

中国石油和化学工业优秀教材
普通高等教育“十二五”规划教材

无机 及 分析化学实验

第2版
2nd Edition

李志林 赵晓珑 焦运红 主编



化学工业出版社

中国石油和化学工业优秀教材
普通高等教育“十二五”规划教材

无机及分析化学实验

第2版

李志林 赵晓珑 焦运红 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《无机及分析化学实验》第2版全面详尽地介绍了化学实验的预备知识、无机及分析化学实验中的常用仪器和基本操作,全面覆盖了基础化学实验的基本操作和基本技能。在保持第一版基本格局的前提下,作者重新审定了全部内容,增加了综合设计与探索性实验项目。实验按照基本实验、提高型实验、研究创新型实验分为三大类。

《无机及分析化学实验》第2版可作为综合性大学化学、应用化学、生命科学、材料以及环境等专业,农林院校及医学院校相关专业本科生的实验教材,也可作为高校教师及实验技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验/李志林,赵晓珑,焦运红主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2015.11

中国石油和化学工业优秀教材 普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-25334-7

I. ①无… II. ①李…②赵…③焦… 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. ①O61-33②O652.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)等240377号

责任编辑:刘俊之
责任校对:边涛

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:高教社(天津)印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张15½ 字数382千字 2016年1月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:38.00元

版权所有 违者必究

前 言

《无机及分析化学实验》于 2007 年出版,受到广大读者的肯定和好评,2008 年获得第九届中国石油和化学工业优秀教材奖。第 2 版在第一版的基础上,主要进行了如下两个方面的修改。

第一,根据“入门常识—理论巩固(四大平衡和四大滴定)—综合提高”的原则,对原有的 36 个实验顺序进行了调整,使其与《无机及分析化学》第 2 版的理论内容相呼应;

第二,增加了 8 个新实验,其中 1 个无机基础制备实验和 7 个研究创新型实验。

《无机及分析化学实验》第 2 版由李志林、赵晓珑、焦运红主编,李志林负责全书统稿。感谢河北大学化学与环境科学学院教材资金的资助和化学工业出版社在本书出版过程中所给予的大力支持,感谢河北大学化学与环境科学学院各级领导、无机化学教研室和分析化学教研室老师们在本书编写过程中所给予的热忱帮助,感谢化学与环境科学学院教师刘磊、吕树芳对本书编写提出的宝贵建议。

由于编者水平有限,疏漏和不足在所难免,恳请使用本教材的师生提出宝贵的修改意见。

编者

2015 年 7 月

第一版前言

无机及分析化学实验是一门独立的基础实验课程，是化学实验的重要分支，也是学习其他化学实验的重要基础。无机及分析化学实验是学生进入大学后的第一门实验课程，因而它对奠定学生良好的实验基础特别重要，是必须熟练掌握的基本功。它虽是一门独立开设的课程，但在内容上又与无机及分析化学课程密切配合，使实验课与理论课二者既相互独立设课、自成教学体系，又互为依托，相辅相成，各有特色，构成了未来自然科学工作者的无机及分析化学知识基础。

无机及分析化学实验是以实验为手段，研究无机及分析化学中的重要理论，典型元素及其化合物的性质，定性、定量分析方法以及相关仪器、装置、基本操作和有关原理的一门课程，是学生化学实验技能与化学素质培养不可缺少的重要环节。

本书本着宽领域、渐进式、交互式、开放式来编排实验，所选实验共分三大类。

第一类为基本实验：包括化学热力学、化学动力学初步知识、电解质溶液、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、配位解离平衡、物质结构理论以及元素部分、误差理论、滴定分析原理等内容，以及一些物理化学参数的测定。通过该部分实验，使学生掌握化学实验的基本知识、基本理论、基本操作、基本技能，使化学实验的基本训练系统化。

第二类为提高型实验：涵盖了综合性、半设计性、设计性和应用性实验项目，尽可能结合化学领域的新反应、新理论、新技术和新试剂的应用，筛选了一些重要的、典型的反应，包括无机制备、常数测定、物性测定、组成分析、定性分析、定量分析和仪器分析等，通过从原料的选择、中间产物以及目标产物的分析鉴定，培养学生综合分析问题、解决问题的能力，使学生受到科学思维和科学实验的综合素质训练，初步具备一定的实验设计、科学研究及应用研究的能力。

第三类为研究创新型实验：与开放式实验教学和科研训练相结合，融多样化教学形式于一体，学生在导师指导下自行查阅国内外相关文献资料、自行设计实验方案，完成研究内容，归纳、整理、分析实验结果，撰写论文。该类实验给学生创造了独立分析问题、解决问题的机会，重在科研能力的训练和创新思维的培养，为在化学及相关的科学技术和其他领域从事科研、教学及相关工作打下良好的基础。

根据上述实验内容和选取原则，共选编了 36 个实验，任课教师可根据实验室具体情况选取。

本书的编写参考了相关教材、国家标准和互联网上有关内容，主要参考文献列在相关内容参考文献部分，在此向文献原作者深表谢意。

本书可作为综合性大学化学、生命科学、材料、环境等专业，农林院校及医学院校相关专业本科生的实验教材。

本书由李志林主编，并负责全书统稿，马志领、翟永清同志参加了本书部分编写工作。感谢河北大学化学与环境科学学院给予的大力支持，感谢无机化学教研室同志们们的热忱帮助。由于编者水平有限，本书的不足与疏漏，恳切希望读者批评指正，我们将不胜感激。

编著者

2007年4月

目 录

第一章 实验室预备知识	1
第一节 怎样进行无机及分析化学实验	1
第二节 无机及分析化学实验中的安全操作和事故处理	1
一、常见化学毒物	1
二、安全守则	5
三、剧毒、易燃、易爆和具有腐蚀性药品的使用规则	5
四、安全用电常识	6
五、灭火常识	7
六、意外事故的紧急处理	7
七、“三废”处理	8
第三节 标准知识介绍	8
一、国际标准	8
二、我国标准的类别	8
三、标准的编号	9
第四节 分析实验室用水规格和试验方法	10
第二章 误差概念 有效数字 作图	12
一、测量中的误差	12
二、有效数字	13
三、实验记录与数据处理	14
四、作图方法简介	22
第三章 无机及分析化学实验常用仪器介绍与基本操作	24
第一节 无机及分析化学实验常用仪器介绍	24
第二节 无机及分析化学基本操作	28
一、常用仪器的洗涤和干燥	28
二、加热的方法	30
三、冷却方法与制冷剂	38
四、玻璃操作和塞子钻孔	38
五、称量	40
六、液体体积的量度	49
七、化学药品的取用	54
八、化学试剂的存放	55
九、溶液的配制	55
十、气体的发生、净化、干燥和收集	59
十一、滤纸、烧结过滤器	61

十二、试纸	63
十三、搅拌	64
十四、溶解与沉淀	65
十五、结晶和固液分离	65
十六、固体的干燥	70
十七、温度测量仪表	71
十八、干燥剂、干燥器及其使用注意事项	71
十九、重量分析基本操作	73
第四章 分析试样的采集与制备	79
一、采样的目的和基本原则	79
二、采样方案和采样记录	79
三、采样技术	80
四、固体化工产品的采样	81
五、液体化工产品的采样	82
六、其他产品的采样	84
第五章 实验	86
实验一 安全教育、常用仪器的认领、洗涤和干燥	86
实验二 玻璃管(棒)和滴管的制作	89
实验三 由金属铜制备五水合硫酸铜	91
实验四 化学试剂与药用氯化钠的制备与限度检验	93
实验五 化学反应热效应的测定	97
实验六 化学反应速率和速率常数的测定	100
实验七 水溶液中的解离平衡与缓冲溶液	103
实验八 分析天平性能的测定与称量练习	105
实验九 容量器皿的校准	112
实验十 盐酸标准溶液的配制和标定	116
实验十一 氢氧化钠标准溶液的配制和标定	118
实验十二 醋酸解离常数和解离度的测定	120
实验十三 食用醋中总酸含量的测定	121
实验十四 酸式磷酸酯的制备及其组分的测定	122
实验十五 配合物的生成和性质	125
实验十六 磺基水杨酸铁配合物的组成及稳定常数的测定	128
实验十七 铁的比色测定与条件实验	131
实验十八 EDTA 标准溶液的配制与标定	134
实验十九 水中钙、镁含量及总硬度的测定	135
实验二十 生命相关元素(一) 宏量元素	138
实验二十一 生命相关元素(二) 微量元素	150
实验二十二 生命相关元素(三) 污染(有毒)元素	165
实验二十三 氧化还原反应	169
实验二十四 高锰酸钾标准溶液的配制和标定	172

实验二十五	化学需氧量 (COD) 的测定	174
实验二十六	药用葡萄糖含量的测定	176
实验二十七	土壤中有机质含量的测定	178
实验二十八	维生素 C 片剂的碘量法与紫外分光光度法测定	181
实验二十九	硝酸银标准溶液的配制与标定	182
实验三十	生理盐水中 NaCl 含量的测定	185
实验三十一	水质全盐量的测定	187
实验三十二	氟离子选择性电极测定自来水中微量氟	188
实验三十三	含铬废水的测定及其处理	192
实验三十四	固体释氧剂过氧化钙的制备及含量测定	194
实验三十五	三草酸合铁 (Ⅲ) 酸钾的制备与组成分析	195
实验三十六	侯氏联合制碱法与碳酸钠和碳酸氢钠含量的测定	200
实验三十七	硫代硫酸钠的制备及含量测定	203
实验三十八	水热法制备纳米二氧化锡	207
实验三十九	微波法制备纳米磷酸钴及其表征	209
实验四十	疏水二氧化硅的制备及表征	210
实验四十一	碳酸铝铵分解制备纳米氧化铝	213
实验四十二	液相反应制备磁性四氧化三铁	214
实验四十三	二氯化六氨合镍 (Ⅱ) 的制备、组成分析及物性测定	215
实验四十四	碱式硫酸镁晶须的合成及表征	217
附录		220
附录一	pHS-3C 型精密 pH 计的使用说明	220
附录二	BP211D 电子天平操作规程	222
附录三	自动滴定仪 (ZD 型自动滴定仪)	223
附录四	721 型分光光度计	227
附录五	722 型光栅分光光度计的使用方法	228
附录六	酸解离常数 (298.15K)	229
附录七	碱解离常数 (298.15K)	230
附录八	溶度积常数 (298.15K)	230
附录九	常用酸碱溶液的相对密度和浓度	232
附录十	常用缓冲溶液的配制	233
附录十一	常用基准试剂的干燥条件和应用	233
附录十二	不同温度下标准溶液的体积的补正值	234
附录十三	常用标准溶液的保存期限	235
附录十四	常用指示剂的配制	236
参考文献		239

第一章 实验室预备知识

第一节 怎样进行无机及分析化学实验

(1) 实验前必须认真预习,明确目的要求,弄清有关基本原理、操作步骤,特别是试剂的物化性质、安全注意事项,认真写出预习报告。要做到心中有数,有计划地进行实验。

(2) 实验前应熟悉实验室环境、布置和各种设施,具备必要的安全知识。

(3) 实验中应听从教师指导,严格遵守实验室各项规章制度,集中精神,保持肃静,严格按照操作规程进行实验,做到细致观察,周密思考,科学分析,如实准确记录实验现象、数据。欲改变实验内容,须事先征得教师同意。

(4) 爱护国家财产,节约药品、水、电和煤气。使用精密、贵重仪器时,应熟悉操作方法后再进行操作。损坏仪器、设备必须立即向教师报告。

(5) 注意实验室的安全卫生,废纸、火柴梗、碎玻璃以及各种废液等应放入废物缸或其他规定的回收容器内,养成良好的习惯。实验结束后,应将仪器洗刷干净并放回原处,整理好药品,擦干净实验台面,清理水槽和周围地面,保持实验室整洁。如发生事故,要保持镇定,迅速切断电源,采取有效措施,设法制止事态扩大,保护现场,并立即向指导老师报告。

(6) 最后检查煤气开关和自来水开关是否关紧,电源是否切断,得到指导教师准许,方可离开实验室。

(7) 根据原始记录,严肃认真地写出实验报告,实验报告要绘图规范,文理通顺,结论明确,准时交给指导教师。

第二节 无机及分析化学实验中的安全操作和事故处理

化学药品中,有很多是易燃、有腐蚀性和有毒性的,所以在化学实验室,首先必须在思想上十分重视安全问题,绝不能麻痹大意,其次,在实验前应充分了解本实验中的安全注意事项,在实验过程中应集中注意力,并严格遵守操作规程,才能避免事故的发生,假如由于各种原因而发生事故,应立即处理(措施见后)。

一、常见化学毒物

毒物是指某物质进入人的机体以后,能引起局部或整个机体功能发生疾病的物质。化学实验室中的化学药品及试剂溶液品种很多,大多具有一定的毒性及危险性。

由毒物所引起任何疾病的现象,都称为中毒。

(一) 化学试剂中毒的三个途径

通过呼吸道中毒:由呼吸道吸入有毒气体、粉尘、蒸气、烟雾能引起呼吸系统中毒。这

种形式的中毒是比较常见的，尤其是有机溶剂的蒸气和化学反应中所产生的有毒气体。如乙醚、丙酮、甲苯等蒸气和氰化氢（气体）、氯气、一氧化碳等。

通过消化道中毒：除误食吞服外，更多的情况是由于手上污染毒物，在吸烟、进食、饮水时咽入消化系统而引起中毒。这类毒物以剧毒的粉剂较为常见，如氰化物、砷化物、汞盐等。

通过触及皮肤中毒和五官黏膜受刺激：某些毒物接触皮肤，或其蒸气、烟雾、粉尘对眼、鼻、喉等的黏膜产生刺激作用。如汞剂、苯胺类、硝基苯等，可通过皮肤黏膜吸收而中毒。氮的氧化物、二氧化碳、三氧化硫、挥发性酸类、氨水等，对皮肤黏膜和眼、鼻、喉黏膜刺激性都很大。

毒物从以上三个途径进入人的机体以后，逐渐侵入血液系统直至遍及全身各部分，引起更加危险的症状。特别是由消化系统侵入，经肝脏进入血液，以及从呼吸道进入肺泡中被吸收都是比较迅速的。

(二) 属于危险品的化学药品

- ① 易爆和不稳定物质。如浓过氧化氢、有机过氧化物等。
- ② 氧化性物质。如氧化性酸，过氧化氢也属于此类。
- ③ 可燃性物质。除易燃的气体、液体、固体外，还包括在潮气中会产生可燃物的物质。如碱金属的氢化物、碳化钙及接触空气自燃的物质如白磷等。
- ④ 有毒物质。
- ⑤ 腐蚀性物质。如酸、碱等。
- ⑥ 放射性物质。

(三) 常见化学毒物的特性及容许浓度

见表 1-1。

表 1-1 常见化学毒物的特性及容许浓度

类别	名称	特性	容许浓度
气体	氯气 Cl ₂	黄绿色气体，具有刺鼻臭味，溶于水，液氯能引起严重的灼烧。能与许多化学物品如乙炔、乙醚、氨气、氢气、松节油、金属粉末等猛烈反应，发生爆炸或生成爆炸性产物	≤1mg/m ³
	一氧化碳 CO	无色无臭气体，微溶于水。剧毒！极易燃，能与空气形成爆炸性混合物	≤50mg/m ³
	二氧化硫 SO ₂	无色气体，具有刺鼻恶臭，在-10℃以下会液化，有一定的水溶度，并刺激眼睛和呼吸系统	≤13mg/m ³
	二氧化氮 NO ₂	黄褐色气体，剧毒！极强的氧化剂。自身不燃，遇衣物或其他可燃物，能立即起火	≤9mg/m ³
	二溴乙烷 CH ₂ BrCH ₂ Br	具有特殊甜味，不燃。化学性质较稳定。毒性比溴甲烷强	<25mg/m ³
	二氯乙烷 CH ₂ ClCH ₂ Cl	具有特殊的甜味，沸点 83.5℃。化学性质稳定，无腐蚀性	<50mg/m ³
	磷化氢 PH ₃	无色气体，具有臭鱼气味。沸点-88℃，微溶于水，往往因含有少量 P ₂ H ₃ ，能自行着燃，发出光亮火焰。剧毒！极易燃	<3mg/m ³
	溴甲烷 CH ₃ Br	有浓毒臭味，沸点 3.6℃。不燃，是有机物质的强溶剂。对皮肤有腐蚀性	<20mg/m ³

续表

类别	名称	特性	容许浓度
酸类	硫酸 H_2SO_4	无色至暗褐色的油状液体, 腐蚀性强, 化学性质非常活泼, 不燃。遇电石、硝酸盐、苦味酸盐、金属粉末及其他可燃物等猛烈反应, 发生爆炸或燃烧, 遇水与有机物等猛烈反应, 发生爆炸或燃烧, 放出大量热量	$\leq 0.5 \text{ mg/m}^3$
	硝酸 HNO_3	无色至淡黄色发烟液体, 可溶于水, 腐蚀性强, 有非常刺鼻的窒息气味。化学性质活泼, 不燃, 能与多种物质如电石、松节油、金属粉末等猛烈反应, 发生爆炸。遇可燃或易氧化物即着火	$\leq 2 \text{ mg/m}^3$
	盐酸 HCl	无色至微黄色液体, 气味刺激性强, 不燃, 但能与普通金属反应, 放出氢气与空气形成爆炸性混合物	$\leq 5 \text{ mg/m}^3$
	磷酸 H_3PO_4	无色黏稠状液体或潮湿的白色结晶, 自身不燃, 能与水相混溶。与金属反应, 放出氢气, 能与空气形成爆炸性混合物	$\leq 1 \text{ mg/m}^3$
	草酸 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	无色结晶或白色粉末, 微溶于冷水, 易溶于热水。可燃, 粉尘有毒, 在 $150\sim 160^\circ\text{C}$ 升华并部分分解。高温下分解放出一氧化碳和甲酸蒸气。遇银盐反应生成草酸银, 具有爆炸性, 性质活泼, 与过氧化物、硝酸或其他氧化剂接触有爆炸危险	$\leq 1 \text{ mg/m}^3$
	甲酸 HCOOH	无色发烟液体, 有刺鼻恶臭味。溶于水, 可燃, 具有一定程度的失火危险。闪点 69°C , 能放出刺激性蒸气	$\leq 9 \text{ mg/m}^3$
	醋酸 CH_3COOH	无色液体, 具有刺鼻酸味。溶于水, 放出刺鼻性蒸气。易燃, 化学性质活泼, 与过氧化物、硝酸或其他氧化剂接触有爆炸危险	$\leq 25 \text{ mg/m}^3$
碱类	氢氧化钠 NaOH	无色, 有棒、片、粒状固体, 溶于水。腐蚀性强, 能造成灼烧伤。不燃, 但遇水放出大量热量。能使可燃物燃烧。遇金属反应放出氢气	2 mg/m^3
	氢氧化钾 KOH	与氢氧化钠相同	
	氨水 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	无色透明液体, 有刺鼻性气味。能与醇、醚相混溶。与酸反应激烈, 放出大量的热	
盐类	硝酸银 AgNO_3	无色透明结晶或白色结晶, 溶于水。在有机物存在下曝光变灰黑色。具有腐蚀性, 遇可燃物、有机物或易氧化物着火。并能助长火势	0.01 mg/m^3 (以 Ag 计)
	硝酸铜 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	蓝色结晶, 为氧化剂。遇易氧化物反应猛烈, 会引起燃烧或爆炸。可燃烧着火能助长火势。 170°C 时分解, 放出剧毒的氮氧化物	
	硝酸铵 NH_4NO_3	无色结晶, 强氧化剂。 210°C 开始分解, 温度高分解放出剧毒的气体。分解急剧能导致爆炸。与可燃碎末混合能发生激烈反应而爆炸	
	硝酸钠 NaNO_3	无色或白色结晶, 为强氧化剂。易吸湿, 遇氧化物会发生激烈燃烧或爆炸, 并助长火势	致死量: $15\sim 30 \text{ g/人}$
	硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	白色粉末或无色结晶。在 240°C 熔化解, 放出有毒气体。高温下与氧化剂接触, 易发生爆炸	
	氯化铵 NH_4Cl	无色结晶或呈白色颗粒性粉状。溶于水。不燃, 在高温下能腐蚀金属。与银盐能生成一种灵敏度很高, 容易发生爆炸的化合物	
	草酸盐	大多数草酸盐是无色的, 其中草酸铵、草酸钾、草酸钠等溶于水, 剧毒	

续表

类别	名 称	特 性	容 许 浓 度
有机毒物	乙醚 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	无色液体,有特殊气味。沸点 34°C ,蒸气有毒! 不溶于水。极易燃,在低温下的蒸气也能与空气形成爆炸混合物。在空气中与氧长期接触或在玻璃瓶内受阳光照射能生成不稳定的过氧化物,受热能自行着火与爆炸。蒸气比空气重,扩散很远,能到达火源再闪回燃着	$1.2\text{g}/\text{m}^3$
	乙醛 CH_3CHO	无色液体,具有刺鼻的水果气味。与水相混溶。化学性质活泼。易氧化或还原。在空气中自行氧化,生成不稳定的过氧化物,以致爆炸。沸点 21°C ,极易燃。蒸气比空气重,扩散远,遇火源着燃并把火焰沿气流相反方向引回	$5\text{mg}/\text{m}^3$
	甲苯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	无色液体,有似苯的气味。不溶于水,能放出有毒蒸气,蒸气比空气重,能扩散相当远,遇到火源着火并引回。易燃。蒸气能与空气形成爆炸性混合物	$<200\text{mg}/\text{m}^3$
	甲醇 CH_3OH	无色液体,沸点 65°C ,易挥发,与水相溶。能放出有毒蒸气。蒸气能与空气形成爆炸性混合物。极易燃	$<200\text{mg}/\text{m}^3$
	丙酮 CH_3COCH_3	无色液体,具有特殊气味,沸点 56°C ,与水相溶。蒸气有麻醉效应。易燃,蒸气能与空气形成爆炸性混合物	$<2.4\text{g}/\text{m}^3$
	石油醚	无色液体,易燃,具有刺激性和毒性。沸点 $30\sim 160^\circ\text{C}$ 的馏分。蒸气能与空气形成爆炸性混合物	$<500\text{mg}/\text{m}^3$
	四氯化碳 CCl_4	无色液体,具有特殊臭味,沸点 77°C 。与水不相溶。蒸气有毒,不燃,可用作灭火剂,但灭火时能生成剧毒的光气	$<10\text{mg}/\text{m}^3$
	氯仿 CHCl_3	无色液体,有甜味及特殊气味。具有挥发性,不溶于水。蒸气有毒,沸点 61°C ,不燃	$<50\text{mg}/\text{m}^3$
	苯 C_6H_6	无色液体,具有挥发性特殊气味。沸点 80°C ,与水不相溶。蒸气有毒,并能经皮肤吸入,极易燃,液体比水轻,蒸气比空气重,扩散远,遇火源燃着	$<25\text{mg}/\text{m}^3$ (对皮肤)
	丁酮 $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$	无色液体,沸点 80°C ,具有特殊气味,蒸气有毒。易燃,液体比水轻,蒸气比空气重,扩散远,遇火源燃着。蒸气与空气形成爆炸性混合物	$<200\text{mg}/\text{m}^3$
液化毒物	邻苯二酚 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$	无色结晶粉末,溶于水。能经皮肤吸收,引起腐蚀性灼伤	
	液氧 O_2	蓝色液体,液态氧中共存的液、气两种状态是很强的氧化剂。与可燃性物质混合,形成爆炸性混合物。与不可燃物质接触,也进行剧烈反应	
	液氢 H_2	无色无臭气体,易燃。蒸气与空气形成爆炸性混合物,燃烧生成无色火焰。液态开始蒸发,沉积地面,扩散升温后,遇湿空气生成浓雾,可见的浓雾外围能形成爆炸性混合物	
	液氮 N_2	无色无臭液体,沸点 -196°C ,不燃。常温下的蒸气密度与空气相等。与皮肤接触产生冻疮	
特殊有毒物	氰化钾 KCN	白色固块或结晶,有微弱的苦杏仁气味。剧毒!!! 不燃,遇酸能放出易燃的氰化氢气体	$5\text{mg}/\text{m}^3$ (对皮肤)
	氰化钠 NaCN	白色固块或片状物,自身不燃。剧毒!!! 遇酸放出易燃的氰化氢气体	$5\text{mg}/\text{m}^3$
	氯化苦 CCl_3NO_2	一种强烈的催泪气体,不燃,在潮湿情况下有腐蚀性。常温下难挥发。沸点 112°C	$<3\text{mg}/\text{m}^3$
	敌敌畏 DDVP	对热稳定,不燃烧。有机溶剂中稳定,有水存在时被分解,有碱存在加速分解,酸存在减慢分解。分解可能放出一种醋酸味。沸点高且蒸气压力低	
	汞(水银) Hg	银白色沉重液体,不溶于水。能放出有毒蒸气并能经皮肤吸收	$0.01\text{mg}/\text{m}^3$ (对皮肤)
	汞化合物	外观、水溶度毒性差别颇大。有些为液体,能放出剧毒的蒸气,一般汞化合物比亚汞化合物毒性大。有机汞化合物的阈限值(对皮肤)为 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$	
	碘 I_2	蓝黑色结晶碎片,具有特殊气味。几乎不溶于水,放出有毒蒸气,与皮肤接触造成腐蚀性灼伤感	$<0.1\text{mg}/\text{m}^3$

二、安全守则

① 牢固树立四防（防火、防水、防盗、防事故）意识，充分重视防范，及时控制并消除事故苗头，切实做好四防工作。人人都应熟悉所在实验室气、电、水分闸和总闸位置及开关方法，熟悉灭火器材（灭火筒、灭火药粉、防火沙和麻包等）及各种钢瓶的位置和正确的使用方法；熟悉实验室及周边环境和安全出口。

② 一切易燃、易爆物质的操作都要在离火较远的地方进行，并严格按照操作规程操作。有毒、有刺激性的气体的操作都要在通风橱内进行。有危险的实验操作，必须谨慎小心，备有应急措施，做好劳动保护工作，必要时应有人监护。有时需要借助于嗅觉判别少量的气体时，绝不能将鼻子直接对着瓶口或管口，而应当用手将少量气体轻轻扇向自己的鼻孔。

③ 加热：浓缩液体的操作要十分小心，不能俯视加热的液体，加热的试管口更不能对着自己和别人，浓缩液体时，特别是有晶体出现之后，要不停搅拌，更不能离开工作岗位，尽可能戴上保护眼睛的面罩。

④ 绝对禁止在实验室内饮食、抽烟，娱乐、聊天（包括网上聊天、游戏）、打闹及做与实验无关的活动，以保证注意力集中，防止意外事故发生。

⑤ 有毒的药品（如铬盐、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞及汞的化合物、氰化物等）严格防止进入口内或接触伤口。实验室清出的垃圾和试剂、药品空瓶（须清除掉余液和废渣后），要分别倒（放）到指定的位置。剩余的废液绝不许倒入下水道，应回收后集中处理。

⑥ 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，使用时，不要溅在皮肤或衣服上，更应注意保护眼睛，稀释时（特别是浓硫酸），应在不断搅动下将它们慢慢倒入水中，而不能相反进行，以免迸溅。

⑦ 使用的玻璃管或玻璃棒切割后马上将断口烧熔保持圆滑，玻璃碎片要放在回收容器内，绝不能丢在地面上或桌面上。

⑧ 使用电器时，要严格按照安全用电规定，使用人员不能离开现场。水、电、煤气使用完毕后要立即关闭。人人都有责任维护消防器材、消防设备和设施，无火险严禁擅自挪用、玩耍、损坏消防安全器材和设备。

⑨ 万一出现意外事故应根据实际情况采取如下原则进行处理：a. 报警，及时报警并尽快通知主管部门或报告保卫部门；b. 排险，通力排险抢救，有效地控制事态的发展，尽可能地将发生事故伴随的灾害损失和伤害降低到最低限度；c. 逃生，及时疏散避开危险，保护生命安全；d. 保护好现场。

⑩ 实验中和实验完毕后应及时消除安全隐患，每次实验结束后，必须认真检查水、电、气是否关闭或切断，是否存在安全隐患。应将双手洗净，才可离开实验室。

三、剧毒、易燃、易爆和具有腐蚀性药品的使用规则

① 使用者必须对所用药品的危险性、预防措施、应急措施了如指掌，使用时应严格遵守各项操作规程，使用易燃易爆物品时，严禁明火。

② 绝不允许把各种化学药品任意混合，以免发生意外事故。

③ 实验使用的易燃易爆物品应按实际使用量领取，用剩的化学危险品应及时按规定处理。危险物品的空容器、废液渣滓应予妥善处理，严禁随意抛弃。接触化学危险品、剧毒品的仪器设备和器皿必须有明确醒目的标记。使用后及时清洁，特别是维修保养或移至其他场地前必须进行彻底的净化。

④ 氢气与空气的混合物遇火要发生爆炸，因此产生氢气的装置要远离明火，点燃氢气前，必须检验氢气的纯度，进行产生大量氢气的实验时，应把废气通至室外，并要注意室内的通风。

⑤ 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，不要把它们洒在皮肤或衣物上，废酸应倒入酸缸中，但不要往酸缸中倒碱液，以免因酸碱中和放出大量的热而产生危险，加热过的酸、碱经冷却后再分别倒入酸、碱缸中。

⑥ 强氧化剂（如氯酸钾、高氯酸）及其混合物（氯酸钾与红磷、碳、硫等的混合物）不能研磨，否则易发生爆炸。

⑦ 银氨溶液放久后会变成叠氮化银而引起爆炸，因此用剩的银氨溶液应及早处理，并注意回收。

⑧ 活泼金属钾、钠等不要与水接触或暴露在空气中，应将它们保存在煤油中，并用镊子取用。

⑨ 白磷有剧毒，并能灼伤皮肤，切勿让它与人体接触，白磷在空气中易自燃，应保存在水中，取用时，应在水下进行，切割后用镊子夹取。

⑩ 有机溶剂（乙酸、乙醚、苯、丙酮）易燃，使用时，一定要远离明火，用后要把瓶塞塞严，放在阴凉的地方，最好放入沙箱中。

⑪ 下列实验应在通风口或通风橱内进行：

a. 制备或反应产生具有刺激性的、恶臭的或有毒的气体（如 Hg 、 H_2S 、 Cl_2 、 I_2 、 CO 、 NO_2 、 SO_2 、 HF 、 Br_2 、氰化物等）时；

b. 取用浓 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、浓 HCl 、浓 HNO_3 、 Br_2 等易挥发试剂时；

c. 加热或蒸发 HCl 、 HNO_3 等时；

d. 某些产生有毒害气体的溶解或消化试样过程。

⑫ 氰化物有剧毒，砷盐和钡盐毒性也很大，都不能进入口内或接触伤口。汞易挥发，在人体内会积累起来，慢慢引起中毒，因此，不要把汞洒落在桌上或地面上，如遇洒落时，必须尽可能地把汞收集起来，并用硫黄粉盖在洒落的地方，以便把汞转变为硫化汞。

四、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，因此要特别注意安全用电。

为了保障人身安全，一定要遵守实验室安全规则。

（一）防止触电

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 所有电器的金属外壳都应保护接地。

④ 实验时，应先连接好电路后再接通电源。实验结束时，先切断电源再拆线路。

⑤ 修理或安装电器时，应先切断电源。

⑥ 不能用试电笔去试高压电。使用高压电源应有专门的防护措施。

⑦ 如有人触电，应迅速切断电源，然后进行抢救。

（二）防止引起火灾

① 使用的保险丝要与实验室允许的用电量相符。

② 电线的安全通电量应大于用电功率。

③ 室内若有氢气、煤气等易燃易爆气体，应避免产生电火花。继电器工作和开关电闸时，易产生电火花，要特别小心。电器接触点（如电插头）接触不良时，应及时修理或更换。

④ 如遇电线起火，立即切断电源，用沙或二氧化碳、四氯化碳灭火器灭火，禁止用水

或泡沫灭火器等导电液体灭火。

(三) 防止短路

- ① 线路中各接点应牢固，电路元件两端接头不要互相接触，以防短路。
- ② 电线、电器不要被水淋湿或浸在导电液体中，例如实验室加热用的灯泡接口不要浸在水中。

(四) 电器仪表的安全使用

① 在使用前，先了解电器仪表要求使用的电源是交流电还是直流电，是三相电还是单相电以及电压的大小（380V、220V、110V 或 6V）。须弄清电器功率是否符合要求及直流电器仪表的正、负极。

② 仪表量程应大于待测量。若待测量大小不明时，应从最大量程开始测量。

③ 实验之前要检查线路连接是否正确。经教师检查同意后方可接通电源。

④ 在电器仪表使用过程中，如发现有不正常声响，局部温升或嗅到绝缘漆过热产生的焦味，应立即切断电源，并报告教师进行检查。

五、灭火常识

(一) 起火原因

一般起火的原因有四种：

① 可能的固态药品（如纤维制品）或液态药品（如乙醚）因接触明火或处于高温下而燃烧；

② 能自燃的物质由于接触空气或长时间的氧化作用而燃烧（如白磷的自燃）；

③ 化学反应（如金属钠与水的反应）引起的燃烧和爆炸；

④ 电火花引起的燃烧（例如，电热器材因接触不良而出现火花，导致附近可燃烧物质着火）。

(二) 灭火

要根据起火的原因和火场周围的情况，采取不同的扑灭方法，起火后，不要慌乱，一般应立即采取以下措施。

1. 防止火势扩展

- ① 停止加热；
- ② 停止通风以减少空气（氧气）的流通；
- ③ 拉开电闸以免引燃电线；
- ④ 把一切可燃的物质（特别是有机物质和易爆的物质）移至远处。

2. 扑灭火焰

① 把沙土或石棉布覆盖在着火的物体上（实验室都应备有沙箱和石棉布，放在固定的地方）。

② 用泡沫灭火器喷射起火处，泡沫把燃烧的物质包围住，使火焰熄灭。

③ 由电器设备引起的火灾，要用四氯化碳灭火器或二氧化碳灭火器来扑灭，这是通过比水重的四氯化碳或二氧化碳气体使燃烧物体与空气隔绝而把火扑灭。当然，这种灭火器也适用于扑灭其他火灾。

④ 某些化学药品（如金属钠）着火时，不能用常规灭火方法，否则会引起更大的火灾，在这种情况下，应该用沙土来灭火。

六、意外事故的紧急处理

实验过程中，如发生意外事故，可采取如下救护措施。

① 玻璃割伤，伤口内若有玻璃碎片，须先挑出，然后涂上红药水并包扎。

② 烫伤，切勿用水冲洗。在烫伤处抹上黄色的苦味酸溶液、烫伤膏或万花油均可。

③ 酸（或碱）溅入眼内，立刻先用大量水冲洗，然后用饱和碳酸氢钠溶液（或硼酸溶液）冲洗，最后再用水冲洗。

④ 吸入刺激性或有毒气体，如吸入氯、氯化氢气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气使之解毒，吸入硫化氢气体而感到不适时，立即到室外呼吸新鲜空气。

⑤ 毒物进入口内，把 5~10mL 稀硫酸铜溶液加入一杯温水中，内服后，用手指伸入咽喉部，促使呕吐，然后立即送往医院治疗。

⑥ 触电，立即切断电源，在必要时进行人工呼吸。

七、“三废”处理

① 实验中要严格遵守国家环境保护工作的有关规定，不随意排放废气、废水、废物，不得污染环境。

② 实验过程会产生有害废气的实验应在通风橱中进行，把有毒气体排向高空。

③ 实验过程中的废液要倒入废液桶，不能直接倒入水池或下水道。实验结束后，经处理再统一倒入废液处理池。

④ 加强实验室剧毒品、危险品的使用管理，实验教师应详细指导并采用必要的安全防护措施，确保不污染环境。

⑤ 危险物品的空容器、变质料、废液渣滓应予妥善处理，严禁随意抛弃。

第三节 标准知识介绍

一、国际标准

国际标准是指国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）和国际电信联盟（ITU）所制定的标准，以及 ISO 出版的《国际标准题内关键词索引（KWIC Index）》中收录的其他国际组织制定的标准。

国际标准化组织（ISO）International Organization for Standardization 是目前世界上最大、最权威性的国际标准化专门机构。

目前许多国家直接把国际标准作为本国标准使用。按照国际上统一的标准生产，如果标准不一致，就会给国际贸易带来障碍，所以世界各国都积极采用国际标准。

ISO 9000 族标准是国际标准化组织颁布的在全世界范围内通用的关于质量管理和质量保证方面的系列标准，目前已被 80 多个国家等同或等效采用，该系列标准在全球具有广泛深刻的影响，有人称之为 ISO 9000 现象。

符合 ISO 9000 族标准已经成为在国际贸易上买方对卖方的一种最低限度的要求，就是说要做什么买卖，首先看你的质量保证能力，也就是你的水平是否达到了国际公认的 ISO 9000 质量保证体系的水平，然后才继续进行谈判。可以说，通过 ISO 9000 认证已经成为企业证明自己产品质量、工作质量的一种护照。

ISO 9000 族标准中有关质量体系保证的标准有三个：ISO 9001、ISO 9002、ISO 9003。

ISO 9001 质量体系标准是设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式；

ISO 9002 质量体系标准是生产、安装和服务的质量保证模式；

ISO 9003 质量体系标准是最终检验和试验的质量保证模式。

二、我国标准的类别

按《中华人民共和国标准化法》的规定，我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准