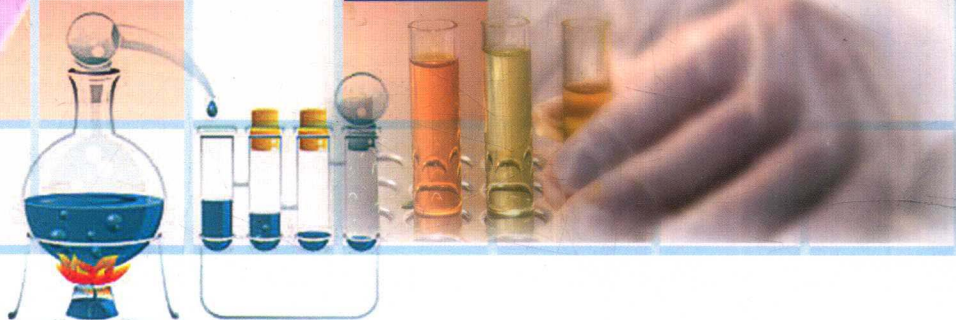


普通高等院校化学应用类规划教材



基础化学实验

蓝德均 ⊙ 主编

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等院校化学应用类规划教材

基础化学实验

主 编 蓝德均

参 编 舒明勇 李芙蓉 韩洪波 霍红英
邓建梅 邓 俊 刁 毅 姜少娟
马光强 安 昀 范文娟 万书权

内 容 简 介

在内容上,本书首先较为详细地介绍了化学实验的基础知识和基本实验技能;其次,将实验项目内容分为无机化学实验、分析化学实验、物理化学实验和有机化学实验共四部分,各部分实验皆按验证性阶段、综合性部分和设计性项目三个阶段编排,并且在能力水平的训练上由浅入深,逐步提高,以满足化工化学及相近专业的培养趋势;在实验结果的处理方面,本书详细介绍了 Excel 和 Origin 的应用。

本书可作为高等学校化工及相近专业基础化学类实验课程的教材,也可作为此类专业相应实验技术的专业参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/蓝德均主编. —北京:北京理工大学出版社, 2016. 12

ISBN 978 - 7 - 5682 - 3528 - 0

I. ①基… II. ①蓝… 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(2016)第 324996 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 323 千字

版 次 / 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 34.00 元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

根据本校化工及相近专业无机化学实验、分析化学实验、物理化学实验和有机化学实验多年来的开设情况，包括实验项目的设计、开设项目数、实验室条件、各专业实验学时的分配等，我们制订了编写本实验教材的计划。

在实验内容的选择上，本书遵循扎实基础、训练技能、综合应用的思路安排项目，因此，在实验项目的选择上，仍然以基础性项目为主。本书的主要目的是，在现有管理和硬件条件下，最大限度地引导学生参与到实验课程的所有环节中来，从实验准备到组织协调，从巩固化学理论知识到科学研究基本素养的熏陶，多层次、按比例协调进行。

有鉴于此，在学校和院系的大力支持下，我们组织各基础化学实验课程的实验指导老师，群策群力编写了这本化学实验教材。本书大幅度地削减了以前相应各实验教材的实验项目内容，将化学实验的基础知识和基本实验技能合在一起，以减少篇幅，同时保留本校化工及相近各专业目前开设的实验项目和有条件开设的实验项目，并新增数个结合本校所在地方资源特色的实验项目。本书强调计算机在实验数据处理中的应用，并通过具体实例进行了介绍。

由于编写组的经验和水平不足，本书难免出现一些疏漏之处，恳请各位读者批评指正。

攀枝花学院 蓝德均

目 录

绪论	001
0.1 化学基础实验的学习目的	001
0.2 化学基础实验的学习方法	001
0.3 化学基础实验的成绩评定	002
0.4 化学基础实验的实验守则	003
第1章 基础知识和基本实验技能	005
1.1 实验基本常识	005
1.1.1 实验室的安全与防护	005
1.1.2 实验室用水的规格、制备与检验	009
1.1.3 环境保护及“三废”处理	010
1.2 实验基本操作	011
1.2.1 玻璃器皿及其洗涤与干燥	011
1.2.2 玻璃加工与塞子钻孔	017
1.2.3 其他器具及其使用	019
1.2.4 常用试剂及其规格与取用	024
1.2.5 加热与冷却	026
1.2.6 溶解、结晶、抽滤与固体的干燥	027
1.2.7 沉淀与分离	033
1.2.8 气体的产生与收集	034
1.2.9 试纸的使用	035
1.2.10 滴定分析主要器皿的使用与滴定操作	036
1.2.11 重量分析的基本操作	039
1.3 天平和光电仪器的使用	043
1.3.1 分析天平的使用	043
1.3.2 pH计的使用	043
1.3.3 DDS-11A型电导仪的使用	044
1.3.4 分光光度计的使用	045
1.3.5 电位差计的使用	046

1.3.6	气压计的使用	047
1.3.7	某些实验室公用设备的使用	050
1.4	实验结果的处理	054
1.4.1	误差和数据处理	054
1.4.2	有效数字及其运算规则	058
1.4.3	实验数据的表示方法	058
1.4.4	实验数据的计算机处理	060
第2章	无机化学实验部分	064
2.1	基础知识概述	064
2.2	基本操作训练和简单的无机制备	064
实验一	氯化钠的提纯	064
实验二	硫酸亚铁铵的制备	066
实验三	由胆矾精制五水硫酸铜	068
实验四	硫代硫酸钠的制备	070
2.3	化学原理和物理量的测定	071
实验一	弱电解质电离常数的测定	071
实验二	氯化铵生成焓的测定	073
实验三	化学反应速率、反应级数和活化能测定	076
实验四	离子的分离与鉴定	079
实验五	硝酸钾溶解度的测定与提纯	086
第3章	有机化学实验部分	089
3.1	有机化学实验基础	089
3.1.1	常用标准接口仪器	089
3.1.2	有机化学实验常用成套装置	091
3.2	基础有机化学实验项目	094
实验一	1-溴丁烷的制备实验	094
实验二	环己烯的制备实验	096
实验三	乙酸正丁酯的制备实验	098
实验四	乙酰苯胺的制备实验	100
实验五	正丁醚的制备及提纯实验	102
实验六	肉桂酸的制备实验	105
实验七	苯甲酸的制备实验	107
实验八	硝基苯的制备实验	109
实验九	阿司匹林的制备	110
实验十	二氯苯氧乙酸的制备	112

实验十一 甲基橙的制备	114
3.3 综合性、设计性实验	116
实验一 对氨基苯甲酸乙酯(苯佐卡因)的合成	116
实验二 环己醇制备己二酸二酯的设计	119
第4章 分析化学实验部分	121
4.1 分析化学实验基础	121
4.2 基础实验	121
实验一 酸碱标准溶液的配制和标定	121
实验二 混合碱的分析	124
实验三 邻二氮菲分光光度法测定铁	125
实验四 水中氟化物的测定与评价	128
实验五 自来水总硬度的测定	130
实验六 水样中化学耗氧量(COD)的测定(重铬酸钾法)	133
实验七 H_2O_2 含量的测定	134
实验八 维生素C含量的测定(碘量法)	137
实验九 电位滴定法测定氯、碘离子浓度及AgI和AgCl的 K_{sp}	138
实验十 紫外吸收光谱测定蒽醌试样中蒽醌的含量和摩尔吸收系数	140
实验十一 二水合氯化钡含量的测定($BaSO_4$ 沉淀重量分析法)	142
实验十二 气相色谱法测定酒中甲醇含量	144
实验十三 原子吸收法测定水中的铜含量	146
实验十四 可溶性氧化物中氯含量的测定(莫尔法)	148
4.3 综合和特色设计实验	150
实验一 硫酸铝含量的测定	150
实验二 高炉渣中 TiO_2 含量测定	151
实验三 钛渣中二氧化钛含量的测定	153
实验四 铁矿石中全铁含量的测定	154
实验五 钒渣中五氧化二钒含量的测定	157
第5章 物理化学实验部分	158
5.1 Origin软件作图及数据回归分析	158
5.2 基础实验部分	163
实验一 恒温槽的装配与性能测定	163
实验二 燃烧热测定	166
实验三 双液系的气-液平衡相图	171
实验四 二组分金属相图的绘制	174
实验五 聚合物的热谱分析——差示扫描量热法(DSC)	177

实验六 原电池电动势的测定和应用	183
实验七 极化曲线的测定	186
实验八 乙酸乙酯皂化反应动力学研究	189
5.3 物性测定部分	192
实验一 液体黏度测量	192
实验二 表面张力的测定——最大气泡法	195
实验三 分散体系 ζ 电势测定	199
实验四 溶液吸附法测固体比表面积	203
5.4 物理化学实验技术在科学研究中的应用	207
实验一 钛酸丁酯水解法制备 TiO_2 薄膜及其光催化性能检测	207
实验二 综合研究设计性实验：工业钛液直接合成 DSSC 光阳极用纳米晶 二氧化钛水基浆料	210

绪 论

0.1 化学基础实验的学习目的

化学知识源于早期人们在从事大量与物质转化有关的实验过程中的实践知识的归纳和总结。随着众多化学家的努力,学科知识在不断地发展和衍生,日益严密和不断扩展的化学理论体系逐渐建立起来。这些知识源于实验,在融合创新之后,通过化学实践进行检验,并对化学实践过程起着良好的理论指导作用。因此,实验是化学学科的生命之源,是学习化学知识的重要方法和基础。通过基础化学实验课程,学生在知识和技能培养中可达到以下目的。

①更好地理解与掌握在理论课程中的相关化学知识,从而提高基础知识的综合应用能力。

②掌握化学实验基础知识和基础技能,包括化学实验的基本程序、实验室安全知识及基础预防和防护知识、常规化学试剂与器具及其正确使用、一般实验文档的撰写及语言风格。

③培养认真观察、仔细记录的能力和实验习惯。通过实验课程的学习,学生可以掌握如何正确地获取实验数据,以及正确合理地观察、记录实验现象和数据。

④培养勇于面对和敢于克服实验中的困难的精神和能力,训练独立解决实验中疑惑的技能;掌握基本的分析和讨论异常实验现象的技能,培养通过实验现象和数据挖掘实验规律的基本技能,并养成习惯。

⑤训练围绕一个待验证或探索的问题来收集、整理相关资料,并从中获取合理、有用信息的基本技能,以及在此基础上根据现有条件合理设计实验方案并实施的能力;逐步培养科学研究素养。

0.2 化学基础实验的学习方法

为达到上述基本要求,要求掌握以下学习方法:

1. 预习

预习是做好实验的前提和保证。预习要通过认真阅读实验教材、有关教科书和参考资料,观看操作录像,查阅附录及有关手册,来写出预习报告,做到明确实验目的、了解实验原理、熟悉实验内容、掌握注意事项。

2. 实验

在教师指导下,独立进行实验是训练学生正确掌握实验技术的重要手段。为做好实验,学生应该做到:

①认真操作，仔细观察现象，并及时、如实做好详细记录。

②若对实验现象有怀疑，应首先尊重实验事实，并认真分析和检查原因；也可以做对照实验、空白实验或自行设计实验来核对，必要时应通过多次实验，从中得出有益的结论。

③实验中要勤于思考、仔细分析，力争自行解决问题。遇到疑难问题，可通过查资料或与教师讨论来获得指导。

④若实验失败，要检查原因，经教师同意后重做实验。

3. 总结

做好实验仅是完成实验的一半，更为重要的是分析实验现象，整理实验数据，认真、独立地完成实验报告。实验报告的书写应字迹端正、简明扼要、整齐清洁，绝不允许草率应付或抄袭编造。

讨论是一种很好的学习方法，它可以明理、求真，因而在实验教学中经常使用。实验前可以以提问的形式进行师生共同讨论，以掌握实验原理、操作要点和注意事项；实验后可以组织课堂讨论，对实验现象、结果进行分析，对实验操作和素养进行评价，以提高实验效果。学生也可以在实验报告上对实验现象、实验误差及出现的其他问题进行讨论，提出自己的见解或实验的改进意见。

0.3 化学基础实验的成绩评定

化学实验要求学生独立完成，并在实验过程中培养手脑并用能力，掌握独立进行科学研究的基本要求并鼓励创新。各实验室实验成绩应由实验预习报告成绩、实验操作成绩及实验报告成绩三部分构成，采用百分制。三部分具体比例及具体组成由各实验室根据实际情况自行调整与执行，三部分具体评分项目如下：

1. 实验预习

学生应事先了解实验安排，对自己下次要做的实验进行充分预习。预习内容包括：认真阅读实验教材和相应化学课程教材中的相关内容，了解实验原理、实验仪器、操作步骤、数据处理方法和公式，以及实验注意事项等。实验预习应写成书面材料，包括实验目的、原理、仪器及药品、操作步骤、实验数据记录表格和数据处理公式等。

2. 实验过程

学生到达实验室后，由老师点名并指定实验台位。学生在进行实验前，应先仔细阅读实验提示牌上的注意事项，特别是实验仪器及操作与教材上的差别；清点实验仪器，特别是了解玻璃器皿的用途，检查是否有遗失和损坏。有不清楚的地方可询问实验指导教师。然后，学生按照实验步骤的要求独立完成实验，不得互相交流，有问题可询问指导教师。学生在实验过程中应认真仔细地完成实验，注意对实验现象的观察和实验数据的记录。实验数据应及时、准确地记录在实验预习本已画好的记录表格中或专用的实验记录纸上，不得随意涂改。实验结束后需还原仪器、清洗玻璃仪器、处理废物及废液和清洁整理实验台面。将实验记录数据进行归纳整理后，交给老师签字确认后方可离开实验室。

3. 实验报告

实验结束后，学生在课后独立完成实验报告，并在下一次做实验时上交报告。实验报告应按照当天实验情况真实记录，包括以下内容：实验仪器及药品、详细的实验操作步骤、完

整的原始实验数据（有取舍的时候应注明原因）、实验数据处理过程（包括图、表及计算公式、过程）、实验操作思考题。

实验操作思考题一般以百分制进行评分，教师不以回答正确与否为评分标准，关键看学生是否认真思考或有自己独特见解，即使答案不正确，只要言之成理，也应评为较高分。

实验操作中，学生需按照实验步骤的要求，正确、迅速、完整地完成任务。有下列情况可酌情扣分：

- ①不按实验步骤要求，随意更改实验，或偷工减料。
- ②不按实验仪器操作要求，造成仪器损坏。
- ③操作不当，拖延正常实验时间 30 min 以上。
- ④不及时记录实验数据或不将实验数据记录在实验预习本的实验记录表格里。
- ⑤不遵守实验纪律，大声喧哗或四处走动。
- ⑥实验结束后，未清理实验台面及实验仪器，并擅自离开。
- ⑦实验时有迟到、早退现象的。

实验报告中存在下列情况者酌情扣分：

- ①实验报告的基本要求有缺漏。
- ②实验仪器及药品、实验操作不按真实情况记录，完全照抄教材上内容。
- ③实验所得最终结果以标准值为基准，每超过 10%。
- ④实验图、表处理不当（不用坐标纸画图、实验数据点不清、图的比例或单位不当、连线不合理等）。
- ⑤实验数据的计算过程不清楚、计算单位混乱。
- ⑥实验报告字迹潦草、乱涂乱画。

实验过程中，指导教师如发现学生有如下行为，可令其改日重做，重做时间统一安排开放实验时间。重做的实验成绩参照正常实验低一个档次评定。

- ①实验预习不认真，无法独立完成实验；
- ②实验关键环节出错，整个实验完全失败；
- ③实验严重超时，超出正常时间一个小时以上。

实验报告中有发现互相抄袭现象（包括实验步骤、图表、数据处理过程等），无论抄袭与被抄袭者，该实验一律评为“零分”，并且不再给予重做的机会。

0.4 化学基础实验的实验守则

①未经实验室管理人员允许，不得进入实验室。实验前须预习实验内容，明确实验目的和要求，了解实验原理、反应特点，以及原料和产物的物理、化学性质和可能发生的事故，写好报告笔记。

②进入实验室要自觉遵守实验室守则，保持安静，严禁喧哗、嬉笑和打闹。

③进入实验室要穿实验服，不能赤脚或穿拖鞋，实验操作应戴胶皮手套。

④实验开始前，检查仪器、药品是否齐全，不得随意调换。如发现问题，及时报告。未经管理人员许可，不得擅自使用仪器和药品，仪器、药品使用后要放回原处。

⑤遵从教师指导，严格按规程操作。未经教师允许，不得擅自改变药品用量、操作条件

或操作程序。水、电、煤气、酒精灯等使用结束后立即关闭。

⑥实验室禁止明火。

⑦取用药品、溶剂要选用药匙、量筒等专用器具，不能用手直接拿取，防止药品、溶剂接触皮肤而造成伤害。

⑧一切涉及有毒或有刺激性的药品、溶剂的实验都应在通风橱内进行。

⑨对于极易挥发和引燃的有机溶剂（如乙醚、乙醇、丙酮、苯等），使用时必须远离明火，用后要立即塞紧瓶塞。

⑩浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅在皮肤、衣服上或眼睛里。稀释它们时（特别是浓硫酸），应将其慢慢倒入水中，并搅拌冷却，而不能颠倒操作，以避免液体迸溅。一旦这些液体接触皮肤、眼睛等，立即用清水反复清洗。

⑪实验室药品，特别是有毒药品（如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物，特别是氰化物），不得接触皮肤、进入口或接触伤口。

⑫绝对不允许随意混合各种化学试剂，以免发生意外事故。

⑬加热试管时，不要将管口对着任何人，更不能俯视正在加热的液体，以免液体溅出而烫伤实验人员。

⑭使用实验室仪器设备前需征得实验室负责人同意，须在仪器使用记录本上详细记录使用人、使用时间和仪器状态。

⑮实验室电器设备的功率不得超过电源负载能力。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，也不能用湿手接触电器插头。

⑯实验剩余的废物不得随便倾倒，应倒入指定容器中。防止污染环境，提高环境保护意识。

⑰任何药品、试剂不得携带出实验室外。

⑱严禁在实验室内饮食、吸烟。

⑲爱护实验室的一切公物，注意节约用水、用物。由于违反操作规程而损坏或丢失的仪器、药品，必须赔偿。

⑳实验结束，须将仪器洗净后放回原处，并清理实验台面，经教师检查合格后，必须洗净双手方可离开实验室。

㉑学生轮流值日。值日生须做好地面、公共台面、水槽的卫生并清理废物缸，检查水、电、煤气，关好门窗，经管理人员检查合格后方可离开。

第 1 章 基础知识和基本实验技能

1.1 实验基本常识

1.1.1 实验室的安全与防护

一、化学实验室安全常识

化学实验室是学习、研究化学的重要场所。在实验室中，经常会接触到各种化学药品和仪器，也可能面临着火、爆炸、中毒、烧伤、割伤、触电等事故，所以实验者必须掌握化学实验室的安全防护知识。

(一) 化学药品的正确使用和安全防护

1. 防毒

大多数化学药品都有不同程度的毒性。有毒化学药品可通过呼吸道、消化道和皮肤进入人体而致其中毒。下面分别针对几种常见的有害药品，进行相关防护知识的介绍：

(1) 氰化物和氢氰酸

如氰化钾、氰化钠、丙烯腈等均为烈性毒品，进入人体 50 mg 即可致死，甚至与皮肤接触经伤口进入人体，即可引起严重中毒。这些氰化物遇酸生成氢氰酸气体，这些气体易被吸入人体而致其中毒。在使用氰化物时，严禁用手直接接触；大量使用这类药品时，应戴上口罩和橡皮手套。对于含有氰化物的废液，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，再用大量水冲洗原储放的器皿和水槽。

(2) 汞和汞的化合物

汞是易挥发的物质，在人体内积累容易引起慢性中毒。0.1 ~ 0.3 g 高汞盐（如 HgCl_2 ）可致死。在室温下，汞的蒸气压为 0.001 2 mmHg^①，比安全浓度标准大 100 倍。使用汞时，不能直接将其暴露于空气中，应在其上加水或用其他液体覆盖；任何剩余的汞均不能倒入下水槽中；储存汞的器皿必须是结实的厚壁容器，且器皿应放在瓷盘上；盛装汞的器皿应远离热源；如果汞掉在地上、台面或水槽中，应尽量用吸管把汞珠收集起来，再用能与汞形成汞齐的金属片（Zn、Cu、Sn 等）在汞落处多次扫过，最后用硫黄粉覆盖；实验室应通风良好；手上有伤口时，切勿触摸汞的可溶性化合物（如氯化高汞、硝酸汞等）；实验中应避免碰到损坏的金属汞的仪器（如使用温度计、压力计、汞电极等）。

① 1 mmHg = 133.3 Pa。

(3) 砷的化合物

单质砷和砷的化合物都有剧毒，常用的是三氧化二砷（砒霜）和亚砷酸钠。这类物质的中毒一般因口服而引起。当用盐酸和粗锌粒制备氢气时，也会有少量的砷化氢剧毒气体产生，应加以注意，因此，一般将产生的氢气通过高锰酸钾溶液洗涤后再使用。砷的解毒剂是二巯基丙醇，通过肌肉注射即可解毒。

(4) 硫化氢

硫化氢是毒性极强的气体，有恶臭鸡蛋味，能麻痹人的嗅觉，以致逐渐不闻其臭，因此特别危险。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，使用煤炉和煤气时应提高警惕，防止中毒。煤气中毒时，轻者会头痛、眼花、恶心，重者会昏迷。对中毒的人，应立即打开房间窗子，将其移出中毒房间，助其呼吸新鲜空气，并进行人工呼吸，同时注意保暖，必要时候及时送医院救治。

(6) 大多数有机化合物

大多数有机化合物有很强的毒性。它们作为溶剂时用量大，而且多数沸点很低、蒸气浓，很容易穿过皮肤进入人体，进而引起中毒，特别是慢性中毒，因此应该避免直接与皮肤接触，在使用时应特别注意并加强防护。常用的有毒有机化合物有苯、二硫化碳、硝基苯、苯胺、甲醇等，其中苯、四氯化碳、乙醚、硝基苯等的蒸气吸入过多会使人嗅觉减弱，因此必须高度警惕。

(7) 溴

溴为棕红色液体，易蒸发成红色蒸气，对眼睛有强烈的催泪作用，会损伤眼睛、气管、肺部。与皮肤接触后轻者剧烈灼痛，重者溃烂且长久不愈，因此使用时应戴橡皮手套。

(8) 氢氟酸

氢氟酸和氟化氢都有剧毒和强腐蚀性，会灼伤肌体，轻者剧痛难忍，重者肌肉腐烂。氢氟酸渗入人体后，如不及时抢救，就会造成死亡，因此，在使用时应特别注意，相关操作必须在通风橱中进行，并戴橡皮手套。

常见的有毒、腐蚀性的无机物还很多，如磷、铍的化合物，铅盐，浓硝酸，碘蒸气等，使用这些无机物时都应加以注意。有毒气体（如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 HCl 、 HF ）应在通风橱中进行操作，剧毒药品如汞盐、镉盐、铅盐等应妥善保管，实验操作要规范，离开实验室要洗手。

2. 防火

煤气管、煤气灯须防止漏气，使用煤气后一定要把阀门关好；对于乙醚、酒精、丙酮、二硫化碳、苯等易燃有机溶剂，实验室不得存放过多，切不可倒入下水道，以免集聚引起火灾；金属钠、钾、铝粉、电石、黄磷以及金属氢化物要注意使用和存放，尤其不宜与水直接接触；万一着火，应冷静判断情况，选用水、沙、泡沫、 CO_2 或 CCl_4 灭火器灭火。

3. 防爆

化学药品的爆炸分为支链爆炸和热爆炸。氢、乙烯、乙炔、苯、乙醇、乙醚、丙酮、乙酸乙酯、一氧化碳、水煤气和氨气等可燃性气体与空气混合至爆炸极限后，在热源诱发下，极易发生支链爆炸；过氧化物、高氯酸盐、叠氮铅、乙炔铜、三硝基甲苯等易爆物质，受震或受热则可能发生热爆炸。

防爆措施：对于支链爆炸，主要是防止可燃性气体或蒸气散失在室内空气，因此需要

保持室内通风良好。当大量使用可燃性气体时，应严禁使用明火和可能产生电火花的电器；对于热爆炸，强氧化剂和强还原剂必须分开存放，使用时轻拿轻放，远离热源。

4. 防灼伤

除了高温以外，液氮、强酸、强碱、强氧化剂、溴、磷、钠、钾、苯酚、醋酸等物质也会灼伤皮肤，应注意防止皮肤与之接触，尤其防止溅入眼中。

(二) 仪器设备使用安全和用电安全

1. 人身安全防护，安全用电

实验室常用电为 50 Hz、220 V 的交流电。人体通过 1 mA 的电流便有发麻或针刺的感觉，10 mA 以上则会使人体肌肉强烈收缩，25 mA 以上则呼吸困难并且有生命危险；直流电对人体也有类似的危险。

为防止触电，应做到：修理或安装电器时，先切断电源；使用电器时，手要干燥；电源裸露部分应有绝缘装置，电器外壳应接地线；不能用试电笔去试高压电；不能用双手同时触及电器，防止触电时电流通过心脏；一旦有人触电，应首先切断电源，然后抢救。

2. 仪器设备的安全用电

一切仪器应按说明书装接适当的电源，需要接地的一定要接地；若是直流电器设备，应注意电源的正负极，不可接错；若电源为三相，则三相电源的中性点要接地，这样万一触电时，可降低接触电压；接三相电动机时，要注意与正转方向是否符合，否则，要切断电源并对调相线；接线时应注意接头要牢，并根据电器的额定电流选用适当的连接导线；接好电路后，应仔细检查，检查无误后方可通电使用；仪器发生故障时应及时切断电源。

3. 使用高压容器的安全防护

化学实验常用到高压储气钢瓶和一般受压的玻璃仪器，若使用不当，则会导致爆炸，因此需掌握有关常识和操作规程。

气体钢瓶的识别（颜色相同的要看气体名称）见表 1.1。

表 1.1 实验室常用压缩气体及气体钢瓶的标志

内装气体名称	外表涂料颜色	字样	字样颜色	横条颜色
氧气	天蓝	氧	黑	—
氢气	深绿	氢	红	红
氮气	黑	氮	黄	棕
氩气	灰	氩	绿	—
压缩空气	黑	压缩空气	白	—
石油气体	灰	石油气体	红	红
硫化氢	白	硫化氢	红	—
二氧化硫	黑	二氧化硫	白	黄
二氧化碳	黑	二氧化碳	黄	—
光气	草绿	光气	红	红

4. 高压气瓶的安全使用

高压气瓶必须专瓶专用，不得随意改装；高压气瓶应放置在阴凉、干燥、远离热源的地

方, 易燃气体的气瓶与明火距离应大于 5 m; 氢气瓶应与明火隔离; 高压气瓶的搬运要轻且稳, 放置要牢靠; 各种气压表一般不得混用; 氧气瓶严禁油污, 注意手、扳手或衣服上的油污; 气瓶内的气体不可用尽, 以防倒灌; 开启气门时, 应站在气压表的一侧, 实验者决不准将头或身体对准高压气瓶的总阀, 以防阀门或气压表冲出伤人。

5. 使用辐射源仪器的安全防护

化学实验室的辐射主要是指 X 射线, 长期反复接受 X 射线照射, 会导致疲倦、记忆力减退、头痛、白血球降低等。

防护的方法就是避免身体各部位 (尤其是头部) 直接受到 X 射线照射, 操作时需要进行屏蔽。屏蔽物常用铅、铅玻璃等。

二、实验室中意外事故的处理常识

实验室中应备有小药箱, 以便发生意外事故时进行紧急救助。

1. 割伤 (玻璃或铁器刺伤等)

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

2. 烫伤

被烫伤时, 可用 10% 的 KMnO_4 溶液擦洗灼伤处, 轻伤涂以玉树油、正红花油、鞣酸油膏、苦味酸溶液均可; 重伤撒上消炎粉或烫伤药膏, 用油纱绷带包扎后送医院治疗, 切勿用冷水冲洗。

3. 磷烧伤

被磷烧伤时, 用 1% 的硫酸铜、1% 的硝酸银或浓高锰酸钾溶液处理伤口后, 送医院治疗。

4. 强酸腐伤

受到强酸腐伤时, 先用大量水冲洗, 然后擦上碳酸氢钠油膏。如受氢氟酸腐伤, 应迅速用水冲洗, 再用 5% 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, 最后敷由 26% 的硫酸镁、6% 的氧化镁、18% 的甘油、1.2% 的水和盐酸普鲁卡因配成的药膏 (或用甘油和氧化镁 2:1 制成的悬浮剂涂抹, 用消毒纱布包扎), 伤势严重时, 应立即送医院急救。如果酸溅入眼内, 首先用大量水冲眼, 然后用 3% 的碳酸氢钠溶液冲洗, 最后用清水洗眼。

5. 强碱腐伤

受到强碱腐伤时, 立即用大量水冲洗, 然后用 1% 柠檬酸或硼酸溶液洗。如果碱液溅入眼内, 除用大量水冲洗外, 再用饱和硼酸溶液冲洗, 最后滴入蓖麻油。

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

发生触电事故时, 应立即拉开电闸, 截断电源, 尽快利用绝缘物 (干木棒、竹竿) 将触电者与电源隔离。

如果事故严重, 应立即送医院救治。

三、实验室中灭火常识

1) 一般有机物,特别是有机溶剂,大都容易着火,它们的蒸气或其他可燃性气体、固体粉末等(如氢气、一氧化碳、苯、油蒸气、面粉)与空气按一定比例混合后,在有火花时(点火、电火花、撞击火花)就会引起燃烧或猛烈爆炸。

2) 由于某些化学反应的放热而引起燃烧,如金属钠、钾等遇水燃烧甚至爆炸。

3) 有些物品易自燃(如白磷遇空气容易燃烧),由于保管和使用不善而引起燃烧。

4) 有些化学试剂混在一起,在一定的条件下会引起燃烧和爆炸(如将红磷与氯酸钾混在一起,磷就会燃烧爆炸)。

如果发生着火,要沉着、快速处理。首先组织人员有序、迅速撤离,切断热源、电源,把附近的可燃物品移走,再针对燃烧物的性质采取适当的灭火措施。常用的灭火措施有以下几种,使用时要根据火灾的轻重、燃烧物的性质、周围环境和现有条件进行选择。

①石棉布:适用于小火。用石棉布盖上以隔绝空气,就能灭火。如果火很小,用湿抹布或石棉板盖上就行。

②干沙土:一般装于沙箱或沙袋内,只要抛在着火物体上就可灭火,适用于不能用水扑救的燃烧,但对火势很猛,面积很大的火焰欠佳。沙土应该用干的。

③水:是常用的救火物质,它能使燃烧物的温度下降,但一般有机物着火不适用,因溶剂与水不相溶且比水轻,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时,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。

④泡沫灭火器:是实验室常用的灭火器材。使用时把灭火器倒过来往火场喷,生成的二氧化碳及泡沫可使燃烧物与空气隔绝而灭火,效果较好,适用于除电流起火外的着火。

⑤二氧化碳灭火器:在小钢瓶中装入液态二氧化碳,救火时打开阀门,把喇叭口对准火场,喷射出二氧化碳即可灭火。二氧化碳灭火器在工厂实验室都很适用,它不损坏仪器,不留残渣,对于通电的仪器也适用,但不可用于金属镁燃烧。

⑥四氯化碳灭火器:四氯化碳沸点较低,喷出来后形成沉重而惰性的蒸气掩盖在燃烧物体周围,使它与空气隔绝而灭火。四氯化碳不导电,适于扑灭带电物体的火灾。但它在高温时分解出有毒气体,故在不通风的地方最好不用。另外,在有钠、钾等金属存在时不能使用,因为有引起爆炸的危险。

⑦水蒸气:在有水蒸气的地方把水蒸气对火场喷,也能隔绝空气而起灭火作用。

⑧石墨粉:当钾、钠或锂着火时,不能用水、泡沫灭火器、二氧化碳、四氯化碳等灭火,可用石墨粉扑灭。

⑨电路或电器着火时,扑救的关键是首先切断电源,防止事态扩大。对于电器着火,最好的灭火器是四氯化碳和二氧化碳灭火器。

1.1.2 实验室用水的规格、制备与检验

化学实验室中所用的水必须是纯化的水,不同的实验对使用的水质的要求也有所不同。国家标准(GB 6682—92)中明确规定了实验室用水的级别、主要技术指标、制备方法及检验方法,该标准采用了国际标准(ISO 3696—1987)。