



教育部高职高专规划教材

基础化学实验

师兆忠 王方林 主编

陈改荣 主审



化学工业出版社
职业教育教材出版中心

教育部高职高专规划教材

基础化学实验

师兆忠 王方林 主编
陈改荣 主审



化学工业出版社
职业教育教材出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验/师兆忠, 王方林主编. -- 北京: 化学工业出版社, 2006.4

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-8607-5

I. 基… II. ①师…②王… III. 化学实验-高等学校: 技术学院-教材 IV. 06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 040771 号

教育部高职高专规划教材

基础化学实验

师兆忠 王方林 主编

陈改荣 主审

责任编辑: 蔡洪伟 陈有华

文字编辑: 刘志茹

责任校对: 战河红

封面设计: 张 辉

*

化学工业出版社 出版发行

职业教育教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13 1/4 字数 323 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8607-5

定 价: 22.00 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

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

化学是一门实验性很强的学科，基础化学实验包括无机化学实验、有机化学实验、分析化学实验、物理化学实验及相关技术。它是理论联系实际的关键环节，是对基础理论的进一步巩固，是理论发展的实践基础。

在传统的教学过程中，化学实验往往被认为是化学学科的附属课程，经常会被老师和学生放在次要的位置，结果会造成很多学生满腹理论，而动手能力较差。随着高等教育的不断发展以及社会的需要，实验教学逐渐成了化学教学的重要环节，通过实验中的现象可以开阔学生的思路，提出问题，如果不重视实验，对理论的理解将会仅仅停留在书本上，不利于理论的发展和创新。

目前，有关基础化学实验的教材较多。总的来说，各有千秋，有的内容丰富，有的则篇幅简练。本书是根据开封大学化工学院多年化学教学的实际经验，并吸纳了其他兄弟院校的一些好的做法，立足高职高专化工专业的教学特点，兼顾工科一般院校的教学要求，坚持“从理论到实验，从实验到实践”的宗旨，本着“实用够用、有所拓宽、适当提高”的原则而编写的。衷心希望翻阅本书的老师和学生能够从中有所收获，能够从一个元素符号、一个分子式、一个烧杯和烧瓶看到一种产品、一项操作和一种工艺，这是对本书编者们的最大回报。

本书在形式上将四大化学的实验内容编写在一起，目的是想通过这种方式加强各分支学科的相互渗透，融会贯通，有利于学生对知识系统地学习；同时，为了便于教学，四大化学实验仍然采用了单独编写、自成一章的模式，便于实验的整体协调安排，有效利用实验课堂时间，使学生拥有更多的实际操作的机会。另外，本书除了实验内容及相关技术外，在附录中收录了较多化学、化工数据，方便学生及老师在实验和工作中查阅数据，分析解决问题，可以作为一本小型的化学工具书。

本书由开封大学化工学院师兆忠、王方林主编，具体编写分工如下：第一章和附录由师兆忠、王方林编写；第二章由范薇编写；第三章由高安全编写；第四章由曹红霞、师兆忠编写；第五章由陈永编写。在本书的编写过程中得到了开封大学化工学院全体老师的大力支持，得到了新乡师专王小钰老师的帮助，在此深表谢意。

本书由平原大学陈改荣教授担任主审，并提出了宝贵意见和建议，在此表示感谢！本书部分参考了本校和兄弟院校已出版的教材和有关内容，在此谨表谢意。

编 者

2006年2月

目 录

第一章 化学实验基础知识	1
第一节 化学实验的任务和要求	1
一、化学实验的任务和目的	1
二、化学实验的要求	1
第二节 实验室管理规则	2
一、设备的技术管理和使用	2
二、玻璃仪器的管理和使用	4
三、化学药品及危险品的管理及分类	5
第三节 实验室三废处理与某些试剂的回收	6
一、几种有害物质的处理方法	7
二、有机溶剂的回收	7
三、银的回收	8
第四节 常见化学毒物及中毒预防急救措施	8
一、有毒气体	8
二、酸类	10
三、碱类	10
四、氰化物、砷化物、汞和汞盐	11
五、有机化合物	12
六、致癌物质	13
第五节 化学试剂的一般知识	13
一、化学试剂规格	13
二、化学试剂的包装和选用	14
三、取用试剂的注意事项	15
第六节 常用玻璃仪器及其他仪器的使用	15
一、常用玻璃仪器及其他仪器的规格与使用	15
二、常用玻璃仪器的洗涤和干燥	22
第七节 实验中的数据表达与处理	23
一、误差的概念	23
二、实验结果的数据处理	26
第八节 实验报告的书写格式	28
第二章 无机化学实验	29
第一节 无机化学实验基本操作	29
一、加热装置	29
二、加热技术	30

三、结晶技术	31
四、固液分离技术	32
第二节 实验部分	35
实验一 玻璃工操作练习	35
实验二 固体称量、液体体积度量	37
实验三 滴定管使用和酸碱中和	40
实验四 由苦土制取七水硫酸镁 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	43
实验五 由铜精矿制取硫酸铜 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	45
实验六 硫酸铜的提纯	46
实验七 由铁合成硫酸亚铁和硫酸亚铁铵	47
实验八 由铁合成聚合硫酸铁	48
实验九 由铁合成三草酸合铁(Ⅲ)酸钾	50
实验十 从废定影液中回收金属银	52
实验十一 硝酸钾的制备及溶解度的测定	52
实验十二 硫代硫酸钠的制备	54
实验十三 去离子水的制备和检验	55
实验十四 从海带中提取单质碘	58
实验十五 氯化铵的制备	59
实验十六 锌钡白的制备	60
实验十七 从废钒催化剂中回收五氧化二钒(自行设计)	63
第三章 有机化学实验	64
第一节 有机化学实验基本知识和操作技术	64
一、常用实验装置和玻璃仪器	64
二、搅拌技术	67
三、蒸馏技术	67
四、回流冷凝技术	69
五、冷却技术	70
六、重结晶和过滤	70
七、萃取与洗涤	71
八、干燥	72
九、升华	73
十、物理常数的测定	74
第二节 实验部分	78
实验一 环己烯的制备	78
实验二 溴乙烷的制备	79
实验三 固体有机物质的精制——重结晶	81
实验四 环己酮的制备	82
实验五 乙酸乙酯的制备	83
实验六 己二酸的制备	84
实验七 阿司匹林的制备	85

实验八 对位红的制备	86
实验九 硝基苯的制备	87
实验十 苯乙酮的制备	88
实验十一 对甲苯磺酸的制备	90
实验十二 2-甲基-2-己醇的制备	91
实验十三 正丁醛的制备	92
第四章 分析化学实验	94
第一节 分析化学实验基本知识和技术	94
一、天平	94
二、实验室用水	99
三、试样的采取与制备	99
四、分析化学实验常用容量仪器及使用方法	103
五、重量分析基本操作技术	105
六、溶液的配制	108
第二节 实验部分	122
实验一 分析天平的称量练习	122
实验二 酸碱标准溶液的配制和浓度的比较	122
实验三 酸碱标准溶液浓度的标定	123
实验四 水的硬度测定	124
实验五 氯化物中氯含量的滴定(莫尔法)	126
实验六 铜盐中含铜量的测定(碘量法)	127
实验七 醋酸的电位滴定	128
实验八 邻二氮菲分光光度法测定铁	131
实验九 氯化钡中铜的测定	135
实验十 混合碱的分析(双指示剂法)	137
实验十一 水泥中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 和 MgO 的测定	138
实验十二 过氧化氢含量的测定	141
实验十三 凯氏定氮法测定奶粉中的蛋白质	142
实验十四 水中化学需氧量(COD)的测定(高锰酸钾法)	144
实验十五 水中微量氟的测定	145
第五章 物理化学实验	147
第一节 物理化学实验中的误差和数据处理	147
一、物理化学实验中的误差问题	147
二、物理化学实验中的数据处理	149
第二节 实验部分	150
实验一 化学反应焓变的测定	150
实验二 化学平衡常数的测定(分光光度法)	152
实验三 凝固点降低法测物质的摩尔质量	154
实验四 分配系数的测定和应用	156
实验五 二元完全互溶液体的蒸馏曲线	157

实验六	蔗糖的转化反应	160
实验七	乙酸乙酯皂化反应	164
实验八	化学反应速率与活化能的测定	166
实验九	液体饱和蒸气压的测定	168
实验十	三组分体系等温相图的绘制	171
附录		175
附录 1	相对原子质量表	175
附录 2	弱酸、弱碱在水中的电离常数 (25℃)	177
附录 3	常见化合物的摩尔质量	180
附录 4	常用指示剂	182
附录 5	常用缓冲溶液	184
附录 6	常用标准缓冲溶液	185
附录 7	常见难溶化合物的溶度积常数	186
附录 8	常用酸、碱的浓度	187
附录 9	常用基准物的干燥条件和应用	187
附录 10	水溶液中某些离子的颜色	188
附录 11	常用有机溶剂的物理常数	188
附录 12	部分物理化学常数及换算因子	190
附录 13	水的饱和蒸气压 (273.2~313.2K)	191
附录 14	其他液体的蒸气压	192
附录 15	氯化钾溶液的电导率	193
附录 16	电解质水溶液的摩尔电导率 (25℃)	194
附录 17	无限稀释离子摩尔电导率	194
附录 18	不同温度下液体的密度	194
附录 19	水和空气界面上的表面张力	195
附录 20	几种液体的黏度	195
附录 21	不同温度下水的折射率	196
附录 22	折光仪校正用的常用标准液体的折射率及温度系数	196
附录 23	常用化学信息网址	196
参考文献		202

第一章 化学实验基础知识

第一节 化学实验的任务和要求

一、化学实验的任务和目的

化学实验是一门实践性很强的学科，它的主要任务是通过学生动手操作，联系课堂理论知识，解释实验中的一些现象，加深对化学基本理论的理解，同时经过基础化学实验的学习应该达到以下几个目的。

① 通过观察实验事实，完成从感性认识向理性认识的过渡，加深对课堂讲授的基本理论和基本知识的理解。

② 通过对实验现象的分析和解释，增强运用所学理论解决实验问题的能力，进而掌握科学的逻辑思维方法。

③ 对学生进行科学实验方法的基本训练，使学生能正确掌握化学实验的基本操作、基本技能技巧以及正确使用基本实验仪器，培养学生独立工作的能力。使学生既具备坚实的实验基础，又具备初步的研究能力，实现由学习知识技能向进行科学研究的初步转变，使学生初步掌握一套进行研究工作的方法，为今后的工作奠定良好的基础。

④ 在实验中逐步培养学生严谨的科学态度、严肃的工作作风和良好的实验工作习惯，从而使具备基本的科研素质。

二、化学实验的要求

1. 做好预习报告

预习可为做好实验奠定必要的基础。所以，学生在实验之前，一定要在听课和复习的基础上，认真阅读实验指导书中有关内容，明确本实验的目的、要求、有关原理、操作的主要步骤及注意事项，做到心中有数。

预习报告应在实验前完成，内容大体包括：实验名称、实验日期、实验目的及要求、简要原理、实验主要步骤的简要描述（可用箭头流程图表示）、记录表格等（测量所得数据、各种观察现象与注解、计算及分析结果、问题及讨论内容等在实验过程中以及实验结束后续写，和预习报告一起作为完整的实验报告）。

2. 实验过程中严格要求

① 在进行每一步操作时，都要积极思考这一步操作的目的和作用，可能出现什么现象等，并认真细心观察，理论联系实际，不能只是“照方配药”。

② 每人都必须备有实验记录本，随时把必要的数据和现象清楚正确地记录下来。严禁在小纸片上记录实验数据和现象，也不能随便更改原始记录数据。确定有错误，应划掉重写，不得涂改，以保证实验数据的真实性和严肃性。

③ 应严格地遵守操作程序及注意事项。在使用不熟悉其性能的仪器和试剂之前，应查阅有关书籍（或指导书）或请教指导教师和他人。不要随意进行实验，以免损坏仪器、浪费

试剂、使实验失败，更重要的是预防发生意外事故。

④ 自觉遵守实验室规则，保持实验室整洁、安静，使实验台整洁、仪器安置有序，同时注意节约和安全。

3. 实验完毕后认真检查、总结

仔细检查实验所得结果和数据，看是否有遗漏或不清楚，是否需要重做。确信无误后，及时洗涤、清理仪器，切断（或关闭）电源、水阀和气路，清扫实验室。

对实验所得结果和数据，按实际情况及时整理、计算和分析，重视总结实验中的经验教训，认真完成实验报告并按时交给指导教师。

第二节 实验室管理规则

一、设备的技术管理和使用

（一）设备的技术管理

设备的技术管理的目的，是保证设备经常处于完好、可用状态，以不断提高完好率。

1. 设备技术档案（资料）的管理

设备技术档案应该从开始提出申请计划起，就开始全面建立，并要求做到规范。设备技术档案中应包括以下几项内容。

（1）原始档案 包括申请报告、订货单、合同、验收记录及随同设备附带的全部技术资料。

（2）使用档案 包括以下内容。

① 使用工作日志及运行记录。

② 设备履历卡，内容包括故障发生时间、现象、原因、处理记录；维修记录；事故记录；质量鉴定及精度校验记录和改装记录等资料。

2. 设备的维护和修理

设备在运行过程中，由于种种原因，技术状况必然会发生某些变化，可能影响设备的性能，甚至诱发设备故障及事故。因此，必须及时发现和排除这些隐患，才能保证仪器设备的正常运行。这就是设备的维修工作，包括为排除事故隐患而进行的日常保养和为恢复受损设备功能的修理。

（1）日常保养 包括对设备进行定期的清洗，保持清洁，定期的功能和精度的检测、校验以及磨损程度的测定，定期的润滑、防腐蚀、防锈检查。做到及早发现设备的变异部位及程度，并作出相应的技术处理，防患于未然。

设备的日常维护保养要经常化、制度化，可与实验室清洁卫生日配合进行，并做到责任落实到人。

对实验仪器要实行“三防四定”制度，做到“防尘、防潮、防振”和“定人保管、定点存放、定期维护和定期检验”。大型及重点设备还要规定进行一级保养和二级保养等保养维护工作的周期、时间，列入工作计划并按期实施。

（2）修理 当设备明显受损，且不能通过日常保养恢复性能的时候，即需要进行修理。

① 事后修理。在设备发生故障后进行修理，往往缺乏准备，维修时间一般较长，且常打乱正常的实验工作进度，影响较大。

② 预防修理。又称计划修理，通过日常保养掌握设备运行规律，在预测可能出现的故

障发生之前,有计划地进行修理,因而设备受损较少,易于修复,且准备工作较充分,耗时相应缩短,可以不占用或少占用设备的运行时间,有利于实验按计划地执行。

③ 生产维修。预防修理也有缺点,如增加了修理工作量和费用,出现过度保养,因而增加了运行成本。生产维修则是根据设备的重要性有选择地运用预防修理(重点设备)和事后修理(一般设备),并对经常发生故障的设备或部位进行适当改造。

此外,还有用户与设备生产者合作,把故障的预防提前到设计阶段,提高设备的可靠性和易修性的“综合管理”。由于牵涉的问题较多,本书不作详细讨论。

3. 设备的技术鉴定和处理

设备的技术鉴定一般是为了确定设备与原设计性能上的差距,从而确定设备的可靠程度和使用范围,以及决定设备是否报废或降级使用,也用于对闲置设备调出时作质量鉴定。设备验收时发现性能与说明书不相符时,也要组织技术鉴定。

技术鉴定都应给出结论,并提出初步意见,连同鉴定结果送企业有关管理部门(或上级主管部门)审核处理。

技术鉴定一般由单位自行组织,参加人员应该是对该设备性能熟悉的专业人员,并认真负责、实事求是地进行工作。对大型、精密或贵重仪器设备的技术鉴定,要组织有关专家参加,必要时可聘请企业外的专家参加工作。涉及重大索赔的技术鉴定,应争取有仲裁资格的专业机构派出专家参加,以提高鉴定的“权威”性。

给设备作处理结论时,应本着“既要更新技术,又要注意节约”的原则,根据实际情况进行改造或降级运行,或外调给适用的单位使用,尽量不作报废处理。

4. 设备的改造与更新

设备的改造,通常是为改善在用设备的技术状况,延长其使用寿命;有时也对老设备加装适当配件,提高其工作性能。设备的改造最好能争取制造厂家支持。大型、精密或贵重仪器设备的改造,应会同制造厂家的技术人员或专家一起进行。凡经过改造的设备应重新进行技术鉴定。

对无法通过改造修复,又不能降级使用的设备,应按规定进行更新。“淘汰”型号设备一般不再改造“保级”。

(二) 设备的使用

实验设备的正常使用阶段,是设备发挥其效能的主要阶段,也是整个设备管理工作的重点。要搞好这一阶段的管理,一是要配备强有力的实验技术队伍;二是要有严格的操作和管理制度,并落实责任;三是要经常(定期)地对设备使用状况作综合考核。才能调动各种积极因素,充分发挥实验仪器设备的效益。

1. 设备管理对实验技术人员的基本要求

① 必须掌握足够的基础理论知识,熟悉设备工作原理和结构、性能、适用范围、安全规范、保养要求和方法等。

② 熟悉各种实验的目的、要求和注意事项。

③ 熟练掌握仪器设备的实际操作技术,能正确地使用和操作,能排除故障,能正确处理紧急情况,能正确地装卸所用设备的配件和附件,能够进行一般的保养和维护。

④ 有高度的责任心,有严肃认真、实事求是的工作态度,具有良好的职业道德,认真做好使用记录等。

对于未达到要求的实验人员,应进行培训或者送出进修。

2. 设备的合理使用与充分利用

设备的合理使用是延长设备使用寿命,保持其应有精度,提高使用效率的重要保证。合理地使用设备必须做到以下几点。

① 合理地安排设备的任务和负荷。严禁超负荷运行,也不要精密设备干粗活。

② 配备熟练的操作者。操作人员应该经过技术培训,考核合格后方可上机操作。大型精密设备更应从严掌握。

③ 建立健全操作规程及维护制度,并严格执行。对大型精密设备,应逐台制订操作规程和维护制度。

④ 为设备提供良好的工作环境。根据设备的要求,采取防护、防潮、防尘、防振、保暖、降温、防晒等措施,以保证设备正常运行,延长寿命,确保实验安全、数据可靠。

⑤ 设备投入运行后,便要充分利用。但是要注意,不要因为还有闲置的同型(或同类)设备便实行轮流使用,甚至把规定的“备用”设备也投入运行,致使所有仪器设备同时衰老,这是错误的。“备用”设备应经常保持良好的备用状态。例行检查中的“试运转”不属于“轮换工作”。

二、玻璃仪器的管理和使用

玻璃具有良好的化学稳定性、透明、易于清洗等特点,用玻璃制作仪器在实验室里得到普遍的应用。

1. 玻璃仪器的分类

(1) 容器 包括各种试剂瓶、滴瓶、烧杯、锥形瓶、试管等。主要用于盛装物品以进行化学反应。

(2) 量器 包括各种滴定管、吸管、容量瓶、量筒和量杯等。主要用于液体的计量。

(3) 有特定用途的玻璃仪器 包括各种冷凝器、漏斗、干燥器、吸滤瓶、气体干燥器、结晶皿、称量瓶、玻璃研钵等,还有各种精密仪器的玻璃配件。这类玻璃制品均有各自的特定用途。

2. 玻璃仪器的管理

① 建立请购、验收、入库、领用及破损登记等制度。

② 玻璃仪器入库应分类存放,避免受压或碰撞损坏。

③ 定量分析用基本玻璃量器,必须使用获得国家计量认证的厂家生产的,符合 JJG 196《常用玻璃量器国家检定规程》规定的技术要求,并带有“”标志的产品。

④ 成套专用玻璃仪器,应使用专用包装,并配套存放。

3. 玻璃仪器的使用

① 玻璃仪器易碎,使用时应轻拿轻放,忌用暴力,避免撞击、敲打及硬物划伤。

② 除烧器类可直接加热(宜加石棉网垫)外,其他玻璃器皿只能隔火(水浴)加热,受热部位不能有气泡、印痕或壁厚不均匀。加热时宜缓慢升温,避免骤冷骤热。量器类仪器不能加热和受热。也不可将热液体倒入厚壁仪器。

③ 玻璃仪器不能盛装氢氟酸,也不宜长期盛装碱液(尤其是浓碱)。量器类仪器也不宜储存浓酸。

④ 精密计量实验使用的基本玻璃量器应按 GB/T 12810—ISO4787《实验室玻璃仪器、玻璃量器的容量校准和使用方法》进行校正,以保证实验准确度。

⑤ 玻璃仪器使用后均应洗涮干净,以纯水冲洗二三次,倒置于专用架上自然晾干,也

可以盛满纯水, 加盖放置, 注意防止灰尘侵入。

⑥ 玻璃仪器上有污迹时, 应及时洗净, 但不得强力刮除, 必要时可用专用洗涤液浸泡去除。

⑦ 磨砂口仪器应避免打破接头、塞子或互相混淆, 也不得存放碱液。暂不使用时, 磨口处应垫一纸条或拆散保存, 防止磨口“咬死”。

三、化学药品及危险品的管理及分类

(一) 化学药品的分类及存放

实验室经常要用到多种化学药品, 因此它们的存放非常重要。一般来说, 采用如下方法分类存放。

(1) 无机物 盐类及氧化物按周期表分类存放, 如钠盐、钾盐、铵盐、镁盐、钙盐等; 碱类按氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化铵等; 酸类按硫酸、盐酸、硝酸等存放。

(2) 有机物 按官能团分类存放, 如烃类、醇类、酚类、醛类、酮类、羧酸类、胺类等。

(3) 指示剂 按酸碱指示剂、氧化还原指示剂、络合滴定指示剂、荧光指示剂、染料等存放。有机试剂按测定对象或功能团分类。贵重药品应由专人加锁保管。

(二) 危险品的分类及管理

1. 危险物品的分类

(1) 爆炸品 这类物质具有猛烈的爆炸性。当受到高热、摩擦、撞击、振动等外来因素的作用或与其他性能相抵触的物质接触时, 就会发生剧烈的化学反应, 产生大量的气体和高热, 引起爆炸。爆炸性物质如储存量大, 爆炸时威力更大。这类物质有三硝基甲苯(TNT)、苦味酸、硝酸铵、叠氢化物、雷酸盐、乙炔银及其他超过三个硝基的有机化合物等。

(2) 氧化剂 氧化剂具有强烈的氧化性, 按其不同的性质, 如遇酸、碱、受潮、强热或与易燃物、有机物、还原剂等性质有抵触的物质混存能发生分解, 引起燃烧和爆炸等, 对这类物质可以分为如下几类。

① 一级无机氧化剂。性质不稳定, 容易引起燃烧爆炸。如碱金属和碱土金属的氯酸盐、硝酸盐、过氧化物、高氯酸及其盐、高锰酸盐等。

② 一级有机氧化剂。既具有强烈的氧化性, 又具有易燃性。如过氧化二苯甲酰。

③ 二级无机氧化剂。性质较一级氧化剂稳定。如重铬酸盐、亚硝酸盐等。

④ 二级有机氧化剂。如过乙酸。

(3) 压缩气体和液化气体 气体经压缩后储于耐压钢瓶内, 便具有危险性。钢瓶如果在太阳下暴晒或受热, 当瓶内压力升高至大于容器耐压限度时, 即能引起爆炸。钢瓶内气体按性质分为四类:

① 剧毒气体, 如液氯、液氨等;

② 易燃气体, 如乙炔、氢气等;

③ 助燃气体, 如氧气等;

④ 不燃气体, 如氮气、氩气、氦气等。

(4) 自燃物品 此类物质暴露在空气中, 依靠自身的分解、氧化产生热量, 使其温度升高到自燃点, 即能发生燃烧。如白磷等。

(5) 遇水燃烧物品 此类物质遇水或在潮湿空气中能迅速分解, 产生高热, 并释放出易

燃易爆气体,引起燃烧爆炸。如金属钾、钠、电石等。

(6) 易燃液体 这类液体极易挥发成气体,遇明火即燃烧。可燃液体以闪点作为评定液体火灾危险性的主要根据,闪点越低,危险性越大。闪点在 45°C 以下的称为易燃液体, 45°C 以上的称为可燃液体(可燃液体不纳入危险品管理)。易燃液体根据其危险程度分为两级。

① 一级易燃液体。闪点在 28°C 以下(包括 28°C)。如乙醚、石油醚、汽油、甲醇、乙醇、苯、甲苯、乙酸乙酯、丙酮、二硫化碳、硝基苯等。

② 二级易燃液体。闪点在 $29\sim 45^{\circ}\text{C}$ (包括 45°C)。如煤油等。

(7) 易燃固体 此类物品着火点低,如受热、遇火星、受撞击、摩擦或氧化剂作用等能引起急剧的燃烧或爆炸,同时放出大量毒害气体。如赤磷、硫黄、萘、硝化纤维素等。

(8) 毒害品 这类物品具有强烈的毒害性,少量进入人体或接触皮肤即能造成中毒,甚至死亡。毒害品分为剧毒品和有毒品。凡生物试验半数致死量(LD_{50}) 在 50mg/kg 以下者均称为剧毒品。如氰化物、三氧化二砷(砒霜)、二氯化汞、硫酸二甲酯等。有毒品如氟化钠、一氧化铅、四氯化碳、三氯甲烷等。

(9) 腐蚀物品 这类物品具有强腐蚀性,与其他物质如木材、铁等接触使其因受腐蚀作用引起破坏,与人体接触引起化学烧伤。有的腐蚀物品有双重性和多重性。如苯酚既有腐蚀性还有毒性和燃烧性。腐蚀物品有硫酸、盐酸、硝酸、氢氟酸、冰醋酸、甲酸、氢氧化钠、氢氧化钾、氨水、甲醛、液溴等。

(10) 放射性物品 此类物品具有放射性。人体受到过量照射或吸入放射性粉尘即能引起放射病。如硝酸钍及放射性矿物独居石等。

2. 危险品的安全储存要求(不包括压缩气体)

① 危险品储藏室应干燥、朝北、通风良好。门窗应坚固,门应朝外开。并应设在四周不靠建筑物的地方。易燃液体储藏室温度一般不许超过 28°C , 爆炸品储温不许超过 30°C 。

② 危险品应分类隔离储存,量较大的应隔开房间,量小的也应设立铁板柜或水泥柜以分开储存。对腐蚀性物品应选用耐腐蚀性材料作架子。对爆炸性物品可将瓶子存于铺干燥黄砂的柜中。相互接触能引起燃烧爆炸及灭火方法不同的危险品应分开存放,绝不能混存。

③ 照明设备应采用隔离、封闭,防爆型。室内严禁烟火。

④ 经常检查危险品储藏情况,及时消除事故隐患。

⑤ 实验室及库房中应准备好消防器材,管理人员必须具备防火灭火知识。

第三节 实验室三废处理与某些试剂的回收

化学实验过程中要产生废气、废液、废渣,且大都是有毒物质,其中还有些是剧毒物质和致癌物质。如果直接排放,就会污染环境,损害人体健康。所以尽管实验过程中所产生的废液、废气量少且复杂,仍需经过必要的处理才能排放。

少量有毒气体可通过排风设备排出室外,被空气稀释。毒气量大时必须经过吸收处理,然后才能排出。氧化氮、二氧化硫等酸性气体可用碱液吸收。

可燃性有机毒物可于燃烧炉中供给充分的氧气使其完全燃烧,生成二氧化碳和水。对于较纯的有机溶剂废液(含有少量其他试剂和被测物)应回收再用。

一、几种有害物质的处理方法

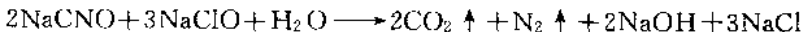
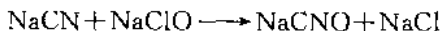
含酚、氰、汞、铬、砷的废液必须经过处理达到三废排放标准才能排放。下面介绍的方法适用于实验室小量废液的处理。

1. 酚

高浓度的酚可用乙酸丁酯萃取、重蒸馏回收。低浓度的含酚废液可加入次氯酸钠或漂白粉使酚氧化为二氧化碳和水。

2. 氰

氰化物的稀溶液可加入氢氧化钠调至 $\text{pH} > 10$ ，再加入几克高锰酸钾（以 3% 计），使 CN^- 氧化分解。如 CN^- 含量高，可用碱性氯化法处理，先以碱调至 $\text{pH} > 10$ ，加入次氯酸钠，使 CN^- 氧化分解。



3. 汞

若不小心将金属汞散失在实验室里（如打碎压力计、温度计及极谱分析操作不慎等），必须立即用滴管、毛笔或用在硝酸汞的酸性溶液中浸过的薄铜片收集起来用水覆盖，散落过汞的地面应撒上硫黄粉或喷 20% 氯化铁的水溶液，干后再清扫干净。如果室内的汞蒸气浓度超过 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ，可用碘净化，即将碘加热或自然升华，碘蒸气与空气中的汞及吸附在墙上、地面上及器物上的汞作用生成不易挥发的碘化汞，然后彻底清扫干净。

含汞盐的废液可先调节 pH 至 8~10，加入过量硫化钠，使其生成硫化汞沉淀，再加入硫酸亚铁作为共沉淀剂，硫化铁将水中悬浮的硫化汞微粒吸附而共沉淀。清液可排放，残渣可用焙烧法回收汞，或再制成汞盐。

4. 铬

铬酸洗液如失效变绿，可浓缩冷却后加高锰酸钾粉氧化，用砂芯漏斗滤去二氧化锰沉淀后再用。失效的废洗液再用废铁屑还原残留的 Cr(VI) 到 Cr(III) ，再用废碱液或石灰中和使其生成低毒的 Cr(OH)_3 沉淀。

5. 砷

在含砷废液中加入氧化钙，调节并控制 pH 为 8，生成砷酸钙和亚砷酸钙沉淀。有 Fe^{3+} 存在可起共沉淀作用。也可将含砷废液 pH 调至 10 以上，加入硫化钠，与砷反应生成难溶、低毒的硫化物沉淀。

6. 铅、镉

用氢氧化钙将废液 pH 调到 8~10，使废液中的 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 生成 Pb(OH)_2 和 Cd(OH)_2 沉淀，加入硫酸亚铁作为共沉淀剂。

7. 综合废水处理

实验室的混合废液可用铁粉法处理，此法操作简便，没有相互干扰，效果良好。

调节废水的 pH 为 3~4，加入铁粉，搅拌 30min，用碱把 pH 调至 9 左右，继续搅拌 10min，加入高分子混凝剂，进行混凝后沉淀，清液可排放，沉淀物以废渣处理。

二、有机溶剂的回收

实验用过的有机溶剂有些可以回收再用。使用前应经过空白或标准试验，效果良好才能使用。处理有机溶剂均在分液漏斗中进行，以下指出的洗一次或几次均指振摇并分层。

1. 乙醚

将用过的废乙醚置于分液漏斗中，用水洗一次。中和（石蕊试纸检查），用 0.5% 高锰酸钾洗至紫色不褪。再用水洗，用 0.5%~1% 硫酸亚铁铵溶液洗涤，以除去过氧化物。水洗后用氯化钙干燥，过滤，进行分馏。收集 33.5~34.5℃ 馏分使用。

2. 乙酸乙酯

乙酸乙酯废液先用水洗几次，然后用硫代硫酸钠稀溶液洗几次，使之褪色。再用水洗几次后蒸馏。用无水碳酸钾脱水放置几天，过滤后蒸馏。收集 76~77℃ 的馏分。

3. 氯仿

将废氯仿顺序用水、浓硫酸（用量为氯仿量的 1/10）、纯水、盐酸羟胺（0.5%，分析纯）洗涤。用重蒸馏水洗后，按上法干燥并蒸馏两次。对于蒸馏法仍不能除去的有机杂质可用活性炭吸附纯化。

4. 四氯化碳

① 含双硫脲的四氯化碳先用硫酸洗一次，再用水洗两次。用无水氯化钙干燥后蒸馏。收集 76~78℃ 馏分。

② 含铜试剂的四氯化碳可用纯水洗两次后，用无水氯化钙干燥，过滤后蒸馏。收集 76~78℃ 馏分。

三、银的回收

含银废液在搅拌下加入过量浓盐酸，使其生成氯化银沉淀。用倾泻法洗涤沉淀以除去 Fe^{3+} 和 Cl^- ，在 1:4 硫酸或 10%~15% 氯化钠溶液中加入锌粒或插入锌棒还原氯化银沉淀，得到暗灰色银粉。将洗涤和干燥过的粉状银在石墨坩埚中熔融成金属块或直接溶于硝酸中制成硝酸银溶液。方法是称取一定量的粉状银，以小份溶于适量的 1:1 硝酸中，蒸发至干，除去过量硝酸，制得的硝酸银溶于水，过滤，并用水稀释至一定体积。110g 金属银制得 1L 硝酸银溶液，其浓度约为 1mol/L。

第四节 常见化学毒物及中毒预防急救措施

由于实验室内经常要遇到各种各样的化学药品及制剂，有些是有毒的，因此实验人员必须对常见的一些化学毒物的性质有所了解，并具有一定的急救常识。

一、有毒气体

这里主要介绍化验分析中最常遇到的有毒气体。比较少见的剧毒气体如光气等不作介绍。

1. 一氧化碳 (CO)

一氧化碳是无色无臭的气体，对空气的相对密度是 0.967，毒性很大。它是固体燃料燃烧不完全时的产物。一氧化碳进入血液后，与血红蛋白的结合力较氧大 200~300 倍，因而很快形成碳氧血红蛋白，使血红蛋白丧失运输氧的能力，以致全身组织，尤其是中枢神经系统严重缺氧，发生中毒。

一氧化碳中毒的程度，要根据空气中一氧化碳的浓度，呼吸时间的长短，人的体质强弱而定。轻度中毒时，表现头痛、眩晕、耳鸣，有时有恶心呕吐，全身疲乏无力等。中度中毒时，除上述症状外，迅速发生意识障碍，嗜睡，全身显著虚弱无力。重度中毒时，迅速陷入昏迷状态，呼吸微弱，有时呈潮式呼吸，很快因呼吸停止而死亡。一氧化碳中毒时，全身皮肤常呈鲜红色。中毒时间长者，心功能发生障碍，甚至有出现各种皮疹现象。