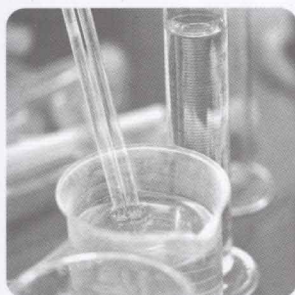


高等学校“十二五”规划教材

化学基础实验

董彦杰 主编

HUAXUE
JICHU
SHIYAN



化学工业出版社

高等学校“十二五”规划教材

化学基础实验

董彦杰 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书力图做到将化学的各二级学科实验交叉、融合、避免重复,同时为了方便授课,充分考虑了各模块的相对独立性。本书从化学实验基本知识讲起,依次介绍了无机化学实验、化学分析实验、仪器分析实验、有机化学实验、物理化学实验、化学教学论实验、化学工程基础实验、材料化学实验。在实验项目的选择上,注重验证性实验和设计性实验相结合,以培养学生的综合实验能力。

本书可作为化学、应用化学、材料科学、生物科学与技术、环境科学与工程、食品科学与工程等专业的教材,亦可供相关师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学基础实验/董彦杰主编. —北京:化学工业出版社, 2012.8

高等学校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-14940-4

I. ①化… II. ①董… III. ①化学实验-高等学校-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 166045 号

责任编辑:宋林青 江百宁

文字编辑:陈 雨

责任校对:蒋 宇

装帧设计:关 飞

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:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21¼ 字数 569 千字 2012 年 10 月北京第 1 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:36.00 元

版权所有 违者必究

前言

本书是高等学校“十二五”规划教材，内容包括化学实验基本知识、无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学实验、化工基础实验、材料化学实验、中学化学教学法实验等内容，读者对象为化学及其相关学科的本、专科生。本书主编董彦杰，副主编吴根华、夏宏宇、张元广。

安庆师范学院化学化工学院为了认真贯彻《国家中长期教育改革和发展规划纲要》精神，体现我院办学定位和办学理念，坚持“通识为基，能力为本，人文为魂，服务为重”，不断优化学生的知识结构，丰富社会实践，着力提高学生的学习能力、实践能力、创新能力，促进学生成长、成人、成才、成功，组织具有丰富教学经验的教师内研外调，吸取各兄弟院校的教改经验，发掘本校本科教学优势，制定出专业教学整体改革思路、规划方案，重新修订本科教学计划、基础课程教学大纲，组织编写了各专业“基础化学实验”讲义，已在我院、资源环境学院和生命科学学院使用，受到了广大师生的欢迎及好评。

本书编写力求体现以下特点：

在内容编排上体现以实验技术为主线，减少验证性实验内容，增加基本操作和综合性实验的内容，以培养和提高学生的动手能力及创新精神。

注重基础、规范操作，选用大量常规经典仪器，有利于学生的基础技能训练，为今后专业实验、毕业论文、研究生实验奠定基础。

注重综合，拓宽口径，使化学与生命科学、环境科学、材料科学等交叉渗透，将化学合成、成分分析及表征、常数测定、化工基础紧密结合，加强综合能力及应用能力培养。

展示先进，适当增加新内容。介绍新仪器、新方法、新技术，重视学生创新能力的培养。

充分体现以人为本、因材施教的原则，将某些实验内容进行扩展。根据学科特点，按照不同基础、不同专业学生的要求，选做不同层次的实验。

参加本书编写、复核的人员主要为化学化工学院的教师，基础知识部分由汪竹青负责，无机化学实验部分由王涛负责，分析化学实验部分由开小明负责，有机化学实验部分由有机化学教研室负责，物理化学实验部分由郭畅负责，化工基础实验部分由孔学军负责，中学化学教学法实验部分由徐汪华负责，材料化学实验部分由耿同谋负责。本书由董彦杰、杜荣斌、吴根华、夏宏宇、张元广统稿。

本书的编写，参阅了部分兄弟院校已出版的教材及相关著作，从中借鉴或吸取了有益的内容，化学工业出版社的编辑为本书的出版付出了辛勤劳动，在此一并致以诚挚的感谢。

本书旨在为高等师范院校提供全面、体系、重在能力培养、便于教学实施的化学实验教材。由于编者水平有限，教材中难免存在缺点和不足，恳请广大读者不吝批评指正。

编者

2012年4月于安庆

目 录

第一章 化学实验基本知识	1
第一节 实验室常识.....	1
第二节 化学试剂的一般知识.....	6
第三节 实验用水.....	6
第四节 化学试剂的取用方法.....	7
第五节 基础仪器.....	7
第二章 无机化学实验部分	18
实验 2-1 玻璃仪器的认领、洗涤和干燥	18
实验 2-2 灯的使用与简单玻璃加工	19
实验 2-3 粗食盐的提纯	25
实验 2-4 电离平衡和沉淀平衡	27
实验 2-5 氧化与还原平衡	30
实验 2-6 配位解离平衡	32
实验 2-7 乙酸电离度及电离常数的测定	35
实验 2-8 s 与 ds 区元素及化合物性质与检验	39
实验 2-9 p 区元素及化合物性质与检验 (一)——卤素、氧、硫	42
实验 2-10 p 区元素及化合物性质与检验 (二)——氮、磷、硅、硼	45
实验 2-11 d 区元素及化合物性质与检验	49
实验 2-12 硫酸铜的制备	52
实验 2-13 硝酸钾的制备和纯化	53
实验 2-14 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的制备和组成分析	54
实验 2-15 常温固相合成纳米氧化锌	57
第三章 分析化学实验部分	59
第一节 化学分析实验部分	60
实验 3-1 分析化学实验仪器的认领、清洗和干燥	60
实验 3-2 常用阳离子混合液的分离与鉴定	61
实验 3-3 无机离子定性分析	64
实验 3-4 分析天平的使用及称量练习——差量称量法	64
实验 3-5 酸碱标准溶液的配制及标定	68
实验 3-6 铵盐中含氮量的测定	70
实验 3-7 盐酸标准溶液的配制及标定	71
实验 3-8 混合碱的分析 (双指示剂法)	72
实验 3-9 EDTA 标准溶液的配制与标定	72
实验 3-10 自来水总硬度测定	74
实验 3-11 铝合金中铝含量的测定	75
实验 3-12 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	76
实验 3-13 COD 的测定	77

实验 3-14	高锰酸钾法测定过氧化氢的含量	78
实验 3-15	铜盐中铜含量的测定	79
实验 3-16	可溶性氯化物中氯含量的测定 (莫尔法)	81
实验 3-17	钡盐中钡含量的测定 (沉淀重量法)	82
实验 3-18	邻二氮菲分光光度法测定铁	83
实验 3-19	磺基水杨酸合铁 (Ⅲ) 配合物的组成及稳定常数的测定	85
实验 3-20	薄层色谱法——染料组分的分离和鉴别	87
实验 3-21	自拟方案实验 (设计实验)	89
第二节	仪器分析实验部分	89
实验 3-22	对羟基苯甲酸酯类混合物的反相高效液相色谱分析	89
实验 3-23	气相色谱定性分析——纯物质对照法	91
实验 3-24	用氟离子选择性电极测定微量 F^- ——标准曲线法	92
实验 3-25	用氟离子选择性电极测定微量 F^- ——Gran 作图法	94
实验 3-26	原子吸收光谱法测定水体中 Cu 的含量——标准曲线法	95
实验 3-27	荧光分光光度法测定水杨酸含量	97
实验 3-28	循环伏安法判断电极过程	99
实验 3-29	分光光度法测量水杨酸	100
实验 3-30	石墨炉原子吸收光谱法测定钼	101
实验 3-31	丁烷混合气的气相色谱分析——归一化法定量	102
第四章	有机化学实验部分	104
实验 4-1	蒸馏及沸点的测定	104
实验 4-2	重结晶	106
实验 4-3	熔点的测定	106
实验 4-4	萃取	108
实验 4-5	水蒸气蒸馏	110
实验 4-6	减压蒸馏	111
实验 4-7	烃的鉴定	113
实验 4-8	醇、酚、醚的性质	115
实验 4-9	醛、酮、羧酸及其衍生物的性质	117
实验 4-10	天然有机物性质及鉴定	120
实验 4-11	生物碱的提取 (从茶叶中提取咖啡因)	122
实验 4-12	正丁醚的制备	124
实验 4-13	苯乙酮的制备	125
实验 4-14	呋喃甲醇和呋喃甲酸的制备	125
实验 4-15	肉桂酸的合成	126
实验 4-16	β -萘甲醚的合成	127
实验 4-17	甲基橙的合成	128
实验 4-18	二苯甲醇的制备	129
实验 4-19	乙酰苯胺的制备	130
实验 4-20	乙酰乙酸乙酯的制备	131
实验 4-21	7,7-二氯双环 [4,1,0] 庚烷	132
实验 4-22	阿司匹林的制备	134

实验 4-23 环己烯的制备	135
实验 4-24 乙酸乙酯的制备	136
第五章 物理化学实验部分	138
物理化学实验测量技术	138
实验 5-1 恒温槽装配和性能测试	140
实验 5-2 物质燃烧热的测定 (电脑量热计)	145
实验 5-3 凝固点降低法测摩尔质量	149
实验 5-4 中和热的测定	151
实验 5-5 液体饱和蒸气压的测定	156
实验 5-6 双液系相图的测绘	160
实验 5-7 金属 (Bi-Cd) 相图测绘	163
实验 5-8 电极制备及电池电动势测量	165
实验 5-9 碳钢电极 (阳极) 极化曲线的测定 (恒电位法)	168
实验 5-10 弱酸电离常数测定	172
实验 5-11 蔗糖水解反应速率常数的测量	175
实验 5-12 乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	179
实验 5-13 丙酮碘化反应速率常数的测量	183
实验 5-14 最大气泡压力法测定溶液的表面张力	186
实验 5-15 电渗法测定胶粒的 ζ 电势	190
实验 5-16 黏度法测高聚物相对分子质量	192
实验 5-17 偶极矩的测定	196
实验 5-18 物质磁化率的测定	203
第六章 中学化学教学法实验部分	209
实验 6-1 “电解水”实验的准备和演示	209
实验 6-2 氧气的制法和性质	210
实验 6-3 “氢气”演示实验的准备	212
实验 6-4 氨气的实验室制备与性质实验	213
实验 6-5 同周期、同主族元素性质递变的实验	215
实验 6-6 配制一定物质的量浓度的溶液	216
实验 6-7 化学反应速率和化学平衡	218
实验 6-8 “银镜反应”演示实验的研究	220
实验 6-9 相对分子质量的测定	221
实验 6-10 阿伏伽德罗常数的测定	222
第七章 化学工程基础实验部分	225
实验 7-1 流量计校核实验	225
实验 7-2 流体流动阻力测定实验	228
实验 7-3 离心泵特性曲线测定实验	233
实验 7-4 恒压过滤常数的测定	235
实验 7-5 套管换热器传热系数的测定	238
实验 7-6 填料塔气体吸收实验	243
实验 7-7 精馏塔实验	249
实验 7-8 板式塔性能实验	253

实验 7-9	内循环反应器的无梯度检验	256
实验 7-10	内循环反应器测定氨合成动力学参数	260
实验 7-11	多釜串联的 RTD 测定	266
第八章	材料化学专业实验部分	270
实验 8-1	金相试样的制备	270
实验 8-2	光学显微镜的使用	274
实验 8-3	材料显微硬度的测试	277
实验 8-4	水泥熟料的制备	280
实验 8-5	粉体比表面积的测定——透气法	282
实验 8-6	水泥生料碳酸钙滴定值的测定	287
实验 8-7	黏土或坯料的可塑性测定	288
实验 8-8	黏土或坯料可塑性指数的测定	290
实验 8-9	陶瓷坯料配方实验	293
实验 8-10	陶瓷的制备	297
实验 8-11	玻璃的熔制	299
实验 8-12	纳米金胶体的制备及吸收光谱的测定	304
实验 8-13	离子液体辅助液相法制备二氧化锰	305
实验 8-14	丙烯酰胺水溶液聚合	307
实验 8-15	苯乙烯悬浮聚合（珠状聚合）	308
实验 8-16	醋酸乙烯酯的乳液聚合（白乳胶的制备）	309
实验 8-17	聚乙烯醇缩甲醛（化学胶水）的制备	312
实验 8-18	强酸型阳离子交换树脂的制备及其交换量的测定	313
实验 8-19	黏度法测定聚乙烯醇的相对分子质量	316
实验 8-20	光学显微镜法观察聚合物的结晶形态	319
附 录		322
附录 1	国际相对原子质量表	322
附录 2	国际单位制（SI）	323
附录 3	常见化合物的相对分子质量表	324
附录 4	常用弱酸及弱碱的解离常数	325
附录 5	难溶化合物的溶度积	327
附录 6	某些配离子的稳定常数	328
附录 7	常见沉淀的 pH 条件	328
附录 8	标准电极电位	329
附录 9	不同温度下水的饱和蒸气压	332
附录 10	常用酸碱的浓度、密度和一定浓度溶液的配制	333
附录 11	常用干燥剂	334
附录 12	常用缓冲溶液的配制	334
附录 13	标准 pH 溶液的配制	334
附录 14	常用指示剂的配制	335
附录 15	某些试剂溶液的配制	336
附录 16	某些离子和化合物的颜色	337
参考文献		339

第一章 化学实验基本知识

第一节 实验室常识

化学实验室是一个危险的工作环境，因为大家常常要使用一些危险药品，这些潜在的危险通常是不可避免的。所以，在进入实验室之前，每个人都有必要认真学习化学实验室的安全守则和规章制度。

1. 实验室安全守则

实验室的安全守则可以简单地用两个词来描述：一定、禁止。即：一定要熟悉实验室的安全程序；必要时一定要戴上防护眼镜；一定要穿实验服；离开实验室之前一定要洗手；实验前一定要认真阅读实验内容；一定要检查仪器是否安装正确；对待所有的药品一定要小心、仔细；一定要保持自己的工作环境清洁；一定要注意观察实验现象；遇到疑问一定要问指导老师。

实验室里禁止吃东西或喝水；实验室里禁止抽烟；禁止吸入、品尝药品；禁止妨碍或分散别人注意力；禁止在实验室里奔跑或大声喧哗；禁止独自一个人在实验室做实验；禁止做一些未经批准的实验。

2. 实验室安全事项

进入实验室一定要知道灭火器、灭火沙、灭火毯、安全淋浴等的确切位置。一定要知道灭火器的型号，如何使用，特别是如何取下安全栓。

(1) 眼睛的保护

在实验室里要尽可能地戴上护眼罩。因为碎玻璃或药品很可能会对眼睛造成永久的伤害。如果你有很多实验室工作要做，买一副安全的眼镜是很值得的。或者在普通的眼镜外面再戴上护眼罩或护目镜，在实验室里禁止戴隐形眼镜。如果眼睛里溅上药品，一定要紧急处理。

(2) 穿着、服装

在实验室里不宜穿太好的衣服，无论怎样仔细，都不可避免一些有机药品或酸液等溅到衣服上。在实验室里应穿上实验服。另外，也不要穿拖鞋、凉鞋。

(3) 仪器和设备

一般情况下，若不知道某个仪器或设备的功能，不要试图使用它们。像真空泵、旋转蒸发仪、压缩气体钢瓶等，一旦操作失误就可能导致仪器损坏，或者使实验失败，更严重的是导致一些事故的发生。

在安装实验仪器之前，要检查玻璃磨口是否沾有碎片或碎渣。在加药品反应之前，一定要检查所用仪器是否都夹紧、固定和安装好。

(4) 药品的处理

化学药品因有毒性、腐蚀性、易燃易爆而十分危险。下一节将讲述如何使用特别危险的药品，但所有的药品都应当小心谨慎。在实验室里最危险的是火，许多有机化合物在遇到明火时就会燃烧，特别是酒精、乙醚等低沸点溶剂。一个严重的溶剂火灾会在几秒钟内使实验室的温度升高到 100℃ 以上。在有机化学实验室里有条件的最好是不使用明火。要加热反应混合物或溶剂，最好是使用水浴、油浴、电炉或电热套等。有许多实验室现在仍然用酒精灯

加热，因此在操作时一定要防止火灾的发生。在点燃酒精灯之前，一定要检查周围有没有易燃的液体敞口放置。同样，在转移、倾倒易燃液体时，也要检查周围有没有明火。有机溶剂的蒸气压一般比空气大，因此千万不要随意将液体，特别是易燃溶剂倒入下水道或排水沟。

为防止吸入有机化合物的蒸气，实验室里应该备有可靠的通风设备。在使用一些特别有毒的药品时，或一些易放出挥发性气体或毒性蒸气的反应，最好在通风橱内完成。

时时都应该避免药品与皮肤接触，一些腐蚀性的酸液和药品很容易通过皮肤被吸收。在进行实验室常规工作时，最好戴上橡胶塑料手套，这样做可以减少药品与皮肤接触的危险。当使用一些腐蚀性或有毒性的药品时，一定要戴上厚一点的橡胶塑料手套。

(5) 散洒物

所有化学药品的散洒物都应被立即清除干净。在处理这些东西时一定要戴上手套。固体可以很容易抹进垃圾箱或废物缸，液体往往难以处理。酸性液体一定要用固体碳酸钠或碳酸氢钠中和，碱性液体一定要用硫酸氢钠中和，中性液体可以用土或滤纸吸附，因为滤纸并不能吸附所有的液体，因此建议使用沙土吸附。如果洒出的液体很容易挥发，常常是把它周围的东西清理一下，熄灭酒精灯，让液体自然挥发。

3. 危险化学药品

在实验室里，做任何一个实验之前，都应当阅读实验指导内容。一些药品的性质可用这些简单的词来提醒，易燃、易爆、强氧化性、腐蚀性、毒性、致癌物质，有的药品可能会有几种危险性。这些提醒语是和试剂瓶外包装上的提醒相似的，都用一些特别的标志来表示，这些标志都是统一规定、国际通用的。图 1-1 是一些常见的危险性标志。

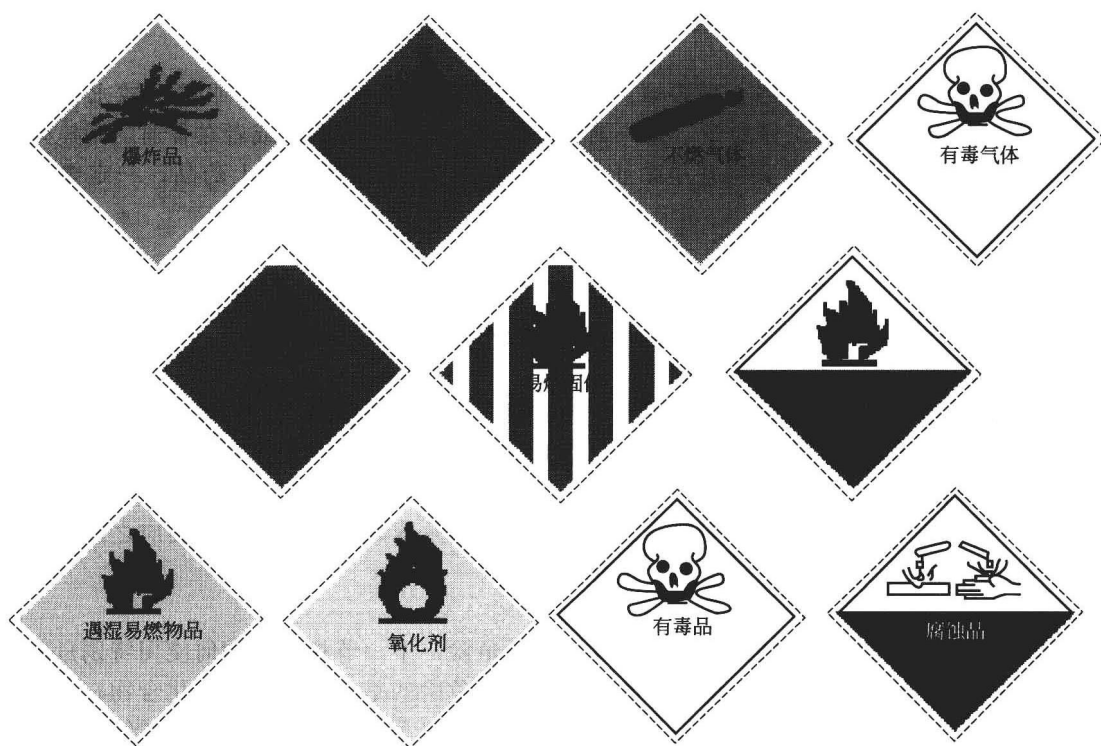


图 1-1 实验室常见危险性标志

(1) 易燃试剂

在处理易燃试剂时，应严格检查附近有无明火。在有机化学实验室，有机溶剂通常是由一些易燃的液体组成的。下列常用的有机溶剂都具有很大的易燃性。

碳氢化合物如己烷、轻石油（即石油醚）、苯、甲苯；醇类如甲醇、乙醇；酯类如乙酸乙酯；酮类如丙酮；醚类化合物因其暴露在空气或见光会产生易爆炸的过氧化物，因此，使用时要特别注意。常用的乙醚和四氢呋喃就属于醚类，处理时要特别小心。

此外，乙醚还具有相当低的沸点和一定程度的麻醉作用，二硫化碳具有很高的易燃性，甚至用水浴加热都会导致它着火，因此在实验中应尽量避免使用。

像氢气这样的气体，像镁条这样的金属都是容易点燃的。像金属钠、氢化铝锂这些药品都属于易燃的危险品，因为它们都会和水剧烈反应并放出氢气。

(2) 易爆试剂

一些药品因其能与水或其他物质发生爆炸性的反应，因而具有爆炸的危险。碱金属就是一个普通的例子，金属钠和水剧烈反应，金属钾与水发生爆炸性反应。

也有一些化合物具有爆炸的危险性是和它们自身的结构有关的。通常这些分子中含有许多氧原子或氮原子，因而能够发生分子内氧化还原反应，或产生像氮气这样稳定的分子。当这些化合物是干燥的时候，对撞击震动较敏感，具有爆炸性的危险。例如：聚氮化合物、苦味酸、炔银等炔金属、叠氮化合物、重氮化合物、过氧化物、过氯酸盐等。本书所选的实验都尽量避免使用这些爆炸物。

(3) 氧化剂

在有机化学实验室里，由于氧化剂与纸张等易燃物质接触也会导致着火，因此也是相当危险的。

硫酸、硝酸既有很强的腐蚀性，也有很强的氧化性。像漂白粉、过氧化氢、过酸、二氧化钴和高锰酸钾等都是很强的氧化剂。

(4) 腐蚀性药品

处理或使用腐蚀性试剂时一定要戴上防护手套。一旦溅到皮肤上，应立即用大量的水冲洗干净。无机酸当中的硫酸、盐酸、氢溴酸、磷酸和硝酸，有机酸中的羧酸、磺酸都是具有腐蚀性的。苯酚也是相当危险的，能导致皮肤灼伤，它的有毒蒸气能够被皮肤吸收。无机碱中的氢氧化钠、氢氧化钾这样的强碱，硫酸钠、硫酸钾这样的弱碱都具有腐蚀性，有机碱中的胺、羟胺、三乙胺、吡啶等都具有腐蚀性。

液溴是非常危险的药品，它能导致皮肤、眼睛的灼伤，因此一定要在通风橱里使用。此外，由于它的密度较大，当用滴管转移时，即使不挤乳胶头，都可能因其重力而滴下来，因此，使用时要特别小心。

氯化亚砷、酰氯、无水三氯化铝以及其他的一些试剂，因能与水反应放出氯化氢气体，也具有腐蚀性，并会对呼吸系统产生严重的刺激。

(5) 有害和有毒试剂

有害和有毒的区别仅仅是程度而已，大多数有机化合物都可说是有害的，有些是相当有害的，因此也就被认为是有毒的药品。通常所见的化合物有很多是有毒性的，因此必须在通风橱里使用，例如，苯、溴、硫酸二甲酯、氯仿、己烷、碘甲烷、汞盐、甲醇、硝基苯、苯酚、氰化钾、氰化钠等。必须清楚急性中毒与慢性中毒的区别。一些急性中毒一般会很快就被觉察，例如受浓氨水刺激而感到窒息，就需迅速采取相应的措施。而慢性中毒，一般不易察觉，是因为长时间处于某种环境中而导致对身体的长期伤害的积累，许多物质因此被称为致癌物质。我们不能因此而否定它们在有机化学实验室的使用，但的确需要格外小心。尽量

避免长期接触，一定要在通风橱里使用。

当使用通风橱时，尽量将通风橱前面的活动玻璃拉得低一些，这样便会有强劲的气流带走有毒的蒸气或烟雾。总之，如果实验中确实需要一些剧毒药品，一定要事先认真阅读并理解指导老师的讲解以及实验室安全知识，并要知道，一旦发生危险，应该如何处置。

(6) 致癌物质

现在，大家都知道将健康体细胞长期受一定的药品作用会产生肿瘤。然而，从受药品作用到在人体中产生肿瘤可能需要几年、几十年的时间，因此它们的危害并不是立即发生的。在处理这类药品时，要格外仔细，小心。本书中所选的这类试剂都被提醒为致癌物质。也就是说根据经验，这些药品会在人体或动物身上产生肿瘤。

下列化合物或衍生物应被认为是致癌物质：碘甲烷、过氧化物、硫酸二甲酯、甲醛、己烷、苯、芳香胺、苯肼、多环芳烃（蒽、菲等）、硝基化合物、偶氮化合物、重铬酸盐、多卤烃如四氯化碳、氯仿、氯乙烯、硫脲、盐酸氨基脲。

(7) 刺激性和催泪试剂

许多有机化合物对眼睛、皮肤和呼吸道有相当的刺激性。应当尽量避免与这些试剂或其蒸气接触。下列物质应在通风橱中使用：芳香醛和脂肪族醛、 α -卤代羰基化合物、异硫氰酸酯、氯化亚砷以及羧酸的酰氯。

许多有机化合物，除了具有刺激性，还具有相当强的味道或不愉快的气味，通常是具有恶臭味，如吡啶、苯乙酸、硫酸二甲酯、正丁酸和碘，以及许多含硫化合物。这些化合物都应在通风橱中使用。

4. 危险废弃物的处理

在现代社会危险废弃物的处理不仅仅是个环境问题，也是个道德问题。实验室在这方面应担负一定的责任。实验室工作人员应该关心这个问题，并应对环境保护尽到自己的职责，不对实验室的废弃物采取无所谓的态度。一般实验室都明文规定处理化学药品废弃物的具体程序和步骤，必须严格遵守这些规定。

(1) 固体废弃物

有机化学实验室里的固体废弃物常分为：干燥的固体试剂，色谱分离用的吸附剂，用过的滤纸片，测定熔点的废玻璃管，一些碎玻璃等。除非这些固体是有毒性的或极易回收的，一般都是放入指定的盛放没有危险的废弃物容器里。毒性废弃物应放入有特别标志的容器里。一些特殊的有毒化学试剂在丢弃前应当经过适当处理以减小其毒性。

(2) 水溶性废弃物

有些人将实验室的水溶性废弃物直接倒入水槽，让它们流入公有水处理系统，然而这会给其他人尤其是水利部门带来麻烦，是很不道德的行为。只有那些无毒的、中性的、无味道的水溶性物质可以直接倒入水槽流入下水道。强酸性或强碱性物质在丢弃之前应被中和，并且用大量水冲洗干净。任何能够与稀酸或稀碱反应的物质，都不能随便倒入下水道。

(3) 有机溶剂

在有机化学实验室，有机溶剂的处理一直是一个重要的问题。有机溶剂通常是不溶于水的，有很高的易燃性。废弃的有机溶剂应倒入贴有合适标签的容器，然后将这些容器运出实验室，在合适的地方将这些溶剂点燃，而不应当倒入下水道。

5. 事故处理

在实验室里，一旦发生事故，一定要知道怎么做，这一点很重要。无论发生什么事，一定要反应果断。立即告诉实验指导老师，如果自己不能离开或者正处理事故，也要让其他

人报告实验指导老师, 然后再由指导老师组织安排必要的措施。

(1) 火灾

根据起火原因立即采取灭火措施。首先切断电源, 移走易燃药品。有机溶剂和电器设备着火, 马上用四氯化碳灭火器、专用防火布、干粉等灭火, 切不可用水或泡沫灭火器。

(2) 药品燃烧

在实验里, 最容易着火的就是有机溶剂。如果仅仅是一些像烧杯这样的小容器里着火, 通常用一块大一点的抹布或大一点的烧杯扣在上面即可熄灭火焰。沙子也可用来扑灭一些小的火焰, 实验室里常用消防桶来装上沙子以防万一。同时要移走所有易燃的化学药品, 熄灭所有的酒精灯。因为大多数有机溶剂都比水轻, 所以一旦溶剂着火千万不要用水去灭火, 这样不但不能灭火, 反而会增大火势。对于一些大的火灾, 则需要使用灭火器, 实验室里通常使用的是干粉灭火器。灭火器最好由实验指导老师或有经验的人使用, 使用不正确会扩大火情而延误灭火。如果发现用灭火器也不能很快扑灭火灾, 就应迅速拨打火警电话, 请来消防人员, 并通知有关人员迅速撤离现场。

(3) 衣服着火

一旦衣服着火, 赶紧大喊救火, 躺在地上来回滚动熄灭火焰。

衣服着火时千万不要奔跑, 跑起来的风会使身上的火苗进一步扩大。把着火的人包在灭火毯里, 让他在地板上来回滚动。如果手里没有毯子, 用抹布或用毛巾沾上水, 洒到着火者的身上。不到万不得已千万不要用灭火器直接喷到人身上灭火。一旦火被扑灭了, 尽量让病人躺下、受暖, 送去医院进一步治疗。除非是因为呼吸困难, 否则不能随便解开或脱下被火烧伤的人的衣服。

(4) 受伤

在实验室里, 被热的烧瓶、烧杯等稍稍烫伤, 是常见的事。对待这些轻微的烫伤, 通常是将烫伤部位在冷水中浸 10~15min。而对于一些更加严重的烫伤, 则需要到医院治疗。

任何药品洒到皮肤上都需要用大量的水冲洗干净, 被感染的部位至少要冲洗 15min。如果自己或别人身体的大部分被洒上药品, 立即使用安全淋浴, 脱下被弄脏的衣服, 充分冲洗皮肤, 必要时到医院接受医治。

(5) 药品洒到眼睛里

一旦药品弄到自己的眼睛里, 一定要抓紧时间, 越是在尽可能短的时间里将药品冲洗干净, 对眼睛的伤害越小, 通常在眼睛冲洗干净后, 立即到医院接受治疗。

(6) 割伤

在实验工作, 被碎玻璃割伤也时有发生。伤口需要用清水冲洗至少 10min, 以便将残留的化学药品和一些碎的玻璃渣冲洗干净。伤口需要用创可贴或胶布裹好, 使其迅速止血, 立即到医院接受医治。

当严重受伤时, 血液会从伤口涌出, 相当危险。受伤者需躺下, 保持安静, 将受伤部位略抬高, 让受伤者保持温暖, 用一垫子稍用力压住伤口, 千万不要用止血带或压脉器来止血, 同时迅速拨打急救电话, 让医生和救护车迅速赶来救护。

(7) 中毒

对于中毒没有很简单的方法可以采用, 只有立即到医院接受治疗。

(8) 酸腐伤

马上用大量水冲洗, 然后用饱和 NaHCO_3 溶液或肥皂水冲洗, 最后再用水冲洗。如果酸液溅入眼内, 应立刻用大量水冲洗, 然后用 2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液洗眼, 最后再用蒸馏水冲洗。

(9) 碱腐蚀

先用大量水冲洗，然后用 2% HAc 溶液冲洗，最后用水冲洗干净并涂敷酸软膏。如果碱液溅入眼内，应马上用大量水冲洗，再用 3% H₃BO₃ 溶液冲洗，最后用蒸馏水冲洗。

(10) 溴腐蚀

用乙醇或 10% Na₂S₂O₃ 溶液洗涤伤口，再用水冲洗干净，然后涂敷甘油。

(11) 磷灼伤

先用 5% CuSO₄ 溶液或 KMnO₄ 溶液洗涤伤口，然后用浸过 CuSO₄ 溶液的绷带包扎。

(12) 吸入刺激性或有毒气体

吸入 Br₂, Cl₂, HCl 等气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒。若吸入 H₂S 气体而感到不适时，应马上到室外呼吸新鲜空气。

(13) 触电

应立即切断电源。必要时进行人工呼吸。

第二节 化学试剂的一般知识

一、一般试剂

实验室最普遍使用的试剂为一般试剂，可分为四个等级，其规格及适应范围见表 1-1。

表 1-1 一般试剂规格及用途

级别	中文名称	英文标志	卷标颜色	主要用途
一级	优级纯	GR	绿	精密分析实验
二级	分析纯	AR	红	一般分析实验
三级	化学纯	CP	蓝	一般化学实验
生物化学试剂	生化试剂、生物染色剂	BR	咖啡色 (染色剂:玫红色)	生物化学及医化学实验

指示剂也属于一般试剂。此外，还有标准试剂、高纯试剂、专用试剂等。

按规定，试剂瓶的标签上应标示试剂名称、化学式、摩尔质量、级别、技术规格、产品标准号、生产许可证号（部分常用试剂）、生产批号、厂名等，危险品和毒品还应给出相应的标志。

二、试剂的选用

应根据实验要求，本着节约的原则，合理选用不同级别的试剂。在能满足实验要求的前提下，尽量选用低价位的试剂。

三、试剂的保管

试剂应保存在通风、干燥、洁净的房间里，防止污染或变质。氧化剂、还原剂应密封、避光保存。易挥发和低沸点试剂应置低温阴暗处。易侵蚀玻璃的试剂应保存于塑料瓶内。易燃易爆试剂应有安全措施。剧毒试剂应由专人妥善保管，用时严格登记。

第三节 实验用水

化学实验对于水的质量有一定的要求，纯水是最常用的纯净溶剂和洗涤剂，应根据实验的要求选用不同规格的纯水（表 1-2）。

表 1-2 实验室用水的级别及主要指标

指标名称		一级	二级	三级
pH 值范围(25℃)		—	—	5.0
电导率(25℃)/ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	$\leq$	0.1	1.0	5.0
吸光度(254nm, 1cm 光程)	$\leq$	0.001	0.01	—
氧化硅/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\leq$	0.02	0.05	—

第四节 化学试剂的取用方法

一、固体试剂的取用方法

固体的取用一般用牛角匙或不锈钢匙，药匙使用前应洗净擦干。取用试剂时应专匙专用，千万不可交叉使用。匙的两端一大一小，取量大时用大匙一端，取量小时用小匙一端。取用完试剂后应立即盖严瓶塞，将试剂瓶放回原处。

在台秤或者分析天平上称量固体试剂时，试剂不能直接放在秤盘上，应垫上纸或表面皿。对于腐蚀性或者易潮解的固体试剂应放在表面皿或者小烧杯中称量。试剂量应按要求称取，不要多称，以免造成浪费。

二、液体试剂的取用方法

从细口试剂瓶中倒取液体试剂时，一般用左手拿住盛接容器（试管或量筒等）。右手掌心向着标签握住试剂瓶，让瓶口紧靠盛接容器的边缘慢慢倾倒。倒够所用试剂量时，试剂瓶口应在容器上靠一下，再使瓶子竖直，这样可以使试剂瓶口残留的试剂顺着盛接容器的内壁流入容器内，而不致沿试剂瓶外壁流下。如盛接容器是烧杯，则应左手持玻棒，让试剂瓶口靠在玻棒上，使溶液顺玻棒流入烧杯。倒毕，应将瓶口顺玻棒向上提一下再离开玻棒，使瓶口残留的溶液顺玻棒流入烧杯。

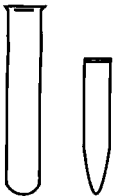
从滴瓶中取用试剂时，应先将滴管提至液面以上，挤压橡皮乳头排出空气，然后再伸入液体中，放松橡皮乳头吸入试剂，取出滴管，滴管管尖垂直放在试管口上方，挤压橡皮乳头，使溶液垂直滴入试管中。试管应垂直不要倾斜。滴管不可伸入试管内，以免沾污滴管，滴管用毕要立即插回原瓶，要专管专用。滴管不可取出倒置，以免其中的溶液流入胶皮乳头而被污染，更不可取出随意乱放和用自己的滴管随意去取滴瓶中的试剂，以免沾污或搞错。

第五节 基础仪器

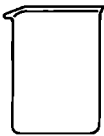
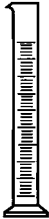
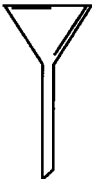
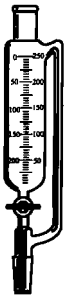
一、常用仪器

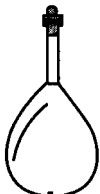
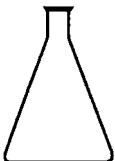
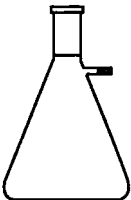
见表 1-3。

表 1-3 常用仪器

仪器名称	规格、用途	使用注意事项
 试管、离心管	规格： 用管口直径×管长(mm)表示，分为普通试管和离心试管。 用途： 1. 反应容器，用药量较少，便于操作，反应现象易于观察。 2. 离心试管用于少量沉淀的分离	1. 反应液体的体积应不超过试管容积的 1/2，当加热时不超过试管容积的 1/3。 2. 硬质试管可以加热至高温，但不可骤冷，以免破裂。 3. 加热时，应使试管下半部均匀受热，试管口不可对人。 4. 离心试管不可加热

续表

仪器名称	规格、用途	使用注意事项
 烧杯	规格： 以容积(mL)表示。 用途： 1. 反应容器,用药量可多些,便于操作,易混合均匀,反应现象易于观察。 2. 配制溶液时用。 3. 可代替水浴	1. 反应液体的体积应不超过烧杯容积的2/3。 2. 烧杯可以加热至高温,加热时必须放在石棉网上,不可骤冷骤热,以免破裂
 量筒	规格： 以量度的最大容积(mL)表示。 用途： 量取一定体积液体	1. 不能作为反应容器。 2. 不可加热,也不能量取热液体。 3. 读数时视线与液面保持在同一水平线,读取与液体弯月面最低点相切的刻度线
 漏斗	规格： 以直径(cm)表示。 用途： 1. 过滤。 2. 引导溶液进入小口容器。 3. 粗颈漏斗用于转移固体物质	不能用火直接加热
 分液漏斗	以容积(mL)和漏斗形状表示,有球形、梨形、筒形等几种。 用途： 用于液体的分离、洗涤和萃取	漏斗口塞子与活塞是配套的,防止滑出打碎。使用前将活塞抹一薄层凡士林,插入转动直至透明,如果过少,会造成漏液,过多会溢出沾污仪器和试液。萃取时,振荡初期要多次放气以免漏斗内气压过大不能加热
 恒压滴液漏斗	恒压滴液漏斗,玻璃材质,以容积(mL)表示,有 50mL、100mL、250mL 等	必须在无水条件下、在惰性气体保护下,或者有气体参与反应的反应,应使用恒压滴液漏斗

仪器名称	规格、用途	使用注意事项
 干燥器	以内径(cm)表示,分普通和真空干燥器两种,用于存放易吸湿的药品,重量分析中用于冷却经过灼烧的坩埚等	1. 盖与缸身之间的平面经过磨砂,在磨砂处涂以润滑脂,使之密闭。 2. 及时更换干燥剂。 3. 搬动时,必须使用双手,且用双手拇指带住盖子以防滑落。 4. 灼烧过的物品放入干燥器前温度不能过高
 容量瓶	用容积(mL)表示,用于配制准确浓度溶液	不能加热,不能代替试剂瓶用来存放溶液,不能在其中溶解固体,瓶塞与瓶口配套,不能互换
 锥形瓶	玻璃质,分硬质和软质,有塞和无塞,广口、细口和微型几种。 按容量(mL)分,有 50、100、150、200、250... 1. 反应容器。 2. 振荡方便,适用于滴定操作	1. 避免振荡时液体溅出。 2. 防止受热不均匀而破裂
 布氏漏斗	布氏漏斗为磁质,以直径(cm)大小表示,与吸滤瓶一起用于减压过滤	不能加热。 注意漏斗大小与过滤的固体或沉淀量相适宜
 吸滤瓶	吸滤瓶为玻璃质,以容积(mL)大小表示,与布氏漏斗一起用于减压过滤	不能加热
 研钵	瓷质,以钵口直径(cm)表示。也有铁、玻璃、玛瑙制的。 用途:研磨固体,混合固体物质	根据固体的性质和硬度选用,研钵不能代替反应容器用,放入量不能超过容积的 1/3,易爆物质只能轻轻压碎,不能研磨