

高等院校制药化工材料类专业实验系列教材

基础实验 I

(无机化学实验)

Basic
Experiment

浙江台州学院医药化工学院组编

主 编 梁华定

副主编 陈素清 赵松林 林勇强



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础实验 . 1, 无机化学实验 / 梁华定主编; 浙江
台州学院医药化工学院组编. —杭州: 浙江大学出版社,
2011.6
ISBN 978-7-308-09094-0

I .基… II .①梁… ②浙… III .①无机化学—化
学实验—高等学校—教材 IV .①06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 184800 号

基础实验 I (无机化学实验)

梁华定 主编

浙江台州学院医药化工学院 组编

丛书策划 季 峥

责任编辑 季 峥

封面设计 六@ 联合视务

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江时代出版服务有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 17

字 数 410 千

版 印 次 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-09094-0

定 价 33.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

目 录

第 1 篇 化学实验基本知识

第 1 章 实验室基本常识	(1)
1.1 化学实验的目的及学习方法	(1)
1.2 实验室规则	(2)
1.3 实验室的安全常识	(3)
1.4 实验室一般事故的处理措施	(9)
1.5 实验室三废的处理	(10)
习题 1	(11)
第 2 章 实验结果的数据表达与处理	(13)
2.1 测量中的实验误差与偏差	(13)
2.2 实验数据记录与有效数字	(15)
2.3 实验数据的处理与表达	(19)
2.4 实验报告的撰写要求	(21)
习题 2	(27)

第 2 篇 无机化学实验基本操作与技能

第 3 章 玻璃仪器的使用及加热操作	(29)
3.1 玻璃仪器的洗涤与干燥	(29)
3.2 常用加热及冷却技术	(31)
3.3 简单玻璃管加工技术	(34)
习题 3	(35)
第 4 章 化学试剂与溶液配制	(37)
4.1 实验室用水的规格与制备	(37)
4.2 化学试剂的规格与存放	(39)
4.3 化学试剂的取用	(41)
4.4 化学试剂的配制	(43)
4.5 化学试纸的制备与使用	(45)
习题 4	(47)
第 5 章 基本度量仪器及基本操作	(49)
5.1 体积度量仪器及使用	(49)
5.2 质量度量仪器及使用	(53)



5.3 其他度量仪器的使用·····	(57)
习题 5 ·····	(61)
第 6 章 气体的发生、净化、干燥与收集 ·····	(65)
6.1 气体的发生·····	(65)
6.2 气体的收集·····	(65)
6.3 气体的净化与干燥·····	(66)
6.4 尾气处理·····	(67)
6.5 常用气体的检验·····	(67)
习题 6 ·····	(68)
第 7 章 固液分离技术 ·····	(70)
7.1 溶解、蒸发、结晶和干燥·····	(70)
7.2 固液分离技术·····	(73)
习题 7 ·····	(76)
第 8 章 试管反应与无机定性分析 ·····	(78)
8.1 试管反应的常用反应器·····	(78)
8.2 试管反应的基本操作·····	(79)
8.3 试管反应的观察·····	(80)
8.4 无机定性分析·····	(83)
习题 8 ·····	(92)
第 9 章 无机化合物的制备与表征 ·····	(96)
9.1 无机物合成的方法·····	(96)
9.2 选择合成路线的基本原则·····	(99)
9.3 无机化合物的提纯、分析和表征·····	(100)
习题 9 ·····	(101)
第 3 篇 无机化学实验选编	
第 10 章 基本操作实验 ·····	(104)
实验 1 仪器的认领、洗涤与干燥和铬酸洗液的配制 ·····	(104)
实验 2 溶液的配制 ·····	(106)
实验 3 酸碱滴定 ·····	(108)
实验 4 氯气、次氯酸钠、氯酸钾的制备及性质 ·····	(111)
实验 5 粗盐的提纯及产品纯度的检验 ·····	(114)
第 11 章 基本原理及常数测定实验 ·····	(117)
实验 6 摩尔气体常数的测定 ·····	(117)
实验 7 五水硫酸铜结晶水的测定 ·····	(119)
实验 8 二氧化碳相对分子质量的测定 ·····	(121)
实验 9 H_2O_2 分解摩尔反应焓的测定 ·····	(124)
实验 10 化学反应级数、速率常数和活化能的测定 ·····	(127)
实验 11 醋酸电离度和电离常数的测定 ·····	(131)

实验 12	$I_3^- \rightleftharpoons I^- + I_2$ 平衡常数的测定	(133)
实验 13	醋酸银溶度积常数的测定	(135)
实验 14	硫氰酸铁配位离子配位数的测定	(138)
第 12 章	无机物性质及定性分析实验	(141)
实验 15	s 区金属(碱金属和碱土金属)	(141)
实验 16	p 区金属元素(铝、锡、铅、铋、铊)	(144)
实验 17	ds 区金属元素(铜、银、锌、镉、汞)	(147)
实验 18	d 区金属元素(铬、锰、铁、钴、镍)	(151)
实验 19	常见金属阳离子的鉴定反应	(156)
实验 20	p 区非金属元素(一)(氧、硫)	(163)
实验 21	p 区非金属元素(二)(氮族、硅、硼)	(166)
实验 22	常见非金属阴离子的鉴定反应	(170)
第 13 章	无机化合物制备实验	(174)
实验 23	转化法制备氯化铵	(174)
实验 24	硫代硫酸钠的制备及纯度的测定	(175)
实验 25	五水硫酸铜的制备及铜含量的测定	(178)
实验 26	硫酸亚铁铵的制备及纯度的测定	(181)
实验 27	碱熔氧化歧化法制备高锰酸钾及纯度的测定	(184)
实验 28	碱熔氧化电解法制备高锰酸钾及纯度的测定	(186)
实验 29	水热合成法制备纳米二氧化锡及其表征	(188)
实验 30	无水四碘化锡的制备及性质	(192)
实验 31	醋酸亚铬水合物的合成及其磁化率的测定	(194)
实验 32	离子交换法制取碳酸氢钠及产品定性检验	(199)
实验 33	硫酸四氨合铜(Ⅱ)的制备及化学式的确定	(201)
实验 34	三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及其组成分析	(206)
实验 35	三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的合成及其组成分析	(209)
实验 36	甘氨酸锌螯合物的合成及锌含量的测定	(214)
实验 37	Cr(Ⅲ)配合物的制备和分裂能的测定	(216)
实验 38	纳米二氧化硅的制备及其吸附性能	(218)
第 14 章	应用性及设计性实验	(221)
实验 39	常见阴离子未知液的分离与鉴定(设计性实验)	(221)
实验 40	常见阳离子未知液的分离与鉴定(设计性实验)	(223)
实验 41	纳米二氧化硅的吸附性能研究(设计性实验)	(225)
实验 42	碱式碳酸铜的制备(设计性实验)	(227)
实验 43	海带中碘的提取	(229)
实验 44	废旧电池的回收利用	(231)
实验 45	由鸡蛋壳制备丙酸钙	(234)



附录

附录 1	洗涤液的配制及使用	(237)
附录 2	市售酸碱试剂的浓度及相对密度	(238)
附录 3	常用指示剂	(238)
附录 4	不同温度下稀溶液体积对温度的补正值	(241)
附录 5	常见离子和化合物的颜色	(241)
附录 6	常用基准物质的干燥条件和应用	(244)
附录 7	无机酸在水溶液中的解离常数(25℃)	(245)
附录 8	标准电极电势	(246)
附录 9	难溶化合物的溶度积常数	(259)

序

近年来,各高等院校为提高实验教学质量,以创建国家、省、市级实验教学中心为契机,通过以创新实验教学体系为突破口,努力探索构建实验教学和理论课程紧密衔接、理论运用与实践能力相互促进的实验教学体系,并取得了成效。为适应高等教育的发展,浙江台州学院于2004年将原归属于医药化工学院的化学、制药、化工、材料类各基础实验室和专业实验室进行多学科合并重组,建立了校级制药化工实验教学中心。此实验中心于2007年获得了省级实验教学示范中心立项。经过几年的探索和实践,实验中心建立了以“基础实验—专业技能实验—综合应用实验—设计研究实验”四个层次为实验主体模块的实验教学体系。

在新建立的实验教学体系中,基础实验模块含“基础实验Ⅰ(无机化学实验)”、“基础实验Ⅱ(有机化学实验)”、“基础实验Ⅲ(分析化学实验)”三门课程,主要包括“基本操作”、“物质的制备及基本性质”、“物质的分离与提纯”、“物质的分析”四部分内容,旨在通过该模块的实验教学,使各专业学生通过基础实验来理解和掌握必备的基础理论知识和基本操作技能;专业技能实验模块含“中级实验Ⅰ(物理化学实验)”、“中级实验Ⅱ(现代分析测试技术实验)”、“中级实验Ⅲ(化学工程实验)”三门课程,主要包括“物理量及参数测定”、“化工过程参数测定”及“仪器仪表的实验技术及应用”三部分有关测量技术和应用的实验内容,旨在通过该模块的实验教学,使各专业学生通过实验来理解和掌握必备的专业理论知识和实验技能,然后在此基础上提升各专业学生的专业基本技能;综合应用实验模块含“综合实验A(化学、化工、制药类专业)”、“综合实验B(材料类)”两门课程,该实验模块根据各专业的人才培养方案来设置相应的专业大实验和综合性实验,旨在通过该模块的实验教学,使各专业学生能在教师的指导和帮助下自主运用多学科知识来设计实验方案,完成实验内容,科学表征实验结果,进一步提高其专业基本技能、应用知识与技术的能力、综合应用能力;设计研究实验模块包括课程设计、毕业设计及毕业论文、学生科研等,该模块的实验属于研究设计性实验,学生将设计性实验与毕业论文、科研课题相结合,在教师的指导下进行阶段性系统研究,提高其综合应用能力和科学研究能力,着重培养创业创新意识和能力。

上述以四个实验模块为主体构建的实验教学体系经过几年的教学实践已取得了初步成效。为此,在浙江大学出版社的支持下,我们组织编写了这套适用于高等本科院校化



学、化学工程与工艺、制药工程、环境工程、生物工程、材料化学、高分子材料与工程等专业使用的系列实验教材。

本系列实验教材以国家教学指导委员会提出的《普通高等学校本科化学专业规范》中的“化学专业实验教学基本内容”为依据,按照应用型本科院校对人才素质和能力的培养要求,以培养应用型、创新型人才为目标,结合各专业特点,参阅相关教材及大多数高等院校的实验条件编写。编写时注重实验教材的独立性、系统性、逻辑性,力求将实验基本理论、基础知识和基本技能进行系统的整合,以利于构建全面、系统、完整、精炼的实验课程教学体系和内容;在具体实验项目选择上除注意单元操作技术和安排部分综合实验外,更加注重实验在化工、制药、能源、材料、信息、环境及生命科学等领域上的应用,结合生产生活实际;同时注重了实验习题的编写,以体现习题的多样性、新颖性,充分发挥其在巩固知识和拓展思维方面的多种功能。

浙江台州学院医药化工学院

前 言

本教材是“高等院校制药化工材料类专业实验系列教材”之一。本教材共分 3 篇 14 章:第 1 篇主要介绍实验室基本常识、实验结果的数据表达与处理等化学实验基本知识;第 2 篇介绍无机化学实验基本操作与技能,主要内容包括玻璃仪器的使用及加热操作,化学试剂与溶液配制,基本度量仪器及基本操作,气体的发生、净化、干燥与收集,固液分离技术,试管反应与无机定性分析,无机化合物的制备与表征等内容;第 3 篇选编了基本操作、基本原理及常数测定、无机物性质及定性分析、无机化合物制备、应用性及设计性实验 5 个方面的 45 个实验项目。

参加本教材编写工作的有梁华定(第 1、7~9 章,实验 13、23、42、45)、陈素清(第 2~6 章,实验 19~22)、林勇强(实验 1~12、14)、任世斌(实验 15~18)、赵松林(实验 24~34)、闫振忠(实验 35~41、43~44)等,李芳老师参加了大纲的制定和部分书稿的审定,郑典慧、陈晓英、侯娜、梁丹霞等老师参加了部分书稿的审定并对部分实验进行了预试,全书由梁华定统稿并担任主编。

由于编者水平有限,书中难免会有不当之处,敬请读者指正。

编者

2011 年 4 月



第1章 实验室基本常识

1.1 化学实验的目的及学习方法

1.1.1 化学实验的目的

化学是一门以实验为基础的学科,许多化学理论和规律是对大量实验结果进行分析、概括、综合和总结而形成的。实验又为理论的完善和发展提供了依据。

化学实验是化学教学中一门独立课程,其目的不仅是传授化学知识,更重要的是培养学生的能力和优良的素质。化学实验包括基础型实验、提高型实验(综合性、设计性)、研究创新型实验三个层次。无机化学实验属于化学实验的第一层次,其目的是为学生学习后续课程、参与实际工作和进行科学研究打下良好的基础。通过无机化学实验训练,期望达成以下目标:

- ①通过实验获得感性知识,巩固和加深对无机化学基本理论、基础知识的理解。
- ②通过查阅手册、工具书及其他信息源提高获得信息的能力。
- ③通过实验学会常见仪器的正确使用。
- ④通过对实验结果的如实记录、正确处理、合理表达,培养学生求真务实的科学态度。
- ⑤通过独立进行实验、组织与设计实验,培养独立解决实际问题 and 独立从事科学实践的能力,增强探索精神。

1.1.2 化学实验的学习方法

为了达到上述目标,学生需要树立正确的学习态度,同时还要有正确的学习方法。学好无机化学实验必须做好预习、课前讨论、实验、撰写实验报告、研究实验五个环节。

1. 认真预习

实验前的预习,是保证做好实验的一个重要环节。预习应包括如下方面:

- ①熟悉实验内容。阅读实验教材和教科书中的有关内容。了解实验目的,弄清实验的方法和原理,明确实验步骤,熟悉仪器操作规程及操作过程中应注意的地方。
- ②合理安排实验。例如,哪个实验反应时间长,需要合理安排时间;哪些器皿需用洗涤、干燥准备的,应先做;哪些实验的先后顺序可以调动,从而避免等候使用公用仪器而浪费时间等。
- ③写出预习报告。在实验报告本上撰写简明扼要的预习报告,内容包括实验的标题、实验目的、实验原理、仪器和试剂、实验步骤,并留出合适的位置记录实验现象,或精心设



计一个记录实验数据和实验现象的表格等,切忌原封不动地照抄教材。

注意:设计性实验必须在实验老师的指导下拟定实验方案。

2. 认真参加讨论

实验课前教师以讲解或提问的形式进一步明确实验原理、操作要点及注意事项,对部分基本操作进行示范及讲评。学生应集中注意力,积极参与讨论。

3. 认真做实验

应做到正确操作,细心观察,认真记录,周密思考。所有的原始数据都应该及时、如实、清楚、详细地记录在报告中,不要记录在草稿本、小纸片或其他地方,不允许随意删改。如果记错了,可将错的数据轻轻划一道杠,将正确的数据记在旁边,切不可乱涂乱改或用橡皮擦拭。

如果发现实验现象和理论不符,应认真检查其原因,并细心地重做实验。实验中遇到疑难问题而自己难以解释时,可请教师解答。

4. 认真撰写实验报告

撰写实验报告是实验的延续和提高,因此,实验报告应该体现完整性、规范性、正确性、有效性。做完实验后,应该按照要求独立设计完成实验报告,按时交指导教师审阅。

5. 积极开展研究型实验

化学实验教学有两种模式:一种是在一定的时间内完成所规定的实验内容;另一种是时间和内容在一定范围内可以由学生自由选择。后者往往以设计实验的形式进行。学生必须在老师的指导下,自行查阅资料,选择实验内容,制订实验方案,向实验室提交所需要的仪器、设备和化学试剂清单,并向指导老师报告实验的意义、目的以及创新点。设计实验除了在规定的实验时间内进行外,还可以在开放实验室进行。设计实验必须要有结果,并且完成设计性实验报告。

1.2 实验室规则

①实验课前要认真预习。未预习者,不得进行实验。上课时老师要认真检查学生的预习情况并签字。

②进入实验室要遵守课堂纪律。实验室内保持安静,不准喧哗,讨论问题时声音要小,不许随意更换座位,不许随意搬动或调换他人的仪器、器材;不得擅自离开实验岗位,不进行与实验无关的活动,做到不迟到、不早退、不无故缺席,如有特殊情况,必须向实验指导老师请假,并确定补做实验时间。

③实验前要认真听讲。课前教师讲解时要认真听讲,仔细观察老师演示,进一步明确实验目的、操作要点及注意事项,了解仪器装置的构造、原理、化学药品的性能。

④实验时要规范操作。要严格按照实验操作规程进行操作,仔细观察实验现象,详细记录有关数据,积极思考、分析实验结果。

⑤实验过程中要遵守实验室规则。实验过程中注意保持实验室桌面、仪器、水槽、地面的清洁;要节约用水、用电及药品,不得浪费;所用的仪器、试剂、工具等应摆放整齐,用

后放回原处;废液、废纸、火柴梗以及玻璃碎片等物不得随便抛扔或倒入水槽,应倒入指定的废液缸及垃圾箱里;一切仪器、药品和材料未经实验教师同意不得带出实验室;如有仪器损坏,应主动填写报损单,注明原因,由实验教师按规定处理;精密贵重仪器每次使用后应登记姓名并记录仪器的情况。

⑥实验完毕后要及时清理。实验结束后要认真清理、整理好实验台面,检查水、电等开关是否关好,离开实验室前,需经指导教师同意。实验室由同学轮流值日,值日生负责打扫和整理实验室,检查实验室的安全,关好门、窗、水、电,在得到指导教师许可后值日生方可离开实验室。

⑦实验课后要按时独立完成实验报告。

1.3 实验室的安全常识

在化学实验室中,安全是非常重要的,它常常潜藏着诸如发生爆炸、着火、中毒、灼伤、割伤、触电等事故的危险性。如何防止这些事故的发生以及万一发生又如何来急救,这些都是每一个化学实验工作者必须具备的素质。

1.3.1 实验室安全守则

实验室安全是实验人员必须掌握的基本常识,学生在进行实验时必须注意安全。

①熟悉实验室环境。了解实验室有关安全设施(如水、电、气的总开关,消防用品如灭火器、沙桶等)的位置及其使用方法,不得随意搬动安全用具。

②注意用电安全。电器设备使用前应检查是否漏电,常用仪器外壳应接地。使用电器时,人体与电器导电部分不能直接接触,也不能用湿手、湿物接触电源。水、电、气等使用完毕立即关闭。

③绝对不允许随意混合各种化学药品,以免发生事故。一切有毒药品必须妥善保管,按照实验规则取用。有毒废液不可倒入下水道,应集中存放,并及时加以处理。

④能产生有刺激性和有毒气体的实验必须在通风橱内进行;不要俯向瓶口去嗅放出的气体;检查气味时面部应远离容器,用手把离开容器的气流慢慢扇向自己的鼻孔检查。

⑤倾倒试剂和加热溶液时,不可俯视,以防溶液溅出伤人;溶液的吸取,只能用洗耳球等抽吸,不得直接用嘴吮吸;加热试管时,不要将试管口指向自己或者别人。加热器及被加热后的坩埚、蒸发皿等不能直接放在木质台面或地板上。

⑥使用浓酸、浓碱、溴等强腐蚀性试剂时,要注意勿使其溅在皮肤或衣服上,更不要溅在眼睛内;配制溶液时,应将浓酸注入水中,切勿反之。

⑦汞盐、砷化物、氰化物等剧毒物品,使用时应特别小心。

⑧使用有机溶剂(如乙醇、乙醚、苯、丙酮等)时,一定要远离火焰和热源。用后应该将瓶塞盖紧,放在阴凉处保存。

⑨对于实验室中经常使用的一些易燃、易爆试剂,应该了解这些物质的特性,做到安全使用。

⑩使用金属汞或者使用水银温度计时,不得将汞洒落,一旦洒落必须尽可能收集起来,并用硫磺粉覆盖在洒落的地方,使之变成不挥发的硫化汞。



①绝对禁止在实验室内饮食、吸烟或把食具带进实验室。实验完毕后离开实验室前必须洗净双手。

1.3.2 使用化学药品的安全防护

1. 常用危险化学品的分类及标志

国家质量技术监督局于 1992 年发布了国家标准《常用危险化学品的分类及标志》(GB13690—1992),按主要危险特性把危险化学品分为八类:

第 1 类,爆炸品。指在外界作用下(如受热、受压、撞击等),能发生剧烈的化学反应,瞬时产生大量的气体和热量,使周围压力急剧上升,发生爆炸,对周围环境造成破坏的物品,也包括无整体爆炸危险,但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物品。

第 2 类,压缩气体和液化气体。指压缩、液化或加压溶解的气体,并应符合下述两种情况之一者:①临界温度低于 50°C ,或在 50°C 时其蒸气压大于 294kPa 的压缩或液化气体;②温度在 21.1°C 时,气体的绝对压强大于 275kPa ,或在 54.4°C 时,气体的绝对压强大于 715kPa 的压缩气体,或在 37.8°C 时,雷德蒸气压大于 275kPa 的液化气体或加压溶解的气体。

第 3 类,易燃液体。指易燃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体,但不包括由于其危险特性已列入其他类别的液体,其闭杯试验闪点等于或低于 61°C 。

第 4 类,易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品。易燃固体指燃点低,对热、撞击、摩擦敏感,易被外部火源点燃,燃烧迅速,并可能散发出有毒烟雾或有毒气体的固体,但不包括已列入爆炸品的物品。自燃物品指自燃点低,在空气中易发生氧化反应,放出热量而自行燃烧的物品。遇湿易燃物品指遇水或受潮时,发生剧烈化学反应,放出大量的易燃气体和热量的物品,有的不需明火即能燃烧或爆炸。

第 5 类,氧化剂和有机过氧化物。氧化剂指处于高氧化态、具有强氧化性、易分解并放出氧和热量的物质,包括含有过氧基的无机物,其本身不一定可燃,但能导致可燃物的燃烧,与松软的粉末状可燃物能组成爆炸性混合物,对热、震动或摩擦较敏感。有机过氧化物指分子组成中含有过氧基的有机物,其本身易燃易爆,极易分解,对热、震动或摩擦极为敏感。

第 6 类,有毒品。指进入机体后,累积达一定的量,能与体液和器官组织发生生物化学作用或生物物理学作用,扰乱或破坏肌体的正常生理功能,引起某些器官和系统暂时性或持久性的病理改变,甚至危及生命的物品。半数致死量 (LD_{50}),是指能使一组被试验的动物(如家兔、白鼠等)死亡 50% 的剂量。经口摄取半数致死量固体 $\text{LD}_{50} \leq 500\text{mg/kg}$,液体 $\text{LD}_{50} \leq 2000\text{mg/kg}$;经皮肤接触 24h,半数致死量 $\text{LD}_{50} \leq 1000\text{mg/kg}$;粉尘、烟雾及蒸气吸入半数致死量 $\text{LC}_{50} \leq 10\text{mg/L}$ 的固体或液体。

第 7 类,放射性物品。指放射性比活度大于 $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 的物品。

第 8 类,腐蚀品。指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体,包括与皮肤接触在 4h 内出现可见坏死现象,或温度在 55°C 时,对 20 号钢的表面均匀年腐蚀率超过 6.25mm/y 的固体或液体。

常用危险化学品的包装标志见图 1-1。



图 1-1 常用危险化学品的包装标志

2. 易爆化学品及防爆

第 1 类危险化学品是爆炸品,使用时要特别注意防爆。实验过程中许多可燃气体与空气混合,当两者比例达到爆炸极限时,受到适当热源(如电火花)的诱发,也会引起爆炸。一些气体的爆炸极限见表 1-1。

表 1-1 某些气体在空气中的爆炸极限表(20℃,1.01×10⁵ Pa)

气体	爆炸高限 /%	爆炸低限 /%	气体	爆炸高限 /%	爆炸低限 /%
氢	74.2	4.0	丙酮	12.8	2.6
乙烯	28.6	2.8	环氧乙烷	80.0	3.0
乙炔	80.0	2.5	乙酸乙酯	11.4	2.2
甲烷	14.0	5.3	一氧化碳	74.2	12.5
苯	6.8	1.4	水煤气	72.0	7.0
乙醇	19.0	3.3	煤气	32.0	5.3
乙醚	36.5	1.9	氨	27.0	15.5

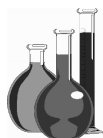
注:表中数据为体积分数。

储存、使用爆炸品及可燃气体时应注意以下几点:

- ①使用可燃气体时,要防止气体逸出,室内通风要良好。进行容易引起爆炸的实验时,应有防爆措施。
- ②操作大量可燃气体时,严禁同时使用明火,还要防止发生电火花及其他撞击火花。
- ③有些药品,如叠氮铝、乙炔银、乙炔铜、高氯酸盐、过氧化物等受震和受热都易引起爆炸,使用时要特别小心。
- ④严禁将强氧化剂和强还原剂放在一起。
- ⑤久藏的乙醚使用前应除去其中可能产生的过氧化物。

3. 压缩气体(液化气体)及钢瓶的使用安全

第 2 类危险化学品是压缩气体和液化气体。根据压缩气体和液化气体的理化性质,



可分为易燃气体和不燃气体。其中易燃气体极易燃烧,与空气混合能形成爆炸性混合物,如正丁烷、氢气、乙炔;不燃气体常见的有氮、二氧化碳、氩、氙、氦等,此外还包括助燃气体氧、压缩空气等。

为了便于储运和使用,常将气体用降温加压法压缩或液化后储存于钢瓶内。实验室中高压气体钢瓶的种类可由其颜色加以判别,高压气体钢瓶的标志见表 1-2。

表 1-2 几种常用气体的钢瓶标志

气体类别	瓶身颜色	字样	横条颜色	字样颜色
氮气	黑	氮	棕	黄
压缩空气	黑	压缩空气	—	白
二氧化碳	黑	二氧化碳	黄	黄
氧气	天蓝	氧	—	黑
氢气	深绿	氢	红	红
氯气	草绿	氯	白	白
氨	黄	氨	黑	黑
其他一切可燃气体	红	气体名称	—	白
其他一切不可燃气体	黑	气体名称	—	黄

压缩气体和液化气体储存和运输时应注意以下几点:

①钢瓶应存放在阴凉、通风、干燥、远离热源的地方。可燃气瓶应与氧气瓶分开存放。钢瓶周围不得堆放任何可燃材料。

②钢瓶入库验收时要注意包装外形无明显损伤,附件齐全,封闭紧密,无漏气现象,包装使用期应在试压规定期内,逾期不准延期使用,必须重新试压。

③内容物互为禁忌物的钢瓶应分库储存。例如,氢气钢瓶与液氯钢瓶、氢气钢瓶与氧气钢瓶、液氯钢瓶与液氨钢瓶等,均不得同库混放。易燃气体不得与其他种类化学危险物品共同储存。储存时钢瓶应直立放置整齐,最好用框架或栅栏围护固定,并留有通道。

④搬运钢瓶要小心轻放,钢瓶帽(安全帽)要旋上。严禁碰撞、抛掷、溜坡或横倒在地上滚动等。

⑤在使用时特别注意在手上、工具上、钢瓶和周围不能沾有油污(特别是气瓶出口和压力表上),扳子上的油可用酒精洗去,待干后使用,以防燃烧和爆炸。

⑥储存时钢瓶阀应拧紧,不得泄漏,如发现钢瓶漏气,应迅速打开库门通风,拧紧钢瓶阀,并将钢瓶立即移至安全场所。若是有毒气体,应戴上防毒面具。失火时应尽快将钢瓶移出火场,若搬运不及,可用大量水冷却钢瓶降温,以防高温引起钢瓶爆炸。

⑦使用钢瓶中的气体时,要选用减压阀(气压表),各种气体的气压表不得混用,以防爆炸;安装时螺扣要旋紧,可燃气体(如 H_2 、 C_2H_2)钢瓶上阀门的螺纹为反扣,不燃或助燃气瓶(如 N_2 、 O_2)则为正扣;开、关减压阀和总阀门时,动作必须缓慢;使用时应先旋开总阀门,后开减压阀;使用完毕,先关闭总阀门,待放尽余气后,再关闭减压阀。切不可只关减压阀,不关总阀门。

⑧开启总阀门时,操作人员应站在与气瓶接口处垂直的位置上,不要将头或身体正对总阀门,防止阀门或压力表冲出伤人。严禁敲打撞击气体钢瓶,并应检查有无漏气现象,注意压力表读数。

⑨不可将钢瓶内的气体全部用完,一定要保留 0.05MPa 以上的残留气压(减压阀表压)。可燃气体如 C_2H_2 应剩余 0.2~0.3MPa,其中 H_2 应保留 2MPa。

⑩各种钢瓶必须严格按照国家规定,进行定期技术检验,合格钢瓶才能充气使用。钢瓶在使用过程中,如发现有严重腐蚀或其他严重损伤,应提前进行检验。

4. 易燃化学品及防火

第2类危险化学品压缩气体和液化气体被储存在钢瓶中,如果气体泄漏后遇到火源可能引起火灾。

第3类危险化学品易燃液体,如乙醚、丙酮、乙醇、苯等许多有机溶剂非常容易燃烧,大量使用时室内不能有明火、电火花或静电放电。实验室内不可存放过多这类药品,用后还要及时回收处理,不可倒入下水道,以免聚集引起火灾。

第4类危险化学品包括易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品等。如磷、金属钠、钾、电石及金属氢化物等,在空气中易氧化自燃;还有一些金属如铁、锌、铝等粉末,比表面积大,也易在空气中氧化自燃。这些物质要隔绝空气保存,使用时要特别小心。

实验室如果着火不要惊慌,应根据情况进行灭火。如果火很小,用湿抹布或石棉板盖上就行;火势大时,可采用灭火器材来灭火。常用的灭火剂及器材有水、沙、二氧化碳灭火器、1211 灭火器、泡沫灭火器和干粉灭火器等。表 1-3 是常用的灭火器及其使用范围,可根据起火的原因选择使用。

表 1-3 常用的灭火器及其使用范围

灭火器类型	药液成分	适用范围
泡沫灭火器	$Al_2(SO_4)_3$ 、 $NaHCO_3$	适用于扑救油类起火,但不能扑救水溶性可燃、易燃液体(如醇、酯、醚、酮)引起的火灾;也不能扑救带电设备起火
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	适用于扑救油类起火,但不能扑救水溶性可燃、易燃液体(如醇、酯、醚、酮)引起的火灾;可以扑救带电设备起火;金属镁燃烧不可使用它来灭火
1211 灭火器	CF_2ClBr 液化气体	适用于扑救油类起火,但不能扑救水溶性可燃、易燃液体(如醇、酯、醚、酮)引起的火灾;也不能扑救带电设备起火
干粉灭火器	$NaHCO_3$ 等盐类、 润滑剂、防潮剂	适用于扑救油类起火,但不能扑救水溶性可燃、易燃液体(如醇、酯、醚、酮)引起的火灾;可以扑救带电设备起火

水是常用的灭火物质。它能使燃烧物的温度下降,但对一般有机物着火不适用,因溶剂与水不相溶,又比水轻,水浇上去后,溶剂还漂在水面上,扩散开来继续燃烧。但若燃烧物与水互溶,或用水没有其他危险时,可用水灭火。在溶剂着火时,先用泡沫灭火器把火扑灭,再用水降温是有效的救火方法。一般实验室都放置着盛有干沙的沙箱,如遇到不能用水扑救的燃烧,只要抛洒干沙在着火物体上就可灭火。特别注意以下几种常见情况不能用水灭火:①金属钠、钾、镁、铝粉、电石、过氧化钠着火,应用干沙灭火;②比水轻的易燃



液体,如汽油、苯、丙酮等着火,可用泡沫灭火器;③有灼烧的金属或熔融物的地方着火时,应用干沙或干粉灭火器;④电器设备或带电系统着火,可用二氧化碳灭火器或干粉灭火器。

5. 有毒化学品及防护

第6类危险化学品是有毒品。其主要特性是具有毒性,少量进入人、畜体内即能引起中毒,不但口服会中毒,吸入其蒸气也会中毒,有的还能通过皮肤吸收引起中毒。因此,除了不得入口及吸入大量蒸气外,还应避免触及皮肤。不同有毒品的毒性大小是各不相同的,根据其化学组成可分为无机剧毒品、有机剧毒品、无机毒害品、有机毒害品等。常见的有氰化合物(如氰化钠)、砷及其化合物(如三氧化二砷)等为无机剧毒品;硫酸二甲酯、四乙基铅、醋酸苯汞及某些有机农药等为有机剧毒品;汞、铅、钡、氟的化合物为无机毒害品;乙二酸、四氯乙烯、甲苯二异氰酸酯、苯胺及农药、鼠药等为有机毒害品。

有毒品储存、运输及使用时应注意以下几点:

①有毒品必须储存在仓库内,不得露天存放。应远离明火、热源,库房通风应良好;严禁将有毒品与食品或食品添加剂混储混运。一般不得和其他种类的物品(包括非危险品)共同储运,特别是与酸类及氧化剂应严格分开。

②实验前,应了解所用药品的毒性及防护措施。

③有毒气体(如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、浓 HCl 和 HF 等)的操作,应在通风橱内进行。

④苯、四氯化碳、乙醚、硝基苯等的蒸气会引起中毒。它们虽有特殊气味,但久嗅会使人嗅觉减弱,所以应在通风良好的情况下使用。

⑤有些药品(如苯、有机溶剂、汞等)能透过皮肤进入人体,应避免与皮肤接触。禁止徒手接触有毒品,特别是在皮肤破裂时,应停止或避免对有毒品的实验。

⑥氰化物、高汞盐(HgCl_2 、 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 等)、可溶性钡盐(BaCl_2)、重金属盐(如镉、铅盐)、三氧化二砷等剧毒药品,应严格按“五双”(双人验收、双人发货、双人保管、双把锁、双本账)管理制度执行,使用时要特别小心。

⑦进行有毒品实验时应严禁饮食、吸烟等。饮食用具不要带进实验室,以防毒物污染,离开实验室应洗净双手。

6. 腐蚀品及防灼伤

第8类危险化学品是腐蚀品,这类化学品能灼伤人体组织,使用时要小心。如强酸、强碱、强氧化剂、溴、磷、钠、钾、苯酚、冰醋酸等都会腐蚀皮肤,特别要防止溅入眼内;液氧、液氮等低温也会严重灼伤皮肤。万一灼伤应及时治疗。

1.3.3 安全用电常识

违章用电常常可能造成人身伤亡、火灾、损坏仪器设备等严重事故。化学实验室使用电器较多,特别要注意安全用电,特别是防止触电及引起火灾。

①不用潮湿的手接触电器。

②电源裸露部分应有绝缘装置(例如电线接头处应裹上绝缘胶布)。

③在实验前,先了解电器仪表要求使用的电源是交流电还是直流电,是三相电还是单