

高等学校教材

基础化学实验 1

基础知识与技能

孙建民 单金缓 主编



化学工业出版社

高等学校教材

基础化学实验 1

基础知识与技能

孙建民 单金缓 主编
李志林 李小六 屈红强 副主编



化学工业出版社

·北京·

本书为基础化学实验系列教材中的基础知识与技能篇，共有六章，第1章介绍了化学实验基础，包括实验室规则、实验室安全知识和化学实验基本知识。第2章介绍了化学实验基础理论，主要是保证实验数据的真实性与可靠性方面的基础知识。第3章介绍了化学实验基本技术，主要涉及无机、有机、物化和分析等基础实验知识与技能，包括必要的基础理论与仪器使用知识。第4章介绍了化学实验室经常用到的仪器设备与正确的使用方法。第5章简要介绍了与化学实验有关的计算机软件知识，如关于分子式、结构式、化学反应式以及实验装置图等软件使用知识。第6章为各专业化学实验中的基础实验操作，通过这十六个实验，使学生初步掌握化学实验基本仪器的使用与实验思路和方法，为进一步独立开展化学实验打好基础。

本书可作为综合性大学化学实验基础知识教材，也可供高等师范院校和工科院校有关院系参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验 1 基础知识与技能 / 孙凤英, 单淑云 主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.7
高等学校教材
ISBN 978-7-122-02348-3

I. 基… II. ①孙…②单… III. 化学实验—高等学校—教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 046744 号

责任编辑: 刘俊之

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 顾淑云

装帧设计: 杨 北

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 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17 $\frac{1}{2}$ 字数 453 千字 2009 年 6 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: 34.00 元

版权所有 违者必究

前 言

根据教育部《关于进一步深化本科教学改革、全面提高教学质量的若干意见》、《高等学校本科教学质量与教学改革工程》、《普通高等学校本科化学专业规范》等相关要求，在知识传授、能力培养、素质提高、协调发展的教育理念和以培养学生创新能力为核心的实验教学观念指导下，在研究化学实验教学与认知规律的基础上，将实验内容整合为基础型实验、综合型实验和研究创新型实验三大模块，形成“基础—综合—研究创新”交叉递进式三阶段实验教学新体系。学生在接受系统的实验基本知识、基本技术、基本操作训练的基础上，进行一些综合性、设计性实验训练，而后通过创新实验进入毕业论文与设计环节，完成实验教学与科研的对接。

《基础化学实验》系列教材是在上述实验教学体系框架下，以强化基础训练为核心，以培养学生良好的科学实验规范为主要教学目标，以化学实验原理、方法、手段、操作技能和仪器使用为主要内容，逐步培养学生文献查阅、科研选题、实验组织、实验实施、实验探索、结果分析与讨论、科研论文的撰写能力，培养学生创新能力，为综合化学实验和研究创新实验打下良好的基础。在实验教学内容上增加现代知识、现代技术容量，充分融合化学实验新设备、新方法、新技术、新手段，将最新科研成果转化为优质实验教学资源，从宏观上本着宽领域、渐进式、交互式、创新式、开放式来编排，将原隶属于《无机化学实验》、《有机化学实验》、《物理化学实验》、《分析化学实验》、《仪器分析实验》和《化工基础实验》的相关内容按照新的实验教学体系框架综合整编为《基础化学实验 1 基础知识与技能》、《基础化学实验 2 物质制备与分离》、《基础化学实验 3 分析检测与表征》、《基础化学实验 4 物性参数与测定》、《基础化学实验 5 综合设计与探索》五个分册，力争实现基础性和先进性的有机结合，教学、科研和应用的结合。

本系列教材可作为高等学校化学、化工、应用化学、材料化学、高分子材料与工程、药学、医学、生命科学、环境科学、环境工程、农林、师范院校等相关专业本科生基础化学实验教材，也可作为有关人员的参考用书。在使用时各校可结合具体的教学计划、教学时数、实验室条件等加以取舍，也可根据实际需要增减内容或提高要求。

本书是《基础化学实验》系列中的第 1 分册——基础知识与技能。内容包括实验室规则、实验室安全知识和化学实验基本知识，化学实验数据误差理论，无机、有机、物化和分析等化学基础实验的基本技术、知识与技能，包括必要的基础理论与仪器使用知识，化学实验室经常用到的仪器设备与正确的使用方法，与化学实验有关的分子式、结构式、化学反应式以及实验装置图等计算机软件的使用知识。最后编写了十六个各专业化学实验中的基础操作实验。使学生初步掌握化学实验基本仪器的使用与实验思路和方法，为进一步独立开展化学实验打好基础。

本书的编写，参考了相关教材、国家标准和期刊文献等有关内容，在此深表谢意。
感谢河北大学化学与环境科学学院和化学工业出版社给予的大力支持。由于编者水平有限，书中疏漏和欠妥之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者
2009 年 2 月

目 录

第 1 章 化学实验基础知识	1
1.1 实验室规则	1
1.2 实验室安全知识	1
1.2.1 安全用电常识	2
1.2.2 试剂安全常识	2
1.2.3 伤害类安全常识	4
1.2.4 易燃易爆类安全常识	4
1.2.5 实验室灭火	5
1.3 三废处理	8
附 实验室常见“三废”处理措施	9
1.4 化学试剂基本常识	9
1.4.1 化学试剂规格	9
1.4.2 试剂的取用规则	10
1.5 各种容器材料的使用和维护	10
1.5.1 玻璃	10
1.5.2 瓷	11
1.5.3 熔凝石英(透明石英)	11
1.5.4 金属	11
1.5.5 石墨	11
1.5.6 高分子聚合物	12
1.6 常用低值易耗仪器设备	12
1.6.1 玻璃及瓷器类仪器	12
1.6.2 常用玻璃及瓷器仪器	13
1.6.3 化学实验中常用的其他器具	19
1.6.4 小型机电仪器	22
1.7 标准知识介绍	22
1.8 实验预习、记录和实验报告	24
第 2 章 化学实验基础理论	26
2.1 误差理论	26
2.1.1 基本概念	26
2.1.2 误差的分类	26
2.2 提高实验结果准确度的方法	27
2.3 有效数字及数据运算规则	27
2.4 数据处理及实验结果的正确表示	28
2.4.1 可疑值的检验	28
2.4.2 实验结果的表示	29
2.4.3 随机误差的正态分布	32
2.5 作图方法简介	33
2.6 正交实验设计方法	35
2.6.1 术语介绍	36
2.6.2 正交实验的程序与要求	36
2.6.3 应用正交实验法优化工艺参数 (条件) 示例	38
第 3 章 化学实验基本技术	42
3.1 加热和冷却技术	42
3.1.1 加热用的装置	42
3.1.2 常用加热操作	46
3.1.3 冷却技术	49
3.2 玻璃仪器的清洗、干燥和塞子的 配置	50
3.2.1 玻璃仪器的洗涤和干燥	50
3.2.2 塞子钻孔	52
3.3 基础玻璃工操作	53
3.4 纯水的制备	56
3.4.1 天然水中的杂质	56
3.4.2 水的纯化方法	56
3.4.3 分析实验室用水规格和实验 方法	58
3.5 分析试样的采集和制备	60
3.5.1 采样的目的和基本原则	60

3.5.2	采样方案和采样记录	60	3.19.3	离心分离法	104
3.5.3	采样技术	60	3.20	固体的干燥	104
3.5.4	固体化工产品的采样	61	3.21	气体的发生与收集	106
3.5.5	液体化工产品的采样	63	3.22	有机化学实验常用装置	109
3.5.6	其他产品的采样	64	3.23	有机化合物的分离和提纯	114
3.5.7	土壤样品的采集与制备	65	3.23.1	重结晶及过滤	114
3.5.8	生物样品的采集与制备	65	3.23.2	蒸馏	118
3.5.9	其他固体试样的采集与制备	66	3.23.3	升华	128
3.5.10	水样的采集与制备	66	3.23.4	萃取	130
3.5.11	气体样品的采集	66	3.23.5	干燥	132
3.6	化学药品的取用与存放	67	3.23.6	色谱法	136
3.7	常用试纸的使用	69	3.23.7	外消旋体的拆分	141
3.8	称量技术	69	3.24	有机化合物的物理常数测定及结构表征	141
3.8.1	托盘天平	69	3.24.1	熔点测定及温度计校正	141
3.8.2	分析天平	70	3.24.2	沸点及其测定	145
3.9	液体体积的度量	78	3.24.3	折射率的测定	145
3.10	温度的测量	82	3.24.4	旋光度的测定	147
3.10.1	温度计的工作原理	82	3.24.5	红外光谱	149
3.10.2	温度测量仪表	82	3.24.6	核磁共振谱	152
3.11	压力测量与真空技术	85	3.24.7	紫外与可见光谱	153
3.11.1	压力单位及测压仪表	85	3.25	滴定分析	156
3.11.2	真空计	86	3.25.1	滴定分析的基本术语	156
3.12	流量测量	88	3.25.2	滴定分析法的分类	156
3.13	光学测定方法	90	3.25.3	滴定分析法对滴定反应的要求和滴定方式	157
3.14	电化学测定方法	91	3.25.4	基准物质	157
3.15	搅拌方法	92	3.25.5	标准滴定溶液的配制与标定	157
3.15.1	手工搅拌方法	92	3.25.6	滴定分析仪器规范操作	160
3.15.2	机械搅拌方法	92	3.26	重量分析基本操作	160
3.16	溶液的配制	93	3.26.1	样品的溶解	161
3.16.1	一般溶液的配制	93	3.26.2	沉淀	161
3.16.2	饱和溶液的配制	93	3.26.3	过滤和洗涤	161
3.16.3	按照国标配制的溶液	94	3.26.4	沉淀的包裹和烘干	164
3.16.4	缓冲溶液的配制	94	3.26.5	滤纸的炭化和灰化	165
3.17	溶解与沉淀	96	3.26.6	沉淀的灼烧	165
3.18	蒸发、浓缩与结晶	97	3.27	化学实验绿色化技术	166
3.19	固液分离技术	98			
3.19.1	倾析法	98			
3.19.2	过滤法	98			

第4章 化学实验常用仪器与使用 169

4.1	电子分析天平	169	4.3	离子计	173
4.2	酸度计	169	4.4	电导仪	174
4.2.1	酸度计的基本原理	169	4.4.1	电导仪的基本原理	174
4.2.2	酸度计的使用方法	170	4.4.2	电导仪的使用方法	174
4.2.3	注意事项	171	4.4.3	注意事项	176

4.5 电位差计	176	4.15.3 注意事项	199
4.5.1 电位差计的基本原理	176	4.16 高效液相色谱仪	199
4.5.2 电位差计的使用方法	177	4.16.1 高效液相色谱仪的基本原理	199
4.5.3 注意事项	178	4.16.2 高效液相色谱仪的使用方法	201
4.6 库仑滴定仪	179	4.16.3 注意事项	202
4.6.1 库仑滴定仪的基本原理	179	4.17 阿贝折光仪	203
4.6.2 库仑滴定仪的使用方法	180	4.17.1 阿贝折光仪的基本原理	203
4.6.3 注意事项	180	4.17.2 阿贝折光仪的使用方法	203
4.7 极谱仪	181	4.17.3 注意事项	204
4.7.1 极谱仪的基本原理	181	4.18 旋光仪	204
4.7.2 极谱仪的使用方法	182	4.18.1 旋光仪的基本原理	204
4.7.3 注意事项	182	4.18.2 旋光仪的使用方法	204
4.8 电位滴定仪	182	4.18.3 注意事项	205
4.9 恒电位仪	184	4.19 显微熔点测定仪	205
4.10 稳压稳流电泳仪	185	4.20 量热计	206
4.11 元素分析仪	186	4.20.1 差示扫描量热计的基本原理	206
4.11.1 元素分析仪的基本原理	186	4.20.2 差示扫描量热计的使用方法	206
4.11.2 元素分析仪的使用方法	187	4.20.3 氧弹式量热计的基本原理	207
4.11.3 注意事项	188	4.20.4 氧弹式量热计的使用方法	208
4.12 紫外-可见分光光度计	188	4.20.5 注意事项	208
4.12.1 紫外-可见分光光度计的基本原理	188	4.21 黏度计	209
4.12.2 紫外-可见分光光度计的使用方法	188	4.22 热重分析仪	211
4.12.3 注意事项	190	4.22.1 热重分析仪的基本原理	211
4.13 红外光谱仪	190	4.22.2 热重分析仪的使用方法	212
4.13.1 红外光谱仪的基本原理	190	4.22.3 注意事项	213
4.13.2 Thermo Nicolet380 傅里叶红外光谱仪的使用方法	192	4.23 沸点仪	213
4.13.3 注意事项	193	4.24 凝固点实验装置	214
4.14 原子吸收分光光度计	193	4.25 恒温槽	216
4.14.1 原子吸收分光光度计的基本原理	193	4.25.1 恒温槽的基本原理	216
4.14.2 原子吸收分光光度计的使用方法	194	4.25.2 恒温槽的使用方法	217
4.14.3 注意事项	195	4.25.3 玻璃恒温水浴的结构与使用方法	217
4.15 气相色谱仪	195	4.25.4 注意事项	219
4.15.1 气相色谱仪的基本原理	195	4.26 振荡器	219
4.15.2 气相色谱仪的使用方法	198	4.26.1 多用振荡器的基本原理	219
		4.26.2 多用调速振荡器的使用方法	219
		4.26.3 水浴恒温振荡器的使用方法	219
		4.26.4 注意事项	220
		4.27 高速离心机	220
第5章 常用化学软件简介	222		
5.1 结构式软件	222	5.3 数据处理软件	225
5.2 分子式、反应式软件	224	5.4 公式编辑软件	227
5.2.1 ISIS 分子式软件	224	5.5 装置图软件 (Novoasft Science Word 3.1 软件简介)	228
5.2.2 反应式的绘制	224		

第 6 章 实验	231
实验一 安全教育、常用仪器的洗涤 和干燥	231
实验二 基础玻璃工操作技术	233
实验三 由废铜屑制备硫酸铜	234
实验四 电离平衡与沉淀反应	236
实验五 氧化还原反应与电化学	238
实验六 分析天平性能的测定与称量 练习	241
实验七 强酸强碱的中和滴定	247
实验八 容量器皿的校准	250
实验九 重结晶	254
实验十 甲醇和水的分馏	256
实验十一 薄层色谱	257
实验十二 柱色谱	259
实验十三 熔点测定	261
实验十四 从茶叶中提取咖啡碱	263
实验十五 正溴丁烷的制备	265
实验十六 从肉桂皮中提取肉桂油及其主要 成分的鉴定	268
参考文献	270

第1章 化学实验基础知识

1.1 实验室规则

化学实验室是开展化学实验的场所，不得在实验室内进行与实验无关的其他活动。实验者必须穿实验服，并佩戴个人识别卡，进入实验室前必须认真预习，明确实验目的和要求，了解实验的基本原理、实验操作技术和基本仪器的使用方法，熟悉实验内容以及注意事项，写好预习报告。

遵守纪律，不迟到、早退，不在实验室大声喧哗，保持室内安静。

实验前，先清点所用仪器，如发现破损、缺少，立即向指导教师申明补领。如在实验过程中损坏仪器，应及时报告并折价赔偿。

实验时听从教师的指导，严格按操作规程正确操作，集中思想，仔细观察，如实、及时、正确地记录实验现象和实验数据。

保持实验室和实验桌面的整洁，实验仪器合理放置，纸屑、废品等投入废物桶内，废酸、废碱等倒入指定的地点，严禁投放在水槽中，以免腐蚀和堵塞水槽及下水道。

公用仪器和试剂瓶用毕立即放回原处，不得擅自拿走。按量取用试剂，注意节约。严禁将药品任意混合。

实验后需对实验现象认真分析总结，对原始数据进行处理，以及对实验结果进行讨论，按要求格式写出实验报告，及时交给指导教师批阅。

实验完毕，将实验桌面、仪器和药品架清洗、整理干净。值日生负责做好整个实验室的清洁卫生工作，并关好水、电开关及门窗等，经指导教师检查同意后方可离开实验室。实验室一切药品不得带离实验室。

实验室的上下水道、电源、消防器材等必须经常保持通畅和完好，以便随时启用。

任何人在进行化学实验时不得抽烟、使用手机、喝水和吃东西。

实验中如发生中毒、失火、爆炸等意外事故，不要惊慌，应按照安全规则及时处理，并向领导和有关部门报告。事后要检查原因并记入事故登记簿。

1.2 实验室安全知识

在放有大量仪器设备和各种化学药品的实验室里，人身安全与财产安全至关重要，必须防止诸如爆炸、着火、中毒、灼伤、触电等事故的发生，一旦发生事故，如何紧急处理是每一个化学实验工作者必须具备的素质。

1.2.1 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。

(1) 防止触电 不用潮湿的手接触电器。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）。所有电器的金属外壳都应接地线。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。修理或安装电器时，应先切断电源。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。如有人触电，应迅速切断电源，然后进行抢救。

(2) 防止引起火灾 使用的保险丝要与实验室允许的用电量相符。电线的安全通电量应大于用电功率。使用加热装置如电炉、电热板等时，应注意加热装置下面的实验台面、上面的试剂架台以及周围的实验用品与加热装置的安全距离，避免因烘烤产生损坏甚至火灾。实验人员应随时注意加热过程，不得在加热过程中随意离开加热装置，避免因被加热物质的剧烈反应或溶液被烘干等原因引起火灾。

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

(3) 防止短路 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。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。

(4) 电器仪表的安全使用 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）。必须弄清电器功率是否符合要求及直流电器仪表的正、负极。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。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。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。

1.2.2 试剂安全常识

(1) 试剂毒物及危害程度分级

① 极度危害 汞及其化合物、苯、砷、铬酸盐、氯乙烯、重铬酸盐、黄磷、铍及其化合物、氰化物等。

② 高度危害 三硝基甲苯、铅及其化合物、CS₂、Cl₂、CCl₄、H₂S、HCHO、苯胺、HF、金属镍、DDT、光气、CO、硝基苯等。

③ 中度危害 溶剂汽油、丙酮、氢氧化钠、氨气等。

(2) 致癌物质

① 无机物 所有的石棉制品、砷化物、镍及某些不溶性镍盐、铍及其化合物、镉及其化合物、胍、铬酸盐、三氧化铬、羰基铬、三氧化铋等。

② 有机烷基试剂 碘甲烷、重氮甲烷、硫酸二甲酯、β-丙内酯、双氯甲基醚等。

③ 烃 氯乙烯、苯、3,4-苯并芘等。

④ 亚硝胺 N, N-二甲基亚硝胺、N-亚硝基-N-苯基脲等。

⑤ 氨基、硝基及偶氮化合物 苯胍、4,4-二甲氨基氮苯、4-硝基联苯、4-氨基联苯、联苯胺、α-硝基萘、α-氨基萘等。

(3) 人体侵害类试剂 对人的上呼吸道有刺激的毒气主要有：醛类、氨基盐类、氢氟酸、SO₂、SO₃、铬酸等。既刺激上呼吸道又损害肺的毒气主要有：氯、溴和磷的氧化物、硫酸二甲酯等。刺激人眼的毒气主要有：卤素、卤代烃、催泪剂、芥子气、H₂S 以及许多有机物。能使人发生肺水肿、窒息甚至死亡的危险毒气主要有：AsH₃、CO、Cl₂、NO₂ 等。

侵犯人神经系统的毒气主要有： CS_2 、 CH_3OH 、 CH_3CHCl_2 、磷酸三甲苯酚等。侵犯人的泌尿系统主要有：乙二醇、 CCl_4 等（苯的气体会损伤造血器官，溴的蒸气会损伤人的皮肤）。

(4) 解毒的一般原则 对进入消化道的试剂要首先催吐，用手指或匙柄刺激舌根或喉头，吐出试剂，为延缓吸收速度，降低浓度，保护胃黏膜，应饮食下述物质：牛奶、打溶的鸡蛋、面粉、淀粉、土豆泥悬浮液及水。也可在无上述东西时用 500mL 蒸馏水加 50g 活性炭，用前再加 400mL 蒸馏水充分润湿，分次少量吞服。

(5) 试剂中毒现象及救护法

① H_2SO_4 、 HNO_3 、 HCl 等（致命剂量 1mL）先饮服 200mL $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浮液或 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 凝胶或牛奶及水，冲稀毒物，再食 10 多个打溶的鸡蛋，作缓和剂。

② 强碱（致命剂量 1g）直接用 1% HAc 水溶液将患部洗至中性（用食道镜观察）。然后直接服用 500mL 稀食醋（1:4）或鲜橘汁稀释。

③ 氨气 移至空气新鲜处，输氧气；进眼：水洗角膜至少 5min 后用稀醋酸或硼酸洗。

④ 卤素气体 移至空气新鲜地方，保持安静。

⑤ SO_2 、 NO_2 、 H_2S 气体 至空气新鲜处，保持安静，并洗漱咽喉。

⑥ As 及其化合物（致命剂量 0.1g）应立即洗胃，催吐，洗胃前服新配氢氧化亚铁溶液，催吐或服蛋清水或牛奶，导泻。

⑦ 铅（致命剂量 0.5g）保持患者每分钟排尿 0.5~1mL。连续 1~2h 以上，饮 10% 右旋糖酐水溶液。或以每分钟 1mL 的速度，静注 20% 甘露醇溶液。

⑧ 镉（致命剂量 10mg）、铊（100mg）吞食 呕吐。

⑨ Ba（致命剂量 1g）将 30g Na_2SO_4 溶于 200mL 水中，从口饮服或从洗胃管加入胃中。

⑩ AgNO_3 将 3~4 茶匙 NaCl 溶于一杯水中饮下，服催吐剂或洗胃或饮牛奶。用大量水吞服 30g 硫酸镁泻药。

⑪ Hg 误服者不能用生理盐水洗胃，迅速灌鸡蛋清、牛奶或豆浆。皮肤接触，大量水冲洗，湿敷 3%~5% 硫代硫酸钠溶液，不溶性汞化合物用肥皂和水清洗。

⑫ 氯气 嗅 1:1 乙醚与乙醇混合气。

⑬ 溴水 嗅稀氨水。溴水沾皮肤：苯、甘油洗伤口，再用水洗。

⑭ 烃类（10~50mL）移至空气新鲜处，应尽量避免洗胃或用催化剂。

⑮ 甲醇（30~60mL）用 1%~3% 碳酸氢钠液洗胃，移至暗房，用以抑制 CO_2 结合能力，每隔 2~3h 吞 5~15g 碳酸氢钠，防止酸中毒。为了阻止甲醇代谢，在 3~4 日内，每两小时饮 50% 乙醇液。

⑯ 酚类（2g）吞服 饮自来水、牛奶或吞活性炭，反复洗胃催吐。饮 60mL 蓖麻油或乙醇洗胃。

⑰ 乙二醇 洗胃。催吐或泻药。静脉注 100mL 10% 葡萄糖酸钙。同时人工呼吸。

⑱ 乙醛（5g）洗胃、催吐，后服泻药。

⑲ 草酸（4g）服用 200mL（含 30g 丁酸钙）或其他钙盐溶液、大量牛奶。可服用牛奶打溶的蛋白作镇痛剂。

⑳ CCl_4 （3mL）、 $\text{Cl}_2\text{HCCHCl}_2$ （1g）、 $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CHCl}$ （5mL）远离药品躺下，保暖，用水洗胃，饮用 200mL 含 30g 硫酸钠水溶液。

㉑ 有机磷（0.02~1g）人工呼吸。用催吐剂或水洗胃，清洗皮肤。

㉒ 甲醛（60mL）吞食 饮大量牛奶洗胃，催吐，后服泻药。

㉓ CS_2 吞食 洗胃，催吐。

④ CO 移至空气新鲜处，安静，进行输氧。

1.2.3 伤害类安全常识

(1) 烧伤时的急救 烧伤包括烫伤及火伤。急救的主要目的在于减轻痛的感觉并保护皮肤的受伤表面不受感染。各种烧伤的主要危险是患者身体损失大量水分，因此必须给患者大量热的饮料。对一般烧伤的伤员可以口服烧伤饮料（100mL 开水中加食盐 0.3g、碳酸氢钠 0.15g、糖精 0.04g）或食盐开水防休克。对休克伤员最好请医护人员前来抢救。对四肢及躯干部二度烧伤、面积又不太大者可用薄油纱布覆盖在已清洗干净拭干的伤面，并用几层纱布包裹，两三天后即必须换敷料。凡烧伤面积大、三度烧伤者尽可能用暴露疗法，不宜包扎。轻度烧伤可用清凉乳剂（消石灰 500g 加蒸馏水或冷开水约 400mL，搅拌，沉降。取上层清液和等体积芝麻油混合）涂于伤处，必要时包扎。二度烧伤可用烧伤 2 号和烧伤粉。

化学烧伤时的急救如下。

化学烧伤时，首先必须清除皮肤上的化学药品，用大量水冲洗，再以适合于消除这种有害化学药品的特效溶剂、溶液洗涤处理伤处。

碱类（KOH、NaOH、 NH_3 、CaO、 Na_2CO_3 、 K_2CO_3 ）：立即用大量水洗涤，然后用乙醇溶液（20g/L）冲洗或撒硼酸粉。其中对 CaO 的灼烧，可用植物油洗涤伤处。

碱金属氰化物、氢氰酸：先用 KMnO_4 溶液洗，再用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液漂洗。

铬酸：先用大量水冲洗，然后用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液漂洗。

HF：先用大量冷水冲洗较长时间，直至伤口表面发红，然后用 50g/L NaHCO_3 溶液洗，再以甘油与 MgO（2：1）悬浮剂涂抹，用消毒纱布包扎。

磷：不可将创伤面暴露于空气或用油质类涂抹。应先用 10g/L CuSO_4 溶液洗净残余的磷，再用 1：1000 KMnO_4 湿敷，外涂以保护剂，用绷带包扎。

苯酚：先用水冲洗，然后再用 4 体积乙醇（70%）与 1 体积 FeCl_3 （1mol/L）的混合液洗。

ZnCl_2 、 AgNO_3 ：先用水冲洗，然后再用 50g/L NaHCO_3 溶液漂洗涂油膏及磺胺粉。

酸类（ H_2SO_4 、HCl、 HNO_3 、 H_3PO_4 、乙酸、甲酸、草酸、苦味酸等）：用大量水冲洗，然后用 NaHCO_3 的饱和溶液冲洗。

眼睛烧伤：眼睛受到任何伤害时，必须立即请眼科医生诊治。但在医师救护前，对于眼睛的化学灼伤的急救应该是争分夺秒。实践证明眼睛被溶于水的化学药品灼伤时最好的方法是立即用洗涤器的水流洗涤；洗涤时要避免水流直射眼睛，也不要揉搓眼睛。在大量的细水流洗涤眼睛后，如果是碱灼伤时，则用 3% NaHCO_3 溶液淋洗。

(2) 创伤时的急救 用消毒镊子或消毒纱布机械地把伤口清理干净，并用 3.5% 的碘酒涂在伤口四周。碘酒是消毒的药物，也可使毛细血管止血，伤口消毒后即可用止血粉外敷。不论是毛细血管出血（渗出血液，出血少）、静脉出血（暗红色血，流出慢），还是动脉出血（喷射状出血，血多）都可用压迫法止血。压迫什么位置，看创口部位而定。并用消毒纱布盖住伤口。

1.2.4 易燃易爆类安全常识

(1) 混合后容易引起火灾的物质 活性炭与硝酸铵；沾染了强氧化剂（如 KNO_3 ）的衣服；抹布与浓硫酸；可燃性物质（如木材）与浓 HNO_3 ；液氧与有机物；铝与有机氧化物；氧化物之间的混合，如硝酸铵或硝酸钾与有机物的混合； PH_3 、烷基金属等物质与空气接触；一些废弃药品，如把浸过邻硝基苯酚的滤纸扔在废物箱内；易燃气体遇到火源。

(2) 混合后容易引起爆炸的物质 过氧化物与钠或铝或钾；钠或钾与水（铝粉与硫酸铵遇水）；氯酸盐与硫化锑（磷与氰化物）；三氧化铬或高锰酸钾与硫醇、硫磺、甘油或有机

物；硝酸铵与锌粉遇少量水；有机物与铝（合金）在硝酸-亚硝酸的加热浴中；硫氰化物与硝酸钠；硝酸、HI与Zn、Mg或其他活泼金属；KNO₃与NaAc；硝酸盐与酯类；亚硝酸盐与KCN；氯酸盐及高氯酸盐与硫酸；高铁氰化钾、高汞氰化钾、卤素与氨；磷与硝酸、硝酸盐、氯酸盐；氧化汞与硫磺；镁、铝与高氯酸盐及硝酸盐；硝酸盐与氯化亚锡；镁与磷酸盐、碳酸盐及多种氧化物；重金属与草酸盐；液态空气或液氧与有机物；另外，许多有机溶剂如乙醚、丙酮、乙醇、苯等非常容易燃烧，大量使用时室内不能有明火、电火花或静电放电。实验室内不可存放过多这类药品，用后还要及时回收处理，不可倒入下水道，以免聚集引起火灾。还有些物质如磷、金属钠、钾、电石及金属氢化物等，在空气中易氧化自燃。还有一些金属如铁、锌、铝等粉末比表面大，也易在空气中氧化自燃。这些物质要隔绝空气保存，使用时要特别小心。

1.2.5 实验室灭火

(1) 起火原因

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）。

(2) 火灾分类 GB/T 4968—85 标准根据物质燃烧特性把火灾分为四类。这种分类法对防火和灭火，特别是对选用灭火器扑救火灾有指导意义。

A类火灾：指固体物质火灾，这种物质往往具有有机物性质，一般在燃烧时能产生灼热的余烬。如木材、棉、毛、麻、纸张火灾等。

B类火灾：指液体火灾和可熔化的固体物质火灾。如汽油、煤油、柴油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡火灾等。

C类火灾：指气体火灾。如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气火灾等。

D类火灾：指金属火灾。如钾、钠、镁、钛、锆、锂、铝镁合金火灾等。

(3) 灭火器的分类 常用灭火器的分类通常按充装灭火剂的类型进行划分。

① 清水灭火器 这类灭火器内充入的灭火剂主要是清洁水。有的加入适量的防冻剂，以降低水的冰点。也有的加入适量润湿剂、阻燃剂、增稠剂等，以增强灭火性能。见图 1-1。

② 酸碱灭火器 这类灭火器内充入的灭火剂是工业硫酸和碳酸氢钠水溶液。

③ 化学泡沫灭火器 这类灭火器内充装的灭火剂是硫酸铝水溶液和碳酸氢钠水溶液，再加入适量的蛋白泡沫液。如果再加入少量氟表面活性剂，可增强泡沫的流动性，提高了灭火能力，故称高效化学泡沫灭火器。见图 1-2。

④ 空气泡沫灭火器 这类灭火器内充装的灭火剂是空气泡沫液与水的混合物。空气泡沫的发泡是由空气泡沫混合液与空气借助机械搅拌混合生成，在此又称空气机械泡沫。空气泡沫灭火剂有许多种，如蛋白泡沫、氟蛋白泡沫、轻水泡沫（又称水成膜泡沫）、抗溶泡沫、聚合

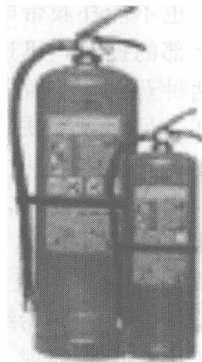


图 1-1 纯净水水雾灭火器



图 1-2 泡沫灭火器

物泡沫等。由于空气泡沫灭火剂的品种较多，因此空气泡沫灭火器又按充入的空气泡沫灭火剂的名称加以区分，称为蛋白泡沫灭火器、轻水泡沫灭火器、抗溶泡沫灭火器等。见图 1-2。

⑤ 二氧化碳灭火器 这类灭火器内充入的灭火剂是液化二氧化碳气体。见图 1-3。



图 1-3 二氧化碳灭火器



图 1-4 干粉灭火器

⑥ 干粉灭火器 这类灭火器内充入的灭火剂是干粉。干粉灭火剂的品种较多，因此灭火器根据内部充入的不同干粉灭火剂的名称，称为碳酸氢钠干粉灭火器、磷酸铵盐干粉灭火器、氨基干粉灭火器。由于碳酸氢钠干粉只适用于灭 B、C 类火灾，因此又称 BC 干粉灭火器。磷酸铵盐干粉能适用于 A、B、C 类火灾，因此又称 ABC 干粉灭火器。见图 1-4。

⑦ 卤代烷灭火器 这类灭火器内充装的灭火剂是卤代烷灭火剂。该类灭火剂品种较多，而我国只发展两种，一种是二氟一氯一溴甲烷，简称 1211 灭火器，另一种为三氟一溴甲烷，简称 1301 灭火器。

(4) 实验室常用灭火器（手提式）适应火灾及使用方法

① 泡沫灭火器适应火灾及使用方法 适用于扑救一般 B 类火灾，如油制品、油脂等火灾，也可适用于 A 类火灾，但不能扑救 B 类火灾中的水溶性可燃、易燃液体的火灾，如醇、酯、醚、酮等物质火灾；也不能扑救带电设备及 C 类和 D 类火灾。

使用时可手提筒体上部的提环，迅速奔赴火场。这时应注意不得使灭火器过分倾斜，更不可横拿或颠倒，以免两种药剂混合而提前喷出。当距离着火点 10m 左右，即可将筒体颠倒过来，一只手紧握提环，另一只手扶住筒体的底圈，将射流对准燃烧物。在扑救可燃液体火灾时，如已呈流淌状燃烧，则将泡沫由远而近喷射，使泡沫完全覆盖在燃烧液面上；如在容器内燃烧，应将泡沫射向容器的内壁，使泡沫沿着内壁流淌，逐步覆盖着火液面。切忌直接对准液面喷射，以免由于射流的冲击，反而将燃烧的液体冲散或冲出容器，扩大燃烧范围。在扑救固体物质火灾时，应将射流对准燃烧最猛烈处。灭火时随着有效喷射距离的缩短，使用者应逐渐向燃烧区靠近，并始终将泡沫喷在燃烧物上，直到扑灭。使用时，灭火器应始终保持倒置状态，否则会中断喷射。

(手提式) 泡沫灭火器存放应选择干燥、阴凉、通风并取用方便之处，不可靠近高温或可能受到曝晒的地方，以防止碳酸分解而失效；冬季要采取防冻措施，以防止冻结；并应经常擦除灰尘、疏通喷嘴，使之保持通畅。

② 空气泡沫灭火器适应火灾和使用方法 适用范围基本上与化学泡沫灭火器相同。但抗溶泡沫灭火器还能扑救水溶性易燃、可燃液体的火灾，如醇、醚、酮等溶剂燃烧的初起火灾。使用时可手提或肩扛迅速奔到火场，在距燃烧物 6m 左右，拔出保险销，一手握住开启

压把，另一手紧握喷枪；用力捏紧开启压把，打开密封或刺穿储气瓶密封片，空气泡沫即可从喷枪口喷出。灭火方法与手提式化学泡沫灭火器相同。但空气泡沫灭火器使用时，应使灭火器始终保持直立状态、切勿颠倒或横卧使用，否则会中断喷射。同时应一直紧握开启压把，不能松手，否则也会中断喷射。

③ 酸碱灭火器适应火灾及使用方法 适用于扑救 A 类物质燃烧的初起火灾，如木、织物、纸张等燃烧的火灾。它不能用于扑救 B 类物质燃烧的火灾，也不能用于扑救 C 类可燃性气体或 D 类轻金属火灾。同时也不能用于带电物体火灾的扑救。

使用时应手提筒体上部提环，迅速奔到着火地点。决不能将灭火器扛在背上，也不能过分倾斜，以防两种药液混合而提前喷射。在距离燃烧物 6m 左右，即可将灭火器颠倒过来，并摇晃几次，使两种药液加快混合；一只手握住提环，另一只手抓住筒体下的底圈将喷出的射流对准燃烧最猛烈处喷射。同时随着喷射距离的缩减，使用人应向燃烧处推进。

④ 二氧化碳灭火器的使用方法 灭火时只要将灭火器提到或扛到火场，在距燃烧物 5m 左右，放下灭火器拔出保险销，一手握住喇叭筒根部的手柄，另一只手紧握启闭阀的压把。对没有喷射软管的二氧化碳灭火器，应把喇叭筒往上扳 $70^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。使用时，不能直接用手抓住喇叭筒外壁或金属连线管，防止手被冻伤。灭火时，当可燃液体呈流淌状燃烧时，使用者将二氧化碳灭火剂的喷流由近而远向火焰喷射。如果可燃液体在容器内燃烧时，使用者应将喇叭筒提起。从容器的一侧上部向燃烧的容器中喷射。但不能将二氧化碳射流直接冲击可燃液面，以防止将可燃液体冲出容器而扩大火势，造成灭火困难。

使用二氧化碳灭火器时，在室外使用的，应选择在上风方向喷射。在室内窄小空间使用的，灭火后操作者应迅速离开，以防窒息。

⑤ 1211 手提式灭火器的使用方法 使用时，应将手提灭火器的提把或肩扛灭火器带到火场。在距燃烧处 5m 左右，放下灭火器，先拔出保险销，一手握住开启压把，另一手握在喷射软管前端的喷嘴处。如灭火器无喷射软管，可一手握住开启压把，另一手扶住灭火器底部的底圈部分。先将喷嘴对准燃烧处，用力握紧开启压把，使灭火器喷射。当被扑救可燃液体呈现流淌状燃烧时，使用者应对准火焰根部由近而远并左右扫射，向前快速推进，直至火焰全部扑灭。如果可燃液体在容器中燃烧，应对准火焰左右晃动扫射，当火焰被赶出容器时，喷射流跟着火焰扫射，直至把火焰全部扑灭。但应注意不能将喷流直接喷射在燃烧液面上，防止灭火剂的冲力将可燃液体冲出容器而扩大火势，造成灭火困难。如果扑救可燃性固体物质的初起火灾时，则将喷流对准燃烧最猛烈处喷射，当火焰被扑灭后，应及时采取措施，不让其复燃。1211 灭火器使用时不能颠倒，也不能横卧，否则灭火剂不会喷出。另外在室外使用时，应选择在上风方向喷射；在窄小的室内灭火时，灭火后操作者应迅速撤离，因 1211 灭火剂也有一定的毒性，以防对人体的伤害。

⑥ 1301 灭火器的使用 1301 灭火器的使用方法和适用范围与 1211 灭火器相同。但由于 1301 灭火剂喷出成雾状，在室外有风状态下使用时，其灭火能力没 1211 灭火器高，因此更应在上风方向喷射。

⑦ 干粉灭火器适应火灾和使用方法 碳酸氢钠干粉灭火器适用于易燃、可燃液体、气体及带电设备的初起火灾；磷酸铵盐干粉灭火器除可用于上述几类火灾外，还可扑救固体类物质的初起火灾。但都不能扑救金属燃烧火灾。

灭火时，可手提或肩扛灭火器快速奔赴火场，在距燃烧处 5m 左右，放下灭火器。如在室外，应选择在上风方向喷射。使用的干粉灭火器若是外挂式储压式的，操作者应一手紧握喷枪、另一手提起储气瓶上的开启提环。如果储气瓶的开启是手轮式的，则向逆时针方向旋开，并旋到最高位置，随即提起灭火器。当干粉喷出后，迅速对准火焰的根部扫射。使用的

干粉灭火器若是内置式储气瓶的或者是储压式的，操作者应先将开启把上的保险销拔下，然后握住喷射软管前端喷嘴部，另一只手将开启压把压下，打开灭火器进行灭火。有喷射软管的灭火器或储压式灭火器在使用时，一手应始终压下压把，不能放开，否则会中断喷射。

干粉灭火器扑救可燃、易燃液体火灾时，应对准火焰根部扫射，如果被扑救的液体火灾呈流淌燃烧时，应对准火焰根部由近而远，并左右扫射，直至把火焰全部扑灭。如果可燃液体在容器内燃烧，使用者应对准火焰根部左右晃动扫射，使喷射出的干粉流覆盖整个容器开口表面；当火焰被赶出容器时，使用者仍应继续喷射，直至将火焰全部扑灭。在扑救容器内可燃液体火灾时，应注意不能将喷嘴直接对准液面喷射，防止喷流的冲击力使可燃液体溅出而扩大火势，造成灭火困难。如果当可燃液体在金属容器中燃烧时间过长，容器的壁温已高于扑救可燃液体的自燃点，此时极易造成灭火后再复燃的现象，若与泡沫类灭火器联用，则灭火效果更佳。

使用磷酸铵盐干粉灭火器扑救固体可燃物火灾时，应对准燃烧最猛烈处喷射，并上下、左右扫射。如条件许可，使用者可提着灭火器沿着燃烧物的四周边走边喷，使干粉灭火剂均匀地喷在燃烧物的表面，直至将火焰全部扑灭。

(5) 灭火时应注意的几个问题 起火后，不要慌乱，要根据起火的原因和火场周围的情况，一般应立即采取以下措施：停止使用加热装置；停止通风以减少空气（氧气）的流通；拉开电闸以免引燃电线；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。同一场所最好采用同一类型的灭火器。不同类型灭火器所充装的灭火剂不同，在灭火时，不同的灭火剂可能会发生反应，导致不利于灭火的反作用。因此选用两种或两种以上类型的灭火器时，应采用灭火剂相容的灭火器。

1.3 三废处理

为防止环境污染，保障教学、科研实验的顺利进行，保证师生员工的健康，保持良好的学习、工作和生活环境，根据国家有关规定，必须对“三废”进行处理。这里所称的“三废”是指在教学实验和科学研究过程中所产生的一些有毒有害废气、废液、废渣。

“三废”处理首先要从思想上高度重视，养成爱护环境、保护环境的良好工作习惯，做到人人重视环保，掌握有关治理方法。

(1) 三废处理的原则 有回收价值必须回收利用原则；无回收价值则进行无害化处理原则；“谁产生，谁处理”原则；集中处理原则；达到国标规定的排放标准方可排放原则。各实验室应配备储存废渣、废液的容器，对实验所产生的对环境有污染的废渣和废液应分类倒入指定容器储存，按照安全、方便、经济的原则进行无害化处理。

(2) 实验室废气处理措施 产生有害废气的实验要开启通风橱通风装置后才能进行。放射性废气排放时应确保不污染周围空气，否则应做净化处理。毒气量大或毒害性较大的气体，要经过吸收或吸附处理达标后方可排放。

(3) 实验室废液处理措施 各实验室应对产生的废液分类收集，不应乱倒；必须经无害化处理达标后方可进行排放。

废酸（或废碱）液的处理：按其化学性质，分别进行中和处理，调 pH 至 6~8 后方可排放。

含重金属离子废液的处理：可采用沉淀法分离重金属离子，达标后排放。含重金属的沉