

实验无机化学

郑化桂编

中国科学技术出版社

06
73

社

实验无机化学

郑化桂 编

YAN
WUJI
HUA XUE

中国科学技术大学出版社

实 验 无 机 化 学

郑化桂 编

责任编辑：夏文斌 封面设计：盛琴琴

*

中国科学技术大学出版社出版

(安徽省合肥市金寨路 96 号)

中国科学技术大学印刷厂印刷

安徽省新华书店发行 各地新华书店经售

*

开本：787×1092/16 印张：17.75 字数：428千

1988 年 8 月第 1 版 1988 年 8 月第 1 次印刷

印数：1—3000 册

ISBN7-312-00090-8/O·43

书号：13474·45 定价：3.80 元

内 容 提 要

《实验无机化学》一书共分五章。内容包括化学实验基本知识、基本操作、无机化学实验的基本原理和一些实验仪器的使用说明等，其中第四章为实验内容部分，注重于重要化学原理的应用，强调学生技能训练和能力培养，所编选的六十个实验内容系统、全面，由浅入深，有较大的选用余地。

本书适宜于综合大学化学系实验无机化学课的教材，亦可供其它各类化学、化工院校以及专科等有关师生参考使用。

前 言

本书是在中国科学技术大学多年来试用的《无机化学实验讲义》的基础上,参照一些兄弟院校的教学经验和有关资料编写而成的,可供作大学一年级实验无机化学课程的教材。

本书共分五章,第一章、第二章、第三章和第五章内容包括化学实验基本知识、基本操作、无机化学实验的基本原理和一些重要仪器的简介等。这部分内容供老师讲授或指导学生实验时参考,并兼作学生预习和自学时的参考。第四章为实验内容部分,收集了包括设计实验在内共60个实验,分化学原理、元素基本性质两大类,可供老师或学生选择使用。

本书在编写过程中注意到要把作风和能力的培养放在首位这一重要原则。书中强调学生要自觉树立实事求是、尊重科学的严谨治学态度以及严守规章、注意安全、勤俭节约、相互协作、乐于助人的优良作风。在实验过程中,书中主张严格要求、大胆放手、鼓励创新;强调基本操作要规范化,技能要系统化;力求引导学生进行课堂内与课堂外相结合、理论与实践相结合、动脑与动手相结合。

本书在编写过程中充分考虑到,随着教学体制和教学方法改革形势的发展,要求实验内容和形式不断有所更新。因此,在内容编排上,本书采用由浅入深、由简单到复杂、由专题到综合循序渐进的原则。60个实验基本上呼应于大学一年级《无机化学》的主要内容,融汇了学生必须具备的基本操作规则和技能。其中有些实验,还编选了两种以上的实验方法并从原理和操作上进行了适当的比较。这一切,目的在于力图强化基础理论、基本知识和实验技能的训练。本书所选的内容除了要反映理科特点外,还要尽量顾及各类学科的要求,便于各类学校在不同条件下、不同时期内对本教材进行挑选使用,同时也便于不同人员进行参考。

本书在编写过程中还考虑到要突出重点。在化学原理的实验中,有关热力学和结构方面的知识主要是强调它们在基础无机化学中的某些应用;元素性质实验方面精简和浓缩了部分传统的试管实验,加强了定性分析和无机化合物制备方面的内容。在突出重点的原则下,适当地向后继课程中进行了若干渗透,以便引起同学们的兴趣,激发他们钻研之心,引导他们树立重视打基础的科学学习方法,同时也想纠正某些认为无机实验就是摇晃试管的偏见。

本书在编写过程中得到了刘清亮副教授的大力支持和具体指导,他会同刘双怀副教授、席兰芝老师审阅了本书的初稿,并提出了许多重要的修改意见。在本书编写前,郑能武、赵化桥、张祖德、聂俊英、徐菱、胡祥余、余华明、张幼娟、汪培芬等教研室同志反复讨论、修改过其中的许多实验内容。余华明同志还参与了部分内容的抄写和绘图工作。在此谨向以上各位深表感谢。

由于编者水平有限、编写时间仓促,本书一定有许多缺点和错误,希读者批评指正。

编 者

1988年7月

于中国科学技术大学

目 录

前言	(i)
第一章 化学实验基本知识	(1)
一、实验室规则	(1)
二、化学实验室内的安全操作	(1)
三、实验室中意外事故的急救处理	(2)
四、实验室中一些剧毒、强腐蚀性药品介绍	(2)
五、防火与灭火	(4)
六、防爆炸	(8)
第二章 化学实验室内基本操作	(11)
一、常用玻璃仪器的洗涤和干燥	(11)
二、容量仪器及其使用方法	(12)
三、台秤与天平的使用	(16)
四、试剂及其取用方法	(20)
五、固体药品的溶解	(21)
六、固体和液体的干燥	(22)
(一) 固体的干燥方法	(22)
(二) 液体的干燥方法	(24)
七、加热方法	(24)
八、冷却方法	(29)
九、固液分离和分液操作方法	(31)
十、气体发生、净化、干燥和收集	(34)
十一、温度计、秒表和试纸的使用	(39)
十二、简单玻璃工操作和塞子钻孔	(40)
十三、实验室内简单聚乙烯塑料制品的加工	(47)
十四、简单的金工操作	(49)
(一) 化学实验所必需的金工操作	(49)
(二) 焊接及其它粘接法	(51)
第三章 无机化学实验的基本原理	(54)
一、无机化学实验的数据处理	(54)
(一) 无机化学中常用量的测定	(54)
(二) 测量中的误差	(55)
1. 系统误差; 2. 偶然误差; 3. 过失误差	

(三) 测量中误差处理方法	(56)
1. 绝对误差; 2. 相对误差; 3. 标准偏差; 4. 可靠测量值存在的区间; 5. 算术平均值与真值的偏差 以及算术平均值的极限误差; 6. 准确度与精密度; 7. 仪器的精度与测量误差的估计; 8. 误差的传递	
(四) 提高实验准确度的方法	(61)
1. 选择合适的测定方法; 2. 减少测量误差; 3. 增加平行测定次数、减少偶然误差; 4. 减少系统误差	
(五) 有效数字及计算规则	(62)
1. 有效数字; 2. 有效数字的运算规则	
(六) 实验结果的数据处理	(65)
1. 数据的计算处理步骤; 2. 作图法处理实验数据	
二、元素基本性质	(67)
三、无机化合物提纯及制备	(67)
(一) 无机化合物提纯的一般方法	(67)
1. 结晶和重结晶; 2. 蒸馏; 3. 其它方法	
(二) 无机化合物制备的一般方法	(70)
1. 利用水溶液中离子反应来制备无机化合物; 2. 晶体的制备方法; 3. 由矿石制备无机化合物; 4. 非水溶剂制备化学; 5. 分子间化合物的制备; 6. 无水化合物的制备	
四、离子的分离鉴定	(78)
(一) 离子的分离方法	(78)
1. 沉淀分离法; 2. 挥发和蒸馏分离法; 3. 萃取分离法; 4. 离子交换分离法	
(二) 离子鉴定的原则和方法	(85)
1. 鉴定反应进行的条件; 2. 鉴定反应的选择; 3. 鉴定技巧	
(三) 常见阳离子的硫化氢系统分析方法简介	(88)
1. 盐酸组和硫化氢组阳离子的分离和检出; 2. 硫化铵组阳离子的分离和检出; 3. 碳酸铵组、易溶 组阳离子的分离和检出	
(四) 常见阳离子两酸两碱系统分组	(101)
(五) 阴离子的检出	(101)
1. 阴离子分析的特点; 2. 阴离子的初步检验; 3. 阴离子的检出	
(六) 固体试样的分析	(105)
1. 试样的初步检验; 2. 阳离子的分离检出; 3. 阴离子的分离检出; 4. 分析结果的判断	
第四章 实验内容	(109)
一、安全教育、认领仪器	(109)
二、玻璃棒、滴管的制作和洗瓶的装配	(109)
三、置换法测定镁的当量	(111)
四、阿伏伽德罗常数的测定	(113)
五、分子量的测定	(114)
(一) 气体密度法测定二氧化碳的分子量	(114)
(二) 杜马法测定四氯化碳的分子量	(116)
(三) 凝固点下降法测定硫的分子量	(118)
六、通过水溶液中离子反应来制备无机盐	(120)
(一) 硝酸钾的制备及提纯	(120)

(二) 从碳酸氢铵和氯化钠制备碳酸钠	(121)
七、硫酸亚铁铈的制备	(122)
八、中和热的测定	(123)
九、化学反应速度与活化能	(127)
十、酸碱滴定	(130)
十一、 $I_2 \rightleftharpoons I_3^- + I^-$ 体系平衡常数的测定	(132)
十二、醋酸电离常数的测定	(134)
pH 值测定法, 半中和法, 电导率法	
十三、溶度积的测定	(141)
(一) 氯离子选择电极法测 $PbCl_2$ 的溶解度与溶度积常数	(142)
(二) 离子交换法测定 $PbCl_2$ 的溶度积	(144)
十四、氧化还原反应和电化学	(146)
十五、电极电位的测定	(148)
十六、电镀	(150)
十七、物质结构和性质的关系	(152)
十八、卤素	(157)
十九、碱金属、碱土金属	(159)
二十、氯化钠的提纯	(162)
二十一、水溶液中 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 等离子的分离和检出	(163)
二十二、过氧化氢和硫	(165)
二十三、硫代硫酸钠的制备和应用	(168)
二十四、硼、铝和碳、硅、锡、铅	(171)
二十五、四氯化锡的制备	(176)
二十六、氮、磷	(177)
二十七、砷、锑、铋	(179)
二十八、焦磷酸钾的制备和无氰镀铜	(182)
二十九、阴离子定性分析	(184)
三十、络合物	(185)
三十一、银氨络离子配位数的测定	(187)
三十二、铜、银、锌、镉、汞	(188)
三十三、水溶液中 Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Bi^{3+} 、 Zn^{2+} 等离子的分离和检出	(190)
三十四、钛、钒	(193)
三十五、由钛铁矿制备二氧化钛	(194)
三十六、铬、锰	(195)
三十七、由铬铁矿制取重铬酸钾	(197)
三十八、由白钨矿制取三氧化钨	(198)
三十九、铁、钴、镍	(199)
四十、水溶液中 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Zn^{2+} 等离子的分离和检出	(202)

四十一、三草酸根络铁(Ⅲ)酸钾的制备	(204)
四十二、三草酸根络铁(Ⅲ)酸根离子的电荷测定(离子交换法)	(205)
四十三、三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备、组成及其配位键类型	(206)
四十四、氯化二氯四水合铬(Ⅲ)的制备	(210)
四十五、Cr(Ⅲ)配位化合物的吸收光谱	(211)
四十六、磺基水杨酸络铜(Ⅱ)的组成及稳定常数的测定	(214)
四十七、设计实验	(216)
(一) 过氧化氢分解动力学研究	(217)
(二) 硫酸铜的制备及结晶水的测定	(218)
(三) 亚汞离子的双聚结构的测定	(219)
(四) 从铝矿中分离铁	(220)
(五) 由 $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_2$ 制备 CoCl_2	(220)
(六) 从废定影液中回收金属银	(221)
(七) 固体试样的定性分析	(221)
第五章 实验室中一些仪器的使用说明	(223)
一、25型酸度计	(223)
(一) 基本原理	(223)
(二) 仪器的结构	(223)
(三) 仪器使用方法	(224)
二、PXD-2型通用离子计	(226)
(一) 一般原理	(226)
(二) 仪器的使用方法	(226)
三、电导的测定和电导仪的使用	(227)
(一) 电导测定的一般原理	(227)
(二) 电导仪的使用	(228)
四、光吸收的基本定律和分光光度计的使用	(230)
(一) 光吸收的基本定律	(230)
(二) 分光光度计的使用	(231)
五、气压计的使用说明	(232)
附 录:	(234)
1. 不同温度下水的饱和蒸气压(mmHg)	(234)
2. 不同温度下若干常见无机化合物的溶解度(克/100克水)	(235)
3. 气体在水中的溶解度	(247)
4. 常用酸、碱的浓度	(247)
5. 弱电解质的电离常数(约0.1—0.01N水溶液)	(248)
6. 溶度积常数	(249)
7. 常见沉淀物的pH值	(251)
8. 某些络离子的不稳定常数	(252)

9. 标准电极电势	(255)
10. 某些离子和化合物的颜色	(263)
11. 某些试剂溶液的配制	(265)
12. 几种常用的化学手册	(268)
13. 国际原子量表	(270)

第一章 化学实验室基本知识

一、实验室规则

1. 课前应认真预习，明确实验目的和要求，了解实验的内容、方法和基本原理。
2. 实验时应遵守操作规则，注意安全、爱护仪器、节约药品。
3. 遵守纪律，不迟到，不早退、保持室内安静。
4. 实验中要认真操作，仔细观察各种现象，将实验中的现象和数据如实记在报告本上。根据原始记录，认真地分析问题，处理数据，写出实验报告。
5. 实验过程中，随时注意保持工作环境的整洁，火柴、纸张和废品等必须丢入废物缸内。
6. 实验完毕后，将玻璃仪器洗净，公用仪器放回原处，把实验台和药品架整理干净，清扫实验室。最后应检查门、窗、水、电、煤气是否关好。

二、化学实验室内的安全操作

在进行化学实验时，需经常使用水、电、煤气并常碰到一些有毒、有腐蚀性或者易燃、易爆的物质。不正确和不经心的操作以及忽视操作中必须注意的事项都能够造成火灾、爆炸和其它不幸事故的发生。发生事故不仅危害个人，还会危害周围同志，使国家财产受到损失，影响工作的正常进行。因此，重视安全操作，熟悉一般的安全知识是非常必要的。我们必须从思想上重视安全，决不要麻痹大意，但也不能盲目害怕而缩手缩脚不敢大胆做实验。

为了保证实验的顺利进行，必须熟悉和注意以下安全措施：

1. 必须熟悉实验室及其周围环境和水、电、煤气、灭火器的位置。
2. 使用电器时，要谨防触电，不要用湿的手、物去接触电源，实验完毕后应及时拔下插头，切断电源。
3. 一切有毒的恶臭气体的实验，都应在通风橱内进行。
4. 为了防止药品腐蚀皮肤或进入体内，不能用手直接拿取物品，要用药勺或指定的容器取用。取用一些强腐蚀性的药品如氢氟酸，溴水等，必须戴上橡皮手套。决不允许用舌头品尝药品的味道。实验完毕后须将手洗净。严禁在实验室内饮食，严禁将食品及餐具等带入实验室中。
5. 不允许将各种化学药品混合，以免引起意外事故，自行设计的实验需和教师讨论并征得同意后方可进行。
6. 易燃物（如酒精、丙酮、乙醚等）、易爆物（如氯酸钾），使用时要远离火源，用

完应及时加盖存放阴凉的地方。

7. 酸碱是实验室常用试剂, 浓酸碱具有强烈腐蚀性, 应小心取用, 不要把它洒在衣服或皮肤上。实验用过的废酸应倒入指定的废酸缸中。

8. 用完煤气后, 或遇临时煤气中断供应时, 应立即关闭开关。如遇煤气泄漏时, 应停止实验, 进行检查。

9. 实验完毕后, 值日生和最后离开实验室的人员应负责检查门、窗、水、煤气是否关好, 电闸是否拉开。

10. 实验室内所有药品不得携出室外, 用剩的有毒药品应还给教师。

三、实验室中意外事故的急救处理

实验室内备有小药箱, 以应发生事故时临时处理之用。

1. 割伤 (玻璃或铁器刺伤等)

先把碎玻璃从伤口处挑出, 如轻伤可用生理盐水或硼酸液擦洗伤处, 涂上紫药水 (或红汞), 必要时撒些消炎粉, 用绷带包扎。伤势较重时, 则先用酒精在伤口周围清洗消毒, 再用纱布按住伤口压迫止血, 立即送往医院。

2. 烫伤

可用 10% KMnO_4 溶液擦洗灼伤处, 若伤势较重, 撒上消炎粉或烫伤药膏, 用油纱绷带包扎, 切勿用冷水冲洗。

3. 受强酸腐蚀

先用大量水冲洗, 然后涂上碳酸氢钠油膏。如受氢氟酸腐蚀, 应迅速用水冲洗, 再用稀苏打溶液冲洗, 然后浸泡在冰冷的饱和硫酸镁溶液中半小时, 最后敷以硫酸镁 20%、甘油 18%、水和盐酸普鲁卡因 1.2% 配成的药膏, 伤势严重时, 应立即送医院急救。

当酸溅入眼睛时, 首先用大量水冲洗眼睛, 然后用稀的碳酸氢钠溶液冲洗, 最后再用清水洗眼。

4. 受强碱腐蚀

立即用大量水冲洗, 然后用 1% 柠檬酸或硼酸溶液冲洗。

当碱液溅入眼睛时, 先用水冲洗, 再用饱和的硼酸溶液冲洗, 最后滴入蓖麻油。

5. 磷烧伤

用 5% 的硫酸铜, 1% 的硝酸银或高锰酸钾溶液处理后, 送医院治疗。

6. 吸入溴、氯等有毒气体

可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒, 同时应到室外呼吸新鲜空气。

7. 触电事故

应立即拉开电闸, 切断电源, 尽快地用绝缘物 (干燥的木棒, 竹杆) 将触电者与电源隔离。

四、实验室中一些剧毒、强腐蚀性药品介绍

1. 氰化物

氰化钾、氰化钠、丙烯腈等，系烈性毒品，进入人体50毫克即可致死，与皮肤接触经伤口进入人体，即可引起严重中毒。这些氰化物遇酸产生氰氢酸气体，易被吸入人体而中毒。

在使用氰化物时，严禁用手接触。大量使用这类药品时，应戴上口罩和橡皮手套。含有氰化物的废液，严禁倒入酸缸，应先加入硫酸亚铁使之转变为毒性较小的亚铁氰化物，然后倒入水槽，再用大量水冲洗贮放器皿和水槽。

2. 汞和汞的化合物

汞的可溶性化合物如氯化汞，硝酸汞都是剧毒物品。实验中应特别注意金属汞（如使用温度计、压力计、汞电极等），因金属汞易蒸发，蒸气有剧毒，又无气味，吸入人体具有积累性，容易引起慢性中毒，所以切不可麻痹大意。

汞的比重很大（约为水的13.6倍），作压力计时，应用厚玻璃管，贮汞容器必须坚固，且应用厚壁的，并且只应存放少量汞而不能盛满，以免容器破裂或脱底而使汞流失。在装置汞的仪器下面应放一搪瓷盘，以免不慎将汞洒在地上。为减少室内的汞蒸汽，贮汞容器应是紧密封闭，汞表面加水复盖，以防蒸汽逸出。

若不慎将汞洒在地上，它会散成许多小珠溅入到各处，分成表面积很大的蒸发面，此时应立即用滴管或毛笔尽可能将它收起，然后用锌皮接触使其成合金而消除之，最后再撒上硫磺粉，使汞与硫反应产生不挥发的硫化汞，或用三氯化铁溶液处理。

废汞切不可倒入水槽冲入下水管道，因为它会积聚在水管套头处，长期蒸发，毒化空气，误洒入水槽的汞也应及时消除。使用和贮存汞的房间应保持通风。

3. 砷的化合物

砷和砷的化合物都有剧毒，常使用的是三氧化二砷（砒霜）和亚砷酸钠。这类物质的中毒一般由于口服引起。当用盐酸和粗锌作用制备氢气时，也会产生一些剧毒的砷化氢气体，应加以注意。一般将产生的氢气经过高锰酸钾洗涤后再使用。砷的解毒剂是二巯基丙醇，肌肉注射即可解毒。

4. 硫化氢

硫化氢是极毒的气体，有臭鸡蛋味，它能麻痹人的嗅觉，以致不闻其臭，所以特别危险。使用硫化氢和用酸分解硫化物时，应在通风橱中进行。

5. 一氧化碳

煤气中含有一氧化碳，使用煤炉和煤气时，一定要提高警惕，防止中毒。煤气中毒，轻者头痛、眼花、恶心；重者昏迷。对中毒的人应立即移出中毒房间，呼吸新鲜空气，行人工呼吸，保暖，及时送医院治疗。

6. 很多有机化合物也具有毒性

常用的有机化合物有苯、二硫化碳、硝基苯、苯胺、甲醇等，人们常用作溶剂，容易引起中毒，特别是慢性中毒，使用时应特别注意和加强防护。

7. 溴

溴为棕色液体，易蒸发成红色蒸汽，强烈地刺激眼睛催泪，能损伤眼睛、气管和肺。触及皮肤轻者剧烈的灼痛，重者溃烂，长久不愈，使用时应带橡皮手套。

8. 氢氟酸

氢氟酸与氟化氢都具有剧毒、强腐蚀性，灼伤肌体，轻者剧痛难忍、重者肌肉腐烂，透

入体内，如不及时抢救，就会造成死亡，因此在使用氢氟酸时，应特别注意，操作必须在通风橱内进行，并带上橡皮手套。

其它剧毒、腐蚀性无机物还很多，如磷、铍的化合物，可溶性钡盐、铅盐、浓硝酸、碘蒸汽等，使用时都应注意，这里不一一介绍。

五、防火与灭火

实验室内常使用易燃物质，实验中也经常产生易燃物质，如果对此缺乏足够的认识，就会发生火灾。

物质的导热性是决定该物质向周围散发热量的因素之一，导热性低的物质易积累热量，就易燃，这些物质一旦在着火点以下进行缓慢氧化，加之通风不好，就会逐渐积累热量，当达到着火温度时就会发生自燃。如实验室用过的浸过油或沾染油漆的破布和废物，常因自燃而引起燃烧以致造成火灾。此外，电火、煤气和乙醇等有机溶剂所发生的火灾也较为常见。

在充满易燃物蒸汽的室内，要特别注意烟火以及电闸、马达、电池、静电化学反应等所发生的火花，因为这些火种都能引起火灾。例如某实验者，在看盛有机物的木桶是否倒空时，竟用火柴去照亮，结果引起了严重火灾。

业务知识的缺少也可以造成火灾。如某实验员把盛满水的圆底烧瓶，久放在木制的实验台上，因受强日光直射，引起聚光作用，结果烧了半个实验台。对这类活生生的教训，应引以为戒。

下面这些物质彼此混合，特别容易引起火灾，尤应注意：

活性炭与硝酸铵。

沾染了强氧化剂（如氯酸钾）的衣服。

抹布与浓硫酸。

可燃性物质（木材、织物等）与浓硝酸。

有机物与液氧。

铝与有机氯化物。

硝酸铵或氯酸钾与有机物混合。

磷化氢、硅烷、烷基金属及白磷等与空气接触。

易燃性气体、液体与火种。

一些易燃性气体和液体的性质见表1—1所示：

表 1—1 易燃液体和气体的性质

化 合 物	液体的比重 (水 = 1)	蒸气的比重 (空气 = 1)	沸点(°C)	20°C时液 体的比热	20°C时蒸汽压 mm Hg 柱	在沸点时 的蒸发热	燃烧热 (高)	闪点°C	着火温度 °C	体气中爆炸限度 (体积百分比)	
										低	高
乙 醛	0.78	1.52	21	—	760	136	6,300	-27	185	4	57
丙 酮	0.79	2.00	56.5	0.53	185	124.5	7,430	-18	538	2.0	13
乙 炔	—	0.91	-84	—	—	—	12,000	气体	335	2.5	80
氮 苯	—	0.60	-33.4	—	—	327	5,075	气体	650	15	26
苯 胺	1.02	3.22	184	0.50	<0.5	104	8,720	75	538	—	—
萘	1.25	1.15	340	—	—	—	9,540	121	472	0.63	—
苡 苯	0.88	2.77	80	0.41	75	94.3	10,000	-11	538	1.4	8.0
二 硫 化 碳	1.3	2.64	46	0.24	298	84	3,400	-30	100	1.0	50
一 氧 化 碳	—	0.97	-190	—	—	50.5	2,440	气体	650	12.5	74
环 已 烷	0.78	2.90	80	—	77	86	11,140	-17	296	1.3	8.4
乙 烷	—	1.05	-88	—	—	258	12,400	气体	510	3.0	12.5
乙 烯	0.79	1.59	78	0.58	44	204	7,140	13	371	3.5	19
乙 醚	0.71	2.56	35	0.54	442	84	8,295	-45	180	1.9	37
乙 酸 已 酯	0.90	3.04	77	0.46	73	88	5,540	4	524	2.2	11.5
乙 烯	—	0.98	-103	—	—	—	12,300	气体	450	2.8	29

续表 1-1

煤	气	—	—	—	—	—	—	—	250—370	气体	650	5.3	31
煤	油	<1	—	—	—	—	—	—	10,800	65	338	6.0	13.5
氰	氢	0.70	0.9	26	—	—	210 (20℃)	—	6,080	-32	538	6	40
氢	气	—	0.07	-253	—	—	108	—	33,900	气体	585	4	74
硫	化	—	1.19	-60	—	—	132	—	3,820	气体	260	4.3	46
甲	烷	—	0.55	-162	—	—	138	—	13,300	气体	537	5	15
甲	醇	0.79	1.11	64.7	0.60	96	263	—	5,400	11	427	6	36.5
萘		1.15	4.42	218	—	—	76	—	9,600	80	559	0.9	5.9
硝基(代)苯		1.2	4.25	211	0.35	—	79	—	6,025	88	482	—	—
石油(轻)		—	4	125	0.60	—	—	—	10,500	-43	257	1.3	7.5
石油(重)		—	4.8	140—200	0.53	—	—	—	11,500	—	—	—	—
羟	胺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	129℃ 时爆炸	—	—
磷	化	—	—	—	—	—	—	—	—	气体	40—60	>1	(可在 室温下 着火)
胍		—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	4.7	100

万一发生火灾，不能惊慌失措，要冷静、果断、迅速地采取措施进行扑救。灭火的原则是：移去或隔绝燃料的来源，隔绝空气（氧），降低温度。对不同物质引起的火灾，扑救的方法也不同。见表 1-2。

表 1-2 实验室灭火方法

燃 烧 物	灭 火 法	原 理 或 说 明
羊毛、纸张、纺织物、废物一类的普通易燃物	砂、水以及碱、酸，灭火器	隔绝空气，降温
石油、油、苯、油漆、油脂一类	二氧化碳灭火器	适用于室内一些珍贵物件或仪器上灭火
	泡沫灭火器、石棉布或普通麻袋	隔绝空气
醇、醚之类	水	冲淡，降温，隔绝氧
在电表、仪器上或附近的燃烧	四氯化碳、溴代甲烷、二氧化碳灭火器	不导电，对人安全
电动机燃烧（电器）	四氯化碳、溴代甲烷、二氧化碳灭火器	使用砂、水及泡沫会损坏仪器
可燃性气体燃烧	任何液体或气体的灭火器	关闭气源尽量不通空气，注意可能与空气混合后引起的爆炸
钠、钾、碳化物、磷化物等与水起反应而形成的燃烧	干砂	使用水或泡沫反而助长火灾，卤素烃与轻金属能起强烈反应

救火时，灭火器是方便而有效的器具。但是，灭火机的种类很多，性能和效用各异，平时必须熟悉清楚，实验室常见的有以下几种：

二氧化碳灭火器 利用 CO_2 气体的阻燃性质。它扑灭轻微火灾有效，还可以扑灭电火，用完可以重装。

二氧化碳泡沫灭火器 它具有二氧化碳灭火机的优点，同时产生的泡沫具有隔绝氧气的作用，但由于泡沫是良导体，所以不能用于扑灭电器失火。

四氯化碳（或溴代甲烷）灭火器 它是常用的而且灭火效果最好的一种灭火机，但遇火能分解成烟和氯化氢，有时还会产生极毒的光气，所以，只适用室外或通风的室内灭火。但绝不可用于碱或碱土金属存在时的火灾，因为那会引起爆炸。据报道，溴代甲烷的效力比其它灭火剂高几倍，但其毒性不低于四氯化碳。

液体卤化碳氢化物灭火器 这类液体和四氯化碳一样，在燃烧物上，能形成惰性的沉重

蒸气，达到隔绝空气的目的。此类灭火器可用于扑灭电火。

正如表1—2中提到的，除灭火器外，砂箱（袋）、石棉布、水等在适宜的场合下都是有效的灭火器材，平时必须准备便当。做到有备无患。

一旦发生火灾，除互相配合奋力扑救外，更要即时报告消防部门，以便采取有效措施，从而减少损失。在失火时或救火中，衣服着火时，千万不要乱跑，因为这会由于空气的迅速流动而加剧燃烧，应当躺在地上，并就地滚动，这样一方面可压熄火焰，另一方面也免得火焰烧到头部。

六、防 爆 炸

激烈的氧化反应，或者有些放热反应里有气体、极细的分散组成以及反应能以爆炸速度激烈进行时，就要产生爆炸。爆炸界限是蒸气在空气中的最高和最低浓度。在界限之外是不会发生爆炸的，在这之内的混合物形成爆炸限度。爆炸界限受压力、温度、催化剂的存在，容器容量大小，火焰的延伸方向等许多因素的影响。

易燃性物质与某些混合物（如炸药）接触是极易爆炸的。另外，许多不稳定的物质易在分解时产生爆炸。这一类物质的特性是分子中含某些原子团，如有一O—O—基的过氧化物，含有一N—Cl基的氮的氯化物，含有一N₃原子团的叠氮酸及某些盐，含有一C≡C—基的炔化合物等。

在实验室日常工作中，可能遇到爆炸反应的典型例子，简介如下：

1. 醚爆炸

它在常温下蒸气压很高，比空气重2.6倍，着火点是18℃，每升空气中含1克乙醚蒸气就能自燃。所以对它不能用直接加热，而只能用水浴加热。

乙醚长期与空气接触时，会逐渐氧化而生成爆炸性极强的亚乙基过氧化物 $(CH_3-CH\begin{smallmatrix} O \\ \diagup \diagdown \\ \diagdown \diagup \\ O \end{smallmatrix})$ 。所以，在蒸发过程中，往往由于过氧化物的逐渐积累而产生爆炸。通常这种氧化物的沸点较乙醚高，因此爆炸往往发生在蒸馏的末尾。但只要采取有效措施，醚的爆炸完全可以避免。在使用醚时，如果发现有过氧化物存在，可加入2N硫酸亚铁的酸性溶液来消除危险。为了除去氧化物分解出的乙醛和乙酸，可与铬酸液共同摇荡，然后加氢氧化钠使其呈碱性，分离后加入碳酸钠进行蒸馏，经过这样处理之后使用就安全了。

2. 可能爆炸的物质

(1) 高氯酸(HClO₄)与还原剂和有机物反应可能发生爆炸。无水的高氯酸自身也能爆炸，浓度在60—70%时它的性质较稳定，超过85%，以上就会逐渐变色而爆炸。一般商品的浓度为72.4%。

(2) 高氯酸镁是一种干燥剂，很稳定，但与强酸或有机物混合使用就易爆炸。

(3) 高氯酸酯类具有强烈爆炸性质，因此它的乙醇溶液（除含相当量的水之外），绝对不可加热。

(4) 硝酸钴和硝酸、亚硝酸、某些有机物混合时，易产生雷酸及乙硝肝酸，二者都可