

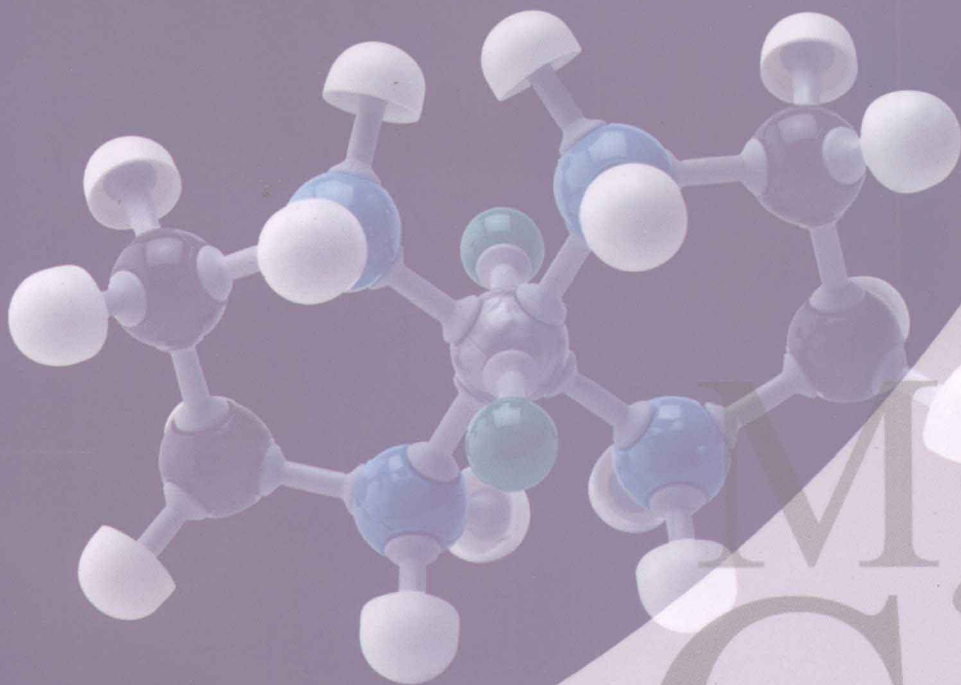


“十一五”化学类专业本科规划教材

WUJI HUAXUE SHIYAN

无机化学实验

张福捐 主编



河南科学技术出版社

“十一五”化学类专业本科规划教材

无机化学实验

张福捐 主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是为高等学校轻工、食品、纺织、化工类专业开设无机化学课程而编写的教材。主要包括化学实验基础知识和基本操作,化学实验基本操作训练,基本化学原理实验,基础元素化学实验,无机化合物的制备,综合和设计实验。

本教材可供高等院校食品科学与工程、生物工程、动物科学、环境科学与工程、制药工程、化学工程与工艺、高分子材料、应用化学、轻化工程、造纸工程、皮革工程等专业,以及农、林、医、师等院校各相关专业参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验/张福捐主编. —郑州:河南科学技术出版社,
2009.8

(“十一五”化学类专业本科规划教材)

ISBN 978-7-5349-4251-8

I. 无… II. 张… III. 无机化学-化学实验-高等学校-
教材 IV. 061-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 064358 号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路 66 号 邮编:450002

电话:(0371) 65737028 65788613

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:范广红

责任编辑:崔军英

责任校对:耿宝文

封面设计:张 伟

版式设计:栾亚平

责任印制:张 巍

印 刷:河南新丰印刷有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:15.25 字数:371 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价:26.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

前 言

化学是一门以实验为基础的科学，化学实验对于化学化工及相关专业的大学生来说是一门重要的专业必修课。

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，已成为 21 世纪对化学实验教学提出的崭新要求。为了适应新时期化学实验教学的要求，我们特编写了这本教材。

本教材包括 3 部分，第一部分是化学实验基础知识和基本操作；第二部分是实验内容；第三部分是附录。

化学实验基础知识和基本操作分为：化学实验室规则和安全知识，化学实验仪器介绍，化学实验基本操作，天平和光、电等仪器的使用，实验数据处理等。这一部分是无机化学实验的重点内容。

实验内容分为：基本操作训练，基本化学原理，基础元素化学，无机化合物的制备，综合和设计实验。基本操作训练的实验安排较多，目的是为大学四年的实验和研究奠定坚实的基础；基本化学原理实验主要是为了配合无机化学课堂教学；基础元素化学和无机化合物的制备则是无机化学实验的基本要求；综合和设计实验是为了培养学生的创新意识和创新能力，提高科学研究综合素质。

附录主要是为学生提供一些参考资料和参考文献，并且要求学生学会查阅文献资料，正确使用文献资料，为今后的工作打下良好的基础。

为了更好地体现化学实验教学素质教育的特点，同时满足不同院校各相关专业的要求，本教材编写时注意了以下几个方面：

第一，加强基本操作训练。将需要熟练掌握的基本操作都设计成具体实验，这样既有理论叙述，又有实际训练，做到学练结合，强化巩固。

第二，加强启发式教学，注重培养学生的思维能力。编写每个实验时，安排预习与思考内容，注意引导学生积极思维，启发并培养其开创性精神。

第三，加强综合和设计实验。传统教材这一部分内容安排较少，培养出来的人才缺乏相应的训练，不能很好地适应现代社会发展的需要。为此，我们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。

第四，实验内容较为广泛。本教材共列出 43 个实验，其中基本操作、理论验证、元

素性质、制备及综合设计的实验都有一定的比例，可供高等院校轻工、食品、纺织类的食品科学与工程、生物工程、动物科学、环境科学与工程、制药工程、化学工程与工艺、高分子材料、应用化学、轻化工程、造纸工程、皮革工程等专业，以及农、林、医、师等院校各相关专业参考使用。

使用本教材时应根据各校的实际具体情况具体安排实验内容和教学进度，不要受实验编排序号的限制，特别是有关实验内容的选定更应视各校实际情况而定。同时，应注意有关专业无机化学实验大纲的要求。

参加本教材编写的有许昌学院张福捐老师（前言，绪论，6，7，9，10），郑州轻工业学院韩周祥老师（4，6，7，8，10，附录），河南城建学院杜玲枝老师（7，9，10），郑州轻工业学院魏剑英老师（4，6，7，8，10，附录），河南农业大学苏惠老师（1，2，3，5），河南城建学院冯巧老师（6，7）。

限于编者理论水平和实践经验，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者
2009年5月

目 录

绪论	(1)	0.2 化学实验的目的	(1)
0.1 化学实验的重要意义	(1)	0.3 化学实验的学习方法	(2)

第一部分 化学实验基础知识和基本操作

1 实验室规则和安全知识	(4)	3.8 气体的发生、净化、干燥 与收集	(44)
1.1 实验室规则	(4)	3.9 其他仪器的使用	(47)
1.2 实验室安全知识	(5)	4 天平和光、电等仪器的使用	(51)
2 化学实验仪器	(11)	4.1 称量仪器的使用	(51)
3 化学实验基本操作	(19)	4.2 可见分光光度计的 使用	(56)
3.1 玻璃仪器的洗涤、干燥与 贮藏	(19)	4.3 pHs—2C 型酸度计的 使用	(59)
3.2 加热与冷却	(22)	4.4 DDS—11A 型电导率仪 的使用	(63)
3.3 玻璃管的加工与塞子 钻孔	(27)	5 实验数据处理	(66)
3.4 化学试剂的贮存与 取用	(29)	5.1 误差概念	(66)
3.5 液体体积的度量	(32)	5.2 有效数字	(67)
3.6 固液分离与液液分离	(36)	5.3 数据处理方法	(69)
3.7 溶解、沉淀、蒸发和 结晶	(42)		

第二部分 实验内容

6 基本操作训练	(71)	实验五 二氧化碳的制备及其相 对分子质量的测定	(80)
实验一 灯的使用, 玻璃管加工 和塞子钻孔	(71)	实验六 氢气的制备和铜相对原 子质量的测定	(83)
实验二 天平的使用	(73)	实验七 转化法制备硝酸钾	(85)
实验三 溶液的配制	(75)	实验八 氯化钠的提纯	(88)
实验四 置换法测定摩尔气体 常数	(77)	实验九 硫酸亚铁铵的制备	(90)

实验十 由粗胆矾精制五水硫酸铜	(92)	实验二十八 常见阳离子的分离与鉴定	(152)
实验十一 酸碱滴定	(94)	9 无机化合物的制备	(163)
7 基本化学原理	(96)	实验二十九 一种钴(Ⅲ)配合物的制备	(163)
实验十二 过氧化氢分解热的测定	(96)	实验三十 重铬酸钾的制备	(166)
实验十三 化学反应速率与活化能的测定	(100)	实验三十一 高锰酸钾的制备	(169)
实验十四 $I_3^- \rightleftharpoons I^- + I_2$ 平衡常数的测定	(104)	实验三十二 由钛铁矿制取二氧化钛	(171)
实验十五 醋酸电离度和电离常数的测定	(107)	实验三十三 硫代硫酸钠的制备和应用	(174)
实验十六 碘化铅溶度积的测定	(109)	10 综合和设计实验	(178)
实验十七 电离平衡和沉淀平衡	(112)	实验三十四 四氧化三铅组成的测定	(178)
实验十八 简单分子(或离子)的结构和晶体结构模型	(116)	实验三十五 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备与组成分析	(180)
实验十九 氧化还原反应	(118)	实验三十六 杂多酸的制备及其催化合成	(183)
实验二十 阿伏伽德罗常数的测定	(122)	实验三十七 从二氧化锰制备硫酸锰	(185)
实验二十一 磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成及其稳定常数的测定	(124)	实验三十八 从含碘废液中回收碘	(186)
实验二十二 银氨配离子配位常数的测定	(128)	实验三十九 从废定影液中回收银	(187)
8 基础元素化学	(131)	实验四十 离子的鉴定和未知物的鉴别	(189)
实验二十三 p 区元素(1)	(131)	实验四十一 由锌灰制备硫酸锌和金属镉	(191)
实验二十四 p 区元素(2)	(135)	实验四十二 碱式碳酸铜的制备	(194)
实验二十五 常见非金属阴离子的分离与鉴定	(139)	实验四十三 硫酸铝钾大晶体的制备	(196)
实验二十六 ds 区金属	(144)		
实验二十七 d 区元素	(148)		

附 录

附录1 几种常用酸碱的密度和浓度	(199)
------------------------	-------

附录2 不同温度下水的饱和蒸汽压	(199)
------------------------	-------

附录 3 常见无机化合物在水中的 溶解度(g/100g 水) ... (200)	函数 (214)
附录 4 气体在水中的溶 解度 (202)	附录 12 一些试剂溶液的 配制 (218)
附录 5 弱酸和弱碱的解离常数 (298.15K) (203)	附录 13 元素的相对原子 质量 (219)
附录 6 溶度积常数 (204)	附录 14 常见化合物的摩尔质量 ($M/g \cdot mol^{-1}$) (220)
附录 7 常见沉淀物的 pH ... (205)	附录 15 化学实验常用手册和参 考书 (223)
附录 8 某些离子和化合物的 颜色 (206)	附录 16 一些重要的化学 反应 (223)
附录 9 标准电极电势 (208)	附录 17 实验报告格式示例 ... (230)
附录 10 常见配离子的稳定 常数 (212)	参考文献 (233)
附录 11 某些物质的热力学	

绪 论

0.1 化学实验的重要意义

现代化学已经成为一门中心科学。这是因为一方面化学学科本身迅猛发展，另一方面化学在发展过程中为相关学科的发展提供了物质基础，可以说当今化学正处在一个多学科领域交叉的中心。

化学是一门实验科学，化学离不开实验。化学实验的重要性主要表现在 3 个方面。第一，化学实验是化学理论产生的基础，化学的规律和成果建筑在实验成果之上。第二，化学实验也是检验化学理论正确与否的唯一标准。所谓“分子设计”化学合成，其方案是否可行，最终将由实验来检验，并且通过实验技术来完成。第三，化学学科发展的最终目的是发展生产力。据估计，在 21 世纪，化学化工产品在国际市场上将成为仅次于电子产品的第二大类产品，而化学实验正是化学学科与生产力发展的基本点。

化学学科已经发生了巨大的变化，其中实验化学发展迅速，成果惊人。今天化学家不仅研究地球重力场作用下发生的化学过程，而且已经开始系统研究物质在磁场、电场和光能、力能及声能作用下的化学反应；在高温、高压、高纯、高真空、无氧无水等条件下及在太空失重、强辐射情况下的化学反应过程。因此，化学实验推动着化学学科乃至相关学科的飞速发展，引导人类进入崭新的物质世界。

0.2 化学实验的目的

化学实验集知识传授、能力培养和素质教育于一体，因此化学实验课是实施全面的化学教育的一种最有效的教育形式。无机化学实验是相关专业学生必修的一门基础实验课程。它是以实验为手段让学生认识无机化学中的基础理论、典型元素及其化合物的变化规律，学习和掌握仪器、装置的使用，训练实验基本操作和技能技巧的一门独立课程。通过化学实验教学，不仅要传授化学知识，更重要的是培养学生的能力和优良的素质，掌握基本的操作技能、实验技术，培养分析问题、解决问题的能力，养成严谨的、实事求是的科学态度，树立勇于开拓的创新意识。由于无机化学实验是学生进入大学后上的第一门实验课，因而它对后续实验课的学习，对学生将来从事化学研究或化工实践有着重要的意义，起到承前启后的纽带和桥梁作用。开设这门课程的目的是：

1. 巩固和加深对无机化学基本理论和基础知识的理解 使学生通过实验获得对物质变

化的感性认识,进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和反应,强化其对化学基本原理的理解和掌握。

2. 熟练掌握化学实验的基础知识和基本操作技能 学生通过严格的训练,逐渐熟悉化学实验的基础知识和基本操作技能,学会正确使用各种基本的化学仪器,掌握无机化合物分离、提纯和制备的基本方法。

3. 培养学生的研究创新能力 引导学生仔细观察实验现象,将感性认识与理论知识进行关联,特别是在基本实验训练的基础上,开设综合、设计实验,要求学生自己提出问题、查阅资料、设计实验方案、动手做实验、观察实验现象、测定数据,并加以正确的处理和概括;在分析实验结果的基础上正确表达,进而培养学生独立分析问题、解决问题,以及独立思考、独立准备和进行实验的能力,并培养其严谨的、实事求是的科学态度,树立勇于开拓的创新意识。

4. 实施素质教育,培养学生从事科学研究的优秀品质 在培养智力因素的同时,化学实验又是对学生进行良好科学素养培养的理想场所。在实验中不仅有利于学生形成整洁、节约、有条不紊等良好的实验素养,而且可以训练学生勤奋好学、乐于协作、实事求是、存疑等科学品德和科学精神,这是一个化学工作者获得成功不可缺少的素质。

0.3 化学实验的学习方法

大学化学实验的学习,不仅需要学生有一个正确的学习态度,而且还需要有一个正确的学习方法。现将学习方法归纳成如下几个方面:

1. 预习 预习是做好实验的前提和保证,预习工作可以归纳为看、查、写。

(1) 看:认真阅读无机化学实验教材的有关章节、教科书及参考资料,做到明确目的,了解实验原理;熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法;提出注意事项,合理安排实验时间;预习或复习基本操作、有关仪器的使用。

(2) 查:通过查阅附录或有关手册,列出实验所需的物理化学数据。

(3) 写:在“看”和“查”的基础上,认真写好预习报告。

2. 讨论 实验前以提问的形式,师生共同讨论,从而掌握实验原理、操作要点和注意事项;观看操作录像或由教师操作示范,使基本操作规范化。实验后组织课堂讨论,对实验现象、结果进行分析,对实验操作和素养进行评说,以达到提高的目的。

3. 实验 按拟定的实验步骤独立操作,既要大胆,又要细心,仔细观察实验现象,认真测定数据,并做到边实验、边思考、边记录。

观察的现象与测定的数据要如实记录在报告本上,不能用铅笔记录或记在草稿纸、小纸片上。不凭主观意愿删去自己认为不对的数据,不杜撰原始数据。原始数据不得涂改或用橡皮擦拭,如有记错可在原始数据上画一道杠,再在旁边写上正确值。实验中要勤于思考,仔细分析,力争自己解决问题。碰到疑难问题,可查资料,亦可与教师讨论,获得指导。如对实验现象有怀疑,在分析和查原因的同时,可以做对照实验、空白实验,或自行设计实验进行核对,必要时应多次实验,从中得到有益的结论。如实验失败,要查找原因,经教师同意后重做实验。

4. 实验报告 做完实验仅是完成实验的一部分,余下更为重要的是分析实验现象,

整理实验数据，把直接的感性认识提高到理性思维阶段。要做到认真、独立完成实验报告。对实验现象进行解释，写出反应式，得出结论，对实验数据进行处理（包括计算、作图、误差表示）。分析产生误差的原因；对实验现象及出现的一些问题进行讨论，敢于提出自己的见解；对实验提出改进的意见或建议，回答问题。

实验报告要求按一定格式书写，字迹端正，叙述简明扼要，实验记录、数据处理使用表格形式，作图图形准确、清楚，报告本整齐、清洁。

实验报告的书写一般分3部分：①预习部分（实验前完成），按实验目的、原理（扼要）、步骤（简明）几项书写。②记录部分（实验时完成），包括实验现象、测定数据，这部分称原始记录。③结论部分（实验后完成），包括对实验现象的分析、解释、结论，原始数据的处理、误差分析，讨论等。

无机化学实验报告的格式大致可分为测定、制备、性质等几种类型，可参见附录17。

第一部分

化学实验基础知识和基本操作

1 实验室规则和安全知识

1.1 实验室规则

(1) 实验前应做好预习和实验准备工作，明确实验目的，了解实验内容及注意事项，检查实验所需的药品、仪器是否齐全。做规定以外的实验之前，应先经指导教师允许。

(2) 遵守实验室纪律，不迟到、早退，不在实验室大声喧哗、随意串走，如有问题，可举手向指导教师请教。

(3) 实验过程中，听从教师的指导，严格按操作规程正确操作，仔细观察，积极思考，并将实验现象和数据如实、详细地记录在专用记录本上。

(4) 爱护国家财物，小心使用仪器和实验设备。每人应取用自己的仪器，未经允许，不得动用他人仪器。仪器如有损坏，应及时登记补领，并按赔偿制度酌情赔偿。

(5) 按规定取用药品，注意节约。药品取出后，应及时盖好原瓶盖，不得将多余药品再倒回原瓶，以免带入杂质。

(6) 使用精密仪器时，必须严格遵守操作规程，细心谨慎。如发现故障应立即停止使用，及时报告老师予以排除。

(7) 实验时应严格遵守水、电、煤气及易燃、易爆、有毒药品等的安全规则。在使用煤气、天然气时要严防泄漏，火源要与其他物品保持一定的距离，用后要关闭阀门。注意节约水、电和煤气。

(8) 如果发生意外事故，应保持镇静，不要惊慌失措。遇有烧伤、烫伤、割伤，应立即报告教师，及时救治。

(9) 实验时应保持实验室和实验台面的整洁，公用仪器和试剂瓶等用毕立即放回原处，不得随意乱拿乱放。废液倒入废液缸，火柴梗及用后的试纸、滤纸等和废物一起投入废物篓内，严禁投放在水槽中，以免腐蚀和堵塞水槽及下水道。

(10) 实验结束后，应将所用仪器洗净并整齐有序地放回实验柜内，擦净实验台面和试剂架，清理水槽。值日生负责做好整个实验室的清洁工作，关好水、电、煤气开关及门窗等，经实验指导教师允许才可离开实验室。

(11) 离开实验室后，根据原始记录，联系理论知识，认真分析问题，处理数据，按要求格式写出实验报告，及时交给指导教师批阅。

(12) 实验室内所有仪器、药品及其他用品, 未经允许一律不许带出室外。

1.2 实验室安全知识

1.2.1 安全守则

(1) 严禁在实验室内饮食、吸烟或把食具带进实验室。实验完毕, 必须洗净双手。

(2) 初次进入实验室, 要了解实验室安全用具(如灭火器、沙桶、急救箱等)放置的位置, 并熟悉它们的使用方法。

(3) 实验前, 必须做好充分预习, 对实验的安全要求做好必要准备。如果进行危险性实验, 应使用防护眼镜、面罩、手套等防护用具。

(4) 实验进行时, 不得擅自离开自己的位置。

(5) 不能用湿手、湿物接触电源。水、电、煤气一经用毕立即关闭。实验结束后, 最后离开实验室的人员应再一次检查它们是否关好。

(6) 绝对不允许随意混合各种化学药品, 以免发生意外事故。

(7) 加热试管时, 不得将管口朝向自己或别人, 也不要俯视正在加热的液体, 以防液体溅出伤人。

(8) 浓酸、浓碱、液溴等具有强腐蚀性, 切勿溅在衣服或皮肤上, 更应注意防护眼睛(必要时须戴防护眼镜)。稀释浓硫酸时, 必须将浓硫酸缓慢地倒入水中并不断搅拌, 决不能把水倒入浓硫酸中, 以免迸溅。

(9) 不要将鼻孔凑到容器口上去嗅闻气体, 应用手将少量气体轻轻扇向自己后再嗅。

(10) 不允许用手直接取用固体药品。实验室内任何药品不得使其进入口中或接触伤口, 有毒药品更应特别注意。有毒废液不得倒入水槽, 以免与水槽中的残酸作用而产生有毒气体, 应倒入废液缸或教师指定的容器里。

(11) 金属汞易挥发, 会通过呼吸道而进入人体内, 逐渐积累将引起慢性中毒。所以做金属汞的实验应特别小心, 不得洒落在桌上或地上。一旦洒落, 必须尽可能收集起来, 并用硫黄粉覆盖在洒落的地方, 使之转化为硫化汞。

(12) 钾、钠和白磷等曝露在空气中易燃烧, 故钾、钠应保存在煤油中, 白磷则可保存在水中, 取用时要用镊子。

(13) 极易挥发和引燃的有机溶剂, 使用时必须远离明火、热源, 用毕立即盖紧瓶塞, 放于阴凉处。点燃的火柴用后立即熄灭, 不得乱扔。

(14) 使用易燃、易爆、有毒或有刺激性气味的气体, 或做能产生上述物质的实验时, 应严格按照操作规程并远离火源, 在通风橱内进行。

(15) 在点燃氢气等可燃性气体之前要检验其纯度, 决不可未经检验纯度直接在制备装置或贮气瓶的气体导出管口点火, 否则可能引起爆炸。银氨溶液不能留存, 因其久置后会变成氮化银, 也易爆炸。某些强氧化剂(如氯酸钾、硝酸钾等)或其混合物不能研磨, 否则将引起爆炸。

(16) 使用的玻璃管或玻璃棒切割后应马上烧熔断口, 保持断口圆滑, 以免割伤皮肤。

(17) 实验室所有药品不得带出室外。实验中如用到剧毒试剂或贵金属, 应遵循有关

管理制度。

1.2.2 实验室意外事故处理方法

实验室意外事故急救措施见表 1.1，常用的灭火器及其使用范围见表 1.2。

表 1.1 实验室意外事故急救措施

种类		一般急救措施
创伤		先检查伤口内有无异物，若有应先挑出碎片，轻伤可以涂上紫药水、碘酒，必要时敷些消炎粉或消炎膏，然后包扎好。受伤较重时，进行简单处理后，尽快去医务室或医院
灼伤	烫伤	烫伤后切勿用冷水冲洗伤处。伤处皮肤未破时，可用饱和 NaHCO_3 溶液或稀氨水冲洗，再涂上烫伤膏或獾油。如伤处皮肤已破，可涂些紫药水或 3% ~ 5% KMnO_4 溶液
	酸灼	立即用大量水冲洗，然后用饱和 NaHCO_3 溶液（或稀氨水、肥皂水）冲洗，最后再用水冲洗。如果酸液溅入眼中，用大量水冲洗，严重者应去医院治疗
	碱灼	立即用大量水冲洗，然后用 2% 醋酸溶液（或饱和硼酸溶液）冲洗，最后再用水冲洗。如果碱液溅入眼中，用硼酸溶液洗，严重者应去医院治疗
	其他灼伤	(1) 溴灼伤：用乙醇或 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗涤伤口，再用水冲洗干净，并涂敷甘油 (2) 白磷灼伤：用 5% CuSO_4 或 KMnO_4 溶液洗涤伤口，并用浸过 CuSO_4 溶液的纱布覆盖包扎 (3) 苯酚灼伤：用大量水冲洗，再用乙醇(70%) : 氯化铁($1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 为 4:1 的混合液洗涤
中毒	吸入毒气	立即将中毒者移至新鲜空气流通处，必要时进行人工呼吸。吸入氯气、氯化氢气体时，可吸入少量乙醇和乙醚的混合蒸气解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气。但应注意，氯、溴中毒不可进行人工呼吸，一氧化碳中毒不可使用兴奋剂
	毒物入口	将 5 ~ 10 mL 稀 CuSO_4 溶液加入一杯温水中，内服后用手指伸入咽喉部，促使呕吐，吐出毒物，然后立即送医院
触电		先迅速切断电源，必要时进行人工呼吸
起火		应立即针对起火原因选用合适的方法和灭火设备（表 1.2）。若因乙醇、苯或乙醚等引起着火，火较小时，可用湿布、石棉布或沙子覆盖灭火，火势大时可用泡沫灭火器。若遇电器设备起火，必须先切断电源，再用二氧化碳或四氯化碳灭火器，不能使用泡沫灭火器，以免触电。在灭火的同时，要迅速移走易燃、易爆物品，以防火势蔓延。实验人员衣服着火时，切勿惊慌乱跑，应赶快脱下衣服或用石棉布覆盖着火处；火势较大，则应立即报警

表 1.2 常用的灭火器及其使用范围

灭火器类型	药液成分	使用范围
酸碱式灭火器	H_2SO_4 、 NaHCO_3	非油类，非电器的一般火灾
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NaHCO_3	油类起火
二氧化碳灭火器	CO_2 (液态)	电器，小范围内油类和忌水的化学品失火

续表

灭火器类型	药液成分	使用范围
干粉灭火器	NaHCO_3 等盐类	油类, 可燃性气体, 电器设备, 精密仪器, 图书文件和遇水易燃烧药品的初起火灾
1211 灭火器	润滑剂、防潮剂 CF_2ClBr (液态)	特别适用于油类, 有机溶剂, 高压电器设备, 精密仪器失火

为了对实验过程中意外事故进行紧急处理, 还应在实验室内配备急救药箱。药箱内须准备的药品有: 紫药水, 碘酒 (3%), 烫伤膏, 碳酸氢钠溶液 (饱和), 硼酸溶液 (饱和), 醋酸溶液 (2%), 硫酸铜溶液 (5%), 高锰酸钾晶体 (根据需要配成溶液), 甘油。另外, 还应备有创可贴、消毒纱布、消毒棉、剪刀、橡皮膏等。

1.2.3 实验室废弃物的处理

在化学实验中会产生各种有毒的废气、废液和废渣, 俗称“三废”。为了避免环境污染, 要对“三废”进行处理。

1. 废气 做少量产生有毒气体的实验, 应在通风橱中进行, 通过排风设备把有毒废气排到室外, 利用室外的大量空气来稀释有毒废气。如果实验产生大量有毒气体, 应该安装气体吸收装置来吸收这些气体, 常用的液体吸收剂有水、碱性或酸性溶液、氧化剂溶液, 常用的固体吸附剂有活性炭、活性氧化铝、分子筛、硅胶。

2. 废液 废液的处理方法如下:

(1) 对于酸质量分数小于 5% 的酸性废液或碱质量分数小于 3% 的碱性废液, 可采用中和法; 若其中不含其他有害物质, 中和稀释后, 即可排放。

(2) 含 Cr(VI) 化合物 (致癌) 的废液, 可加入还原剂 (FeSO_4 , Na_2SO_3) 使之还原为 Cr(III) 后, 再加入碱 (NaOH 或 Na_2CO_3), 调 pH 至 6~8, 使之形成 Cr(OH)_3 沉淀除去。

(3) 含氰化合物的废液, 加入硫酸亚铁, 使之变为氰化亚铁沉淀除去; 或者加入次氯酸钠, 使氰化物分解为二氧化碳和氮气而除去。

(4) 含汞化合物的废液, 加入 Na_2S , 使之生成难溶的 HgS 沉淀而除去。

(5) 含铅等重金属的废液, 加入 Na_2S , 使之生成硫化物沉淀而除去。

(6) 含砷化合物的废液, 加入 FeSO_4 , 并用 NaOH 调节 pH 至 9, 使砷化物生成亚砷酸钠或砷酸钠与氢氧化铁共沉淀而除去。

3. 废渣 通常采用掩埋法处理废渣。有毒或溶于地下水的废渣必须经化学处理后, 深埋于远离居民区的指定地点。无毒废渣可直接掩埋, 有毒与无毒废渣的掩埋地点都要有专人记录。

1.2.4 危险化学试剂的分类、性质和管理

危险化学品是指具有着火、爆炸或中毒危险的物质, 对这些物质一定要有所了解。根据危险化学试剂的性质, 可将其大致分为易燃、易爆和有毒物质三大类。

1. 易燃物 易燃物是指在空气中能够自燃或遇到其他物质容易燃烧的化学试剂, 其分类、性质和管理见表 1.3。

表 1.3 易燃化学试剂分类、性质和管理

分类	常用药品	性质	注意事项	灭火方法
自燃物	白磷、硝酸纤维素、有机金属化合物 R_nM (R = 烷基或烯丙基, M = Li、Na、K 等) 等	常温下即可被空气氧化、放热, 达到燃点导致自燃	处理毒性大的自燃物质时, 要戴防护面具和胶皮手套	此类物质起火时, 可用干燥沙土覆盖, 用泡沫或 CO_2 灭火器灭火
易燃液体	甲醇、乙醇、乙醚、丙酮、汽油、吡啶、甲苯、柴油、煤油等	沸点低、易挥发和燃烧, 其蒸气一般具有毒性和麻醉性, 大多数属于有机溶剂	使用易燃液体时, 要戴防毒面具, 加热时避免明火, 及时排风。存放在阴凉处, 废液集中保管、回收	此类物质起火时, 用 CO_2 灭火器; 若其周围的可燃物着火, 最好用大量水灭火
易燃固体	红磷、镁粉、氯酸盐、过氧化物、乙醇钠、二硝基苯、 α -萘酚等	燃点低, 受热、撞击、摩擦或遇氧化剂, 引起燃烧或爆炸	存于阴凉、干燥、通风、隔热和防水的地方, 远离明火。性质相反的试剂(强氧化剂与强还原剂)或能相互引燃的试剂要分开存放	一般用水灭火, 但碱金属过氧化物燃烧时不能用水。通常要根据燃烧物及周围设施选择灭火方法, 避免燃烧物与灭火剂发生反应
遇水易燃物	金属钠、钾、锂、铷、铯及其氢化物, 碳化物和钠汞齐等	遇水剧烈反应, 产生可燃性气体, 引起燃烧或爆炸	使用这类物质时, 要戴胶皮手套或用镊子操作, 绝不可用手直接拿取	此类物质起火时, 可用干沙土覆盖, 严禁用水或潮湿的东西或 CCl_4 及 CO_2 灭火器

2. 易爆物 化学试剂爆炸大致分为两种情况：一种是可燃性气体与空气混合，达到其爆炸界限浓度时发生燃烧爆炸；另一种是由于加热、撞击、摩擦、曝晒以及与酸、碱、金属及氧化性物质接触时，易于分解的物质，在瞬间发生剧烈的化学反应，产生突然汽化的分解爆炸。易爆化学试剂的分类、性质和管理见表 1.4。

表 1.4 易爆化学试剂的分类、性质和管理

分类	常用药品	性质	注意事项	灭火方法
可燃性气体	H_2 、 C_2H_2 、 CO 、 H_2S 、 CS_2 、甲醚、氨、甲胺、氯甲烷、氰化氢	如果泄漏并滞留不散, 当达到一定浓度时, 即着火爆炸	此类气体的高压钢瓶应放在室外通风良好的地方, 避免阳光直射。使用可燃气, 要开窗通风; 乙炔会分解爆炸, 不可将其加热或撞击。根据需要, 戴防护面具或防毒面具	采用通常灭火方法。泄漏气体量大时, 尽可能关闭气源, 扑灭火焰, 开窗, 立即离开现场

续表

分类	常用药品	性质	注意事项	灭火方法
分解爆炸物	硝酸酯、硝酸铵、硝基化合物、叠氮化合物等	由于加热或撞击引起着火爆炸。接触酸、碱、金属及还原剂物质等,会发生爆炸	(1) 不可将此类物质与酸、碱、金属及还原剂随便混合,根据需要准备好或戴上防护面具、耐热防护衣或防毒面具 (2) 贮存于阴凉、通风、干燥处	可用 CO ₂ 灭火器和泡沫灭火器、干粉灭火器
氧化剂与有机物混合	过氧化钠与醋酸等	这类试剂不是由于外力作用引发爆炸,而是由于混入了某些有机物,引发燃烧或爆炸	(1) 使用浓 HNO ₃ 、HClO ₄ 、H ₂ O ₂ 等时,与有机物分隔存放 (2) 存于阴凉、通风、干燥处,需要准备好防护面具	可用 CO ₂ 灭火器和泡沫灭火器、干粉灭火器

3. 有毒物质 有毒化学试剂是指对人体和其他生物有强烈伤害作用的物质。少量有毒化学试剂侵入人体时,人会局部或全身中毒以致死亡。这类试剂有气体、液体、固体 3 种状态,可以通过人的呼吸器官、消化器官和皮肤进入体内,其分类、性质和管理见表 1.5。

表 1.5 有毒化学试剂的分类、性质和管理

分类	常用药品	性质	注意事项
毒气	HF、HCl、SO ₂ 、HBr、H ₂ S、PH ₃ 、CO、Cl ₂ 、Br ₂ 、F ₂ 、光气、HCN 等	具有窒息性或刺激性。允许浓度在 200 mg/m ³ (空气) 以下	使用毒气时,必须严格遵守操作规程,要有良好的防护装置、通风设备,备有防毒面具和解毒药品
强酸、强碱	HCl、H ₂ SO ₄ 、HNO ₃ 、CCl ₃ COOH、NaOH、KOH、Ca(OH) ₂ 等	刺激皮肤,有腐蚀作用,造成化学烧伤	备乳胶手套。腐蚀性试剂对人体、金属、纤维、塑料及毛发等具有不同程度的腐蚀作用,腐蚀过程中产生大量热,因而要与氧化剂,易燃、易爆物隔离,并存放于阴凉、干燥、通风处
剧毒固体	无机氰化物、Hg、As ₂ O ₃ 、可溶性汞盐、钡盐、铊盐等	毒性很强、中毒快、严重者致死	贴好标签,单独贮存,专人管理;备有防毒面具、乳胶手套,良好通风,并备解毒药品。实验完毕,认真洗手
有毒有机物	苯、甲醇等有机溶剂,苯胺及其衍生物,芳香硝基化合物等	有机毒物,遇火易燃烧	贴好标签,单独贮存,专人管理;备有防毒面具、乳胶手套,良好通风,并备解毒药品。实验完毕,认真洗手