人,也不要俯视正在加热的液体,以防被溅出的液体烫伤。

在嗅闻瓶中气体的气味时,鼻子不能直接对着瓶口,而应用手把少量气体轻

轻扇向自己。

稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢地注入水中,并不断搅动。切勿将水注入浓硫酸中,以免产生局部过热,使浓硫酸溅出,引起烧伤。

使用酒精灯,应该随用随点,不用时盖上灯罩。不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯,以免酒精流出而失火。

有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物等,特别是氰化物)不能随便倒入下水道,必须进行特殊处理或回收。

实验室内严禁饮食、吸烟,切勿以实验用容器代替水杯、餐具使用,防止化学试剂入口。每次实验完后,应把手洗净。

2. 意外事故的处理

在实验过程中如发生意外事故,可根据具体情况采取以下救护措施:

(1) 割伤 立即用消毒棉棒揩净伤口。若伤口内有玻璃碎片应小心挑出,然后涂上红药水(或紫药水),洒上消炎粉或敷上消炎膏并用绷带包扎。若伤口过大,应立即送医院救治。

(2) 烫伤 可用高锰酸钾或苦味酸溶液擦洗伤处,再擦上凡士林或烫伤油膏。

(3) 强酸烧伤 应立即用大量水冲洗,然后擦上碳酸氢钠油膏或凡士林。如果酸溅入眼中,先用大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠溶液冲洗,最后用去离子水冲洗。

(4) 浓碱烧伤 应立即用大量水冲洗,然后用柠檬酸或硼酸饱和溶液洗涤,再擦上凡士林。如果溅入眼中,可用 $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 硼酸溶液洗,再用水洗。

(5) 溴烧伤 用乙醇或 $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗涤伤口,再用水冲洗干净,并涂敷甘油。

(6) 磷烧伤 用 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液或 KMnO_4 溶液洗涤伤口,并用浸过 CuSO_4 溶液的绷带包扎。

(7) 火灾 实验过程中万一着火,不要惊慌,应尽快切断电源或燃气源,移走易燃药品,防止火势蔓延。当身上衣服着火时,切勿惊慌乱跑,应赶快脱下衣服,或就地卧倒翻滚,或用防火布覆盖着火处。如因酒精、苯或醚等引起着火,应立即用湿布或沙土等扑灭;如火势较大,可使用 CCl_4 灭火器或 CO_2 泡沫灭火器。某些化学药品如金属钠等着火不可用水扑救,否则会引起更大的火灾。如遇电气设备着火,必须使用 CCl_4 灭火器,绝对不能用水或 CO_2 泡沫灭火器,以防触电。着火范围较大时,应立即用灭火器灭火,并根据火情决定是否要报告消防部门。

(8) 触电 立即切断电源。必要时进行人工呼吸。

(9) 吸入刺激性气体 可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气,然后到室外呼

吸新鲜空气。

(10) 毒物进入口内 将 5~10 mL $10\sim 50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 稀硫酸铜溶液倒入一杯温水中,搅匀后喝下,然后用手指伸入喉部,促使呕吐再送医院治疗。

(11) 汞洒落 使用汞时应避免泼洒在实验台面或地面上,使用后的汞应收集在专用的回收容器中,切不可倒入下水道或污物箱内。万一发生少量汞洒落,应尽量收集干净,然后在可能洒落汞的地方洒一些硫黄粉,最后清扫干净,并集中做固体废物处理。

(本节编写 高世萍)

▶ 1.2 无机及分析化学实验基本操作

▶▶ 1.2.1 常用玻璃仪器的洗涤和干燥

1. 玻璃仪器的洗涤

化学实验中常使用玻璃仪器和瓷器。用不干净的仪器进行实验往往得不到准确的结果,所以应该保持所使用的仪器干净。

洗涤玻璃仪器的方法很多,应当根据实验的要求、污物的性质和沾污的程度来选择适宜的方法。一般来说,附着在仪器上的污物有可溶性物质,也有尘土、油污和其他不溶性物质。针对不同情况可以选用适当的常用洗涤液进行洗涤。实验室中常用的洗涤液有:

(1) 水 用水刷洗玻璃仪器,可以洗去可溶性物质,又可以使附着在仪器上的尘土和其他不溶性物质脱落洗去,但不能洗去油污等有机物质。

(2) 合成洗涤剂或去污粉 去污粉中含有碳酸钠,它和合成洗涤剂一样都能够去除仪器上的油污。去污粉中还含有白土和细沙,刷子的摩擦作用能使洗涤的效果更好。用去污粉或合成洗涤剂洗刷过的仪器,要用自来水冲洗干净,以除去附着在仪器上的白土、细沙或洗涤剂。但应注意,用于定量分析的容量玻璃器皿一般不采用这种方法洗涤。

(3) 浓盐酸(粗) 用浓盐酸洗可以洗去附着在容器壁上的氧化剂,如二氧化锰。

(4) 铬酸洗液 在进行精确的定量实验时,对仪器的洁净程度要求更高。由于一些容量仪器的容积精确、形状特殊,不能用刷子机械的刷洗,常用铬酸洗液清洗。铬酸洗液是由浓硫酸(粗)和重铬酸钾的饱和溶液配制成的,具有很强的氧化性和酸性,对有机物和油污有特别强的去污能力。

用铬酸洗液洗涤仪器时,先往仪器中加入少量铬酸洗液(其用量约为仪器总容量的 $1/5$),然后将仪器倾斜并慢慢转动几次,使仪器的内壁全部为铬酸洗液

所湿润。然后把铬酸洗液倒回原来的瓶内,再用水把残留在仪器上的洗涤液洗去。如果仪器先用铬酸洗液浸泡一段时间或者用热的铬酸洗液进行洗涤,则洗涤的效率将更高。

使用铬酸洗液洗涤时,必须注意:

- ① 使用铬酸洗液前,应先用水刷洗仪器,尽量除去其中的污物。
- ② 应该尽量把仪器内残留的水倒掉,以免水把铬酸洗液稀释,降低洗液的洗涤能力。
- ③ 铬酸洗液用后应倒回原来密封的瓶内,可以重复使用。
- ④ 铬酸洗液具有很强的腐蚀性,会灼伤皮肤、破坏衣服,应小心使用。如果不慎把洗液洒在皮肤、衣服和实验台上,应立即用水冲洗、擦净。
- ⑤ 已变成绿色的洗液(重铬酸钾已被还原为绿色的硫酸铬)将不再具有氧化性,不能去污。
- ⑥ Cr(VI) 有毒,清洗残留在仪器上的洗液时,第一、二遍的洗涤水不要倒入下水道,应统一处理,以免污染环境。故凡可不必要使用铬酸洗液的仪器应选用其他洗涤剂洗涤。

无机及分析化学实验中铬酸洗液主要用于容量瓶、移液管、吸量管及滴定管内壁的洗涤。

有些污物用通常的洗涤方法不能除去,则应根据污物及器皿本身的化学或物理性质,有针对性地选用适当的洗涤剂通过化学反应转变为水溶性物质除去。如酸性(或碱性)污垢可用碱性(或酸性)洗涤液洗;氧化性(或还原性)污垢则用还原性(或氧化性)洗涤液洗;而有机污垢,可用碱液或有机溶剂洗。光度分析用的比色皿,容易被有色溶液或有机试剂染色,通常用盐酸-乙醇洗涤液浸泡内外壁后,再用水洗净。

用以上各种方法洗涤后的仪器,经自来水冲洗后,往往还残留有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 等离子,在定性和定量实验中不允许这些离子存在,还应该用去离子水(或蒸馏水)把它们洗去。而在一般无机制备和离子性质反应中,仪器的洗涤要求可低一些。去离子水(或蒸馏水)应在最后使用,即仅用它洗掉仪器中残留的自来水。

还应强调的是,在仪器的洗涤过程中,自来水及去离子水(或蒸馏水)的使用都应遵循“少量多次”的原则。每次用水量一般为容器总容量的 5%~20%,淋洗 2~3 次即可。

已洗净的仪器器壁上,不应附着有不溶物或油污,器壁可以被水润湿,器壁上只留下一层薄而均匀的水膜,并无水珠挂附在上面,这样的仪器才算洗得干净。

毛细管、玻璃棒等洗净后,应插在贮有清洁去离子水的烧杯中,绝不允许放