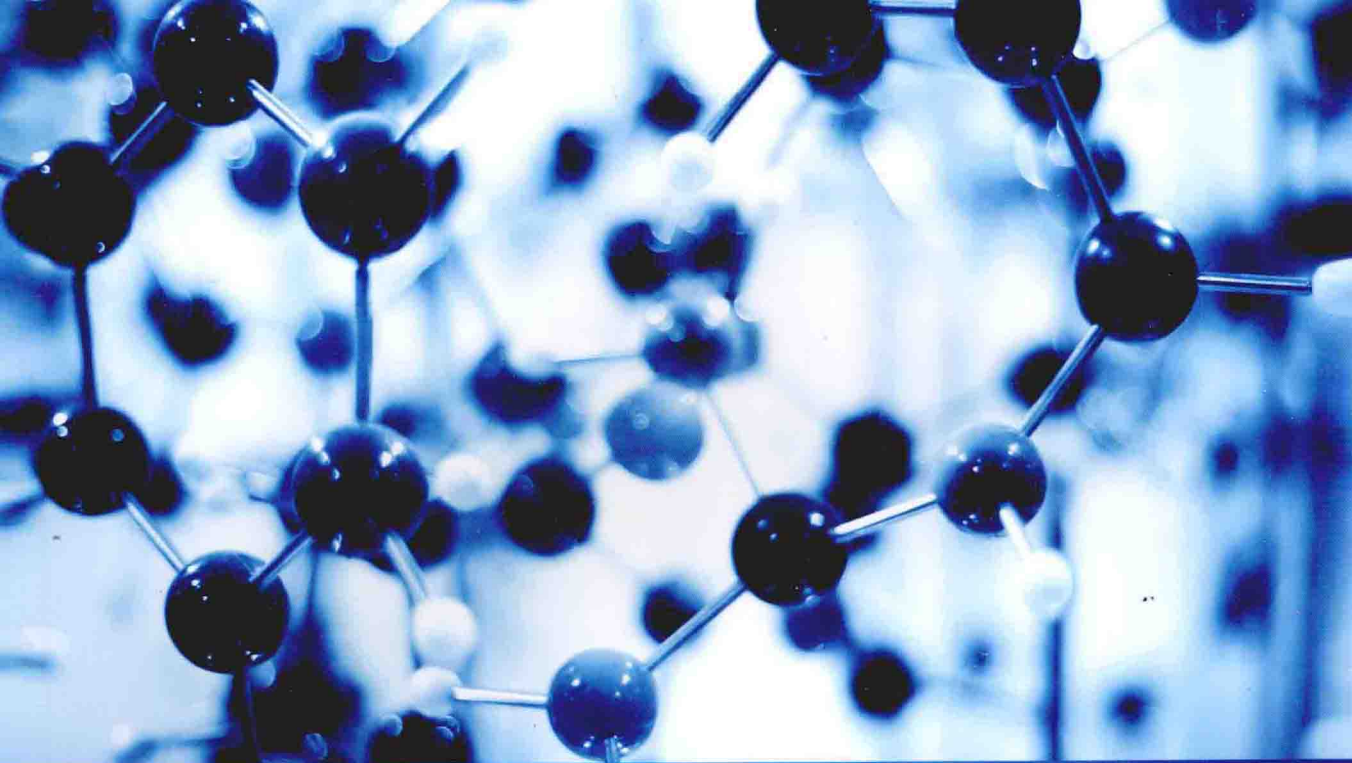




普通高等教育“十二五”规划教材

无机与分析 —— 主编 李荣 化学实验

WUJI YU FENXI HUAXUE SHIYAN



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

无机与分析化学实验

主 编 李 荣

参 编 杨 云 闻 燕 许公峰



机械工业出版社

本书主要内容包括化学实验基础知识和基本操作、实验两部分。实验部分又分为无机化学实验(10个实验)、分析化学实验(16个实验)、综合化学实验(6个实验)和趣味化学实验(4个实验)四部分。无机化学实验部分以无机盐及配合物的制备,以及根据化学原理测定平衡常数为主,注重基本操作和基本技能的训练。分析化学实验部分强化定量分析的“量”的概念和数据的正确记录与处理,以酸碱滴定分析、配位滴定分析、氧化还原滴定分析和重量分析等化学分析法为主,同时加强分光光度法的学习与训练。综合化学实验部分涉及了X射线单晶衍射仪、红外光谱仪和紫外光谱仪等大型仪器的使用,旨在培养学生分析问题和解决问题的能力,锻炼学生独立思考和综合运用科研能力。趣味化学实验的引入,能使学生对化学实验由最初的学习认识上升到感兴趣和喜爱。

本书系高等学校生物工程、食品科学、制药工程、生物技术及应用化学等专业的无机与分析化学实验教材,也可供各类大专院校及相关人员作为教材或参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

无机与分析化学实验/李荣主编. —北京:机械工业出版社, 2014.9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-48003-7

I. ①无… II. ①李… 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. ①061-33②0652.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第214579号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王玉鑫 杨晓昱

责任编辑:王玉鑫 陈洁 责任校对:李锦莉

封面设计:马精明 责任印制:刘岚

北京京丰印刷厂印刷

2014年10月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·12印张·285千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-48003-7

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面防伪标均为盗版

前 言

有关生物、食品、制药及应用化学等专业的《无机及分析化学实验》、《无机化学实验》和《分析化学实验》的书籍有很多，在我们的实验教学中我们参考了很多书，同时根据学生做实验的情况于1995年编写了《无机化学实验》和《分析化学实验》实验讲义，并在多年的教学中随学生学习状态的改变而不断进行改写完善。我们的实验讲义得到了学生的认可，收到了很好的教学效果，在此基础上我们编写了这本《无机与分析化学实验》书，使我们的成果能让更多的学生来分享。

我们的书秉承了现有书籍的精髓和根本，着眼于实验的特点，加进去实验流程图和数据记录与处理的表格。面对大学一年级的学生，使他们在预习实验时很直观地知道怎么去做实验，又如何处理实验数据，即使在中学阶段没有做过化学实验的学生，也能清晰地知道用什么仪器如何去操作。我们真实地看到了学生在实验课上不再紧张怵头，而是轻松愉快地做实验。让刚走进大学校门的学生对实验产生兴趣，不仅奠定了他们未来走向科学研究的基石，更是我们教育工作者义不容辞的责任。

我们的《无机与分析化学实验》以无机化学的基本原理为主线，注重基本操作和基本技能的训练。无机化学部分以无机盐及配合物的制备，根据化学原理测定平衡常数为主。分析化学部分强化定量分析的“量”的概念，数据的正确记录与处理，以化学分析法为主同时加强分光光度法的学习与训练。在此基础上我们还编写了综合实验和趣味实验两部分，旨在培养学生分析问题和解决问题的能力，锻炼学生独立思考和综合运用的科研能力，使学生对化学实验由最初的学习认识上升到有兴趣和热爱。

参加本书编写的有闻燕（负责第1章至第3章的编写、合编第7章和附录），许公峰（负责第6章的编写、合编附录），李荣（负责前言、第4章和第5章的编写、合编第7章），杨云（负责第8章、第9章和参考文献的编写、合编附录），全书由李荣教授策划和统稿。

本书是在无机及分析化学课程组各位老师长期努力下完成的。在这里我们感谢学校及相关部门的支持，特别向提供我们参考书和文献的兄弟学校和作者表示诚挚的感谢。

由于我们水平有限，书中错误和不足之处在所难免，请读者谅解及批评指正。

编者

2014年6月

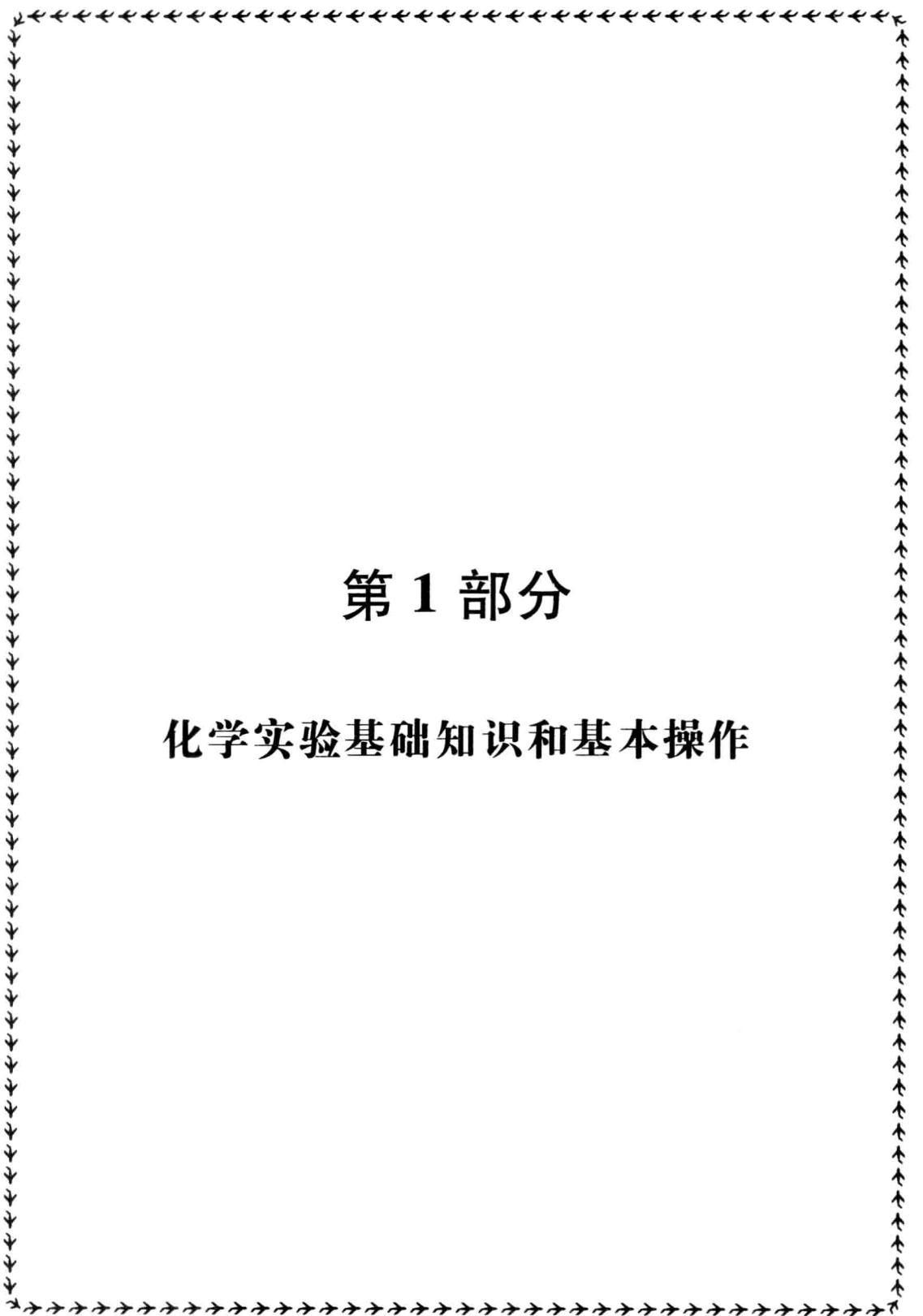
目 录

前言

第1部分 化学实验基础知识和基本操作	1
第1章 化学实验规则和安全知识	3
1.1 化学实验规则	3
1.2 化学实验室安全知识	3
1.3 实验室“三废”的处理	6
1.4 化学试剂的分类、等级和包装	8
第2章 化学实验基本仪器	10
第3章 化学实验基本操作	15
3.1 玻璃仪器的洗涤和干燥	15
3.2 称量仪器的使用	16
3.3 玻璃量器的使用	18
3.4 化学试剂的取用	22
3.5 加热与冷却	23
3.6 溶解、蒸发浓缩和结晶	24
3.7 沉淀及沉淀与溶液的分离	25
3.8 干燥器的使用	28
3.9 试纸的制备和使用	29
第4章 常用分析测试仪器	32
4.1 pH计	32
4.2 分光光度计	34
第5章 实验数据处理与表达	35
5.1 误差	35
5.2 有效数字	37
5.3 数据处理与表达	39
第2部分 实验	41
第6章 无机化学实验	43
实验1 氯化钠的提纯	43
实验2 硫酸亚铁铵的制备	45
实验3 中和热的测定	47
实验4 化学反应摩尔焓变的测定	50
实验5 摩尔气体常数的测定	54
实验6 醋酸电离常数的测定 (pH法)	56
实验7 醋酸电离常数的测定 (电导率法)	58

实验 8 磺基水杨酸合铁 (III) 配合物稳定常数的测定	61
实验 9 硫酸钙溶度积的测定 (离子交换法)	67
实验 10 三氯化六氨合钴 (III) 的制备	70
第 7 章 分析化学实验	73
实验 11 分析天平称量练习	73
实验 12 容量器皿的校准	75
实验 13 盐酸溶液的配制与标定	77
实验 14 面碱中碳酸钠和碳酸氢钠含量的测定	79
实验 15 氢氧化钠溶液的配制与标定	82
实验 16 食用白醋中醋酸浓度的测定	85
实验 17 EDTA 标准溶液的配制与标定	87
实验 18 自来水总硬度的测定	90
实验 19 硫代硫酸钠溶液的配制与标定	91
实验 20 碘标准溶液的配制与标定	94
实验 21 橙汁中维生素 C 含量的测定	97
实验 22 间接碘量法测定铜盐中铜含量	99
实验 23 葡萄糖含量的测定	101
实验 24 高锰酸钾溶液的配制与标定	104
实验 25 氯化钡中钡含量的测定	107
实验 26 铁的比色测定	111
第 8 章 综合化学实验	114
实验 27 硫酸二氨合锌 (II) 的制备和红外光谱测定	114
实验 28 三草酸合铁 (III) 酸钾的合成及组成分析	117
实验 29 硫酸四氨合铜 (II) 的制备及组成分析	123
实验 30 光谱化学序列的测定	129
实验 31 过氧化钙的制备及含量测定	134
实验 32 1, 8-萘二甲酸合铜 (II) 单晶结构的测定	137
第 9 章 趣味化学实验	144
实验 33 番茄的性质	144
实验 34 橘皮的妙用	145
实验 35 鸡蛋清的渗透作用	146
实验 36 食物中铁含量的近似测定	147
附录	149
附录 A 元素的相对原子质量 ($^{12}\text{C} = 12.00$)	149
附录 B 常用化合物的相对分子质量	150
附录 C 不同温度下水的饱和蒸汽压	152
附录 D 常见难溶化合物的溶度积常数 (25°C)	153
附录 E 常用氢氧化物沉淀形成和再溶解所需的 pH 值	156
附录 F 弱酸弱碱在水中的离解常数 (25°C 、 $I = 0$)	156
附录 G 标准电极电势 (298.16 K)	158
附录 H 不同温度下常见无机化合物的溶解度 [$\text{g} \cdot (100\text{gH}_2\text{O})^{-1}$]	165
附录 I 实训中常用的量及其单位名称和符号	170

附录 J 常用酸碱试剂的密度和浓度	171
附录 K 常用缓冲溶液的配制	171
附录 L 常用基准物质的干燥条件和应用	172
附录 M 某些离子和化合物的颜色 (离子均指水溶液中的水合离子)	173
附录 N 常用指示剂	175
附录 O 物质颜色和吸收光颜色的对应关系	176
附录 P 常见基团和化学键的红外吸收特征频率	176
附录 Q 实验报告格式	179
参考文献	183



第 1 部分

化学实验基础知识和基本操作

第1章 化学实验规则和安全知识

1.1 化学实验规则

(1) 实验前要认真预习,明确实验目的和要求,看懂实验原理,了解实验方法,熟悉实验步骤,并且写出预习报告。

(2) 严格遵守实验室各项规章制度,爱护公物,节约化学药品、水、电等。

(3) 实验前要认真清点仪器和化学药品,如有破损或缺少,应立即报告指导教师,按规定手续补领。实验时如有仪器损坏,应立即主动报告指导教师,进行登记,换取新仪器,不得擅自拿其他位置上的仪器使用。

(4) 实验室要保持肃静,不得大声喧哗。实验应在规定的位置上进行,未经允许,不得擅自挪动。实验时要认真观察,如实记录实验现象。使用仪器时,应严格按照操作规程进行。化学药品应按规定量取用,无规定量的,应本着节约的原则,尽量少用。

(5) 保持实验室整洁、卫生和安全。实验后应将仪器洗刷干净,将化学药品放回原处,摆放整齐,用洗净的湿抹布擦净实验台。实验过程中的废纸等固体垃圾,要放入废物桶内,以免堵塞水池或弄脏地面;规定回收的废液要倒入废液缸(或瓶)内,以便统一处理。严禁将实验仪器、化学药品擅自带出实验室。

(6) 实验结束后,学生轮流值日,值日生清扫地面和整理实验室,检查水龙头、门窗是否关好,电源是否切断,在得到指导教师许可后方可离开实验室。

1.2 化学实验室安全知识

1. 实验室安全守则

化学实验要用到各种化学药品、电器设备、玻璃仪器及水、电等,这些都具有潜在的危险。进入化学实验室的每位学生都必须高度重视实验室安全问题,安全意识要贯穿整个化学实验,要像重视实验本身一样认真阅读实验教材中有关的安全指导,熟悉实验的操作步骤和操作方法,了解有关化学药品的性能及实验中可能碰到的各种危险,一定要遵守如下规则:

(1) 熟悉实验室环境,了解与安全有关的设施(如水、电的总开关,以及消防用品、急救箱等)的位置和使用方法。

(2) 容易产生挥发性、刺激性物质及有毒气体的实验应在通风橱内进行。

(3) 一切易燃、易爆物质的操作应在远离火源的地方进行。

(4) 使用强腐蚀性试剂(如浓硫酸、浓硝酸、浓碱和浓过氧化氢等)时,切勿溅在皮肤和衣服上;使用有毒试剂时,应严防其进入口内或伤口。

(5) 切勿俯视正在加热的液体,以免溅出的液体烫伤眼、脸。闻气体的气味时,鼻子不能直接对着瓶(管)口。

(6) 切勿将各种化学药品随意混合, 以防发生意外。

(7) 切勿用湿手操作电器设备, 以防触电。

(8) 实验室内严禁饮食、吸烟、游戏打闹、大声喧哗; 实验完毕离开实验室前应将双手洗净。

化学实验室安全守则是人们长期从事化学实验工作的经验总结, 是保持良好的工作环境和秩序, 防止意外事故发生, 保证实验安全顺利完成的前提, 人人都应严格遵守。

2. 实验室事故的处理

(1) 实验室的医药箱 实验室应配备医药箱, 以便在发生意外事故时作临时处置之用, 不允许随便挪动或借用。医药箱应配备如下药品和工具:

1) 药品包括碘酒、红药水、创可贴、止血粉、消炎粉、烫伤油膏、鱼肝油、甘油、无水乙醇、硼酸溶液 (1% ~ 3%, 饱和)、2% 醋酸溶液、1% ~ 5% 碳酸氢钠溶液、20% 硫代硫酸钠溶液、紫草油软膏、硫酸镁糊剂、蓖麻油、20% 硫酸镁溶液、1% 柠檬酸溶液、5% 硫酸铜溶液、1% 硝酸银溶液、20% 硫酸镁-18% 甘油-水-1.2% 盐酸普鲁卡因配成的药膏等。

2) 工具包括医用镊子、剪刀、纱布、药棉、棉签、绷带、医用胶布等。

(2) 中毒、酸与碱的灼伤及其他意外事故的处理 在实验过程中, 若感到咽喉灼痛, 嘴唇脱色或发紫, 胃部痉挛, 或者出现恶心呕吐、心悸、头晕等症状时, 则可能是中毒所致, 经以下急救后, 立即送医院抢救。

1) 固体或液体中毒。嘴里若还有毒物, 应立即吐掉, 并且用大量水漱口。碱中毒者, 先饮大量水, 再喝牛奶; 误饮酸者, 先喝水, 再服氢氧化镁乳剂, 最后饮些牛奶; 重金属中毒者, 喝一杯含几克硫酸镁的溶液, 立即就医; 汞及汞化合物中毒者, 立即就医。用作金属解毒剂的药物见表 1-1。

表 1-1 金属元素的解毒剂

金属元素	解毒剂	金属元素	解毒剂
铜	R-青霉胺	铊、铊	二苯硫脲
镍	二乙氨基二硫代甲酸钠	汞、镉、砷等	2, 3-二巯丙醇
铍	金黄素三羧酸	铅、铀、钴、锌等	乙二胺四乙酸合钙酸钠

2) 气体或蒸气中毒。若不慎吸入溴蒸气、氯气、氯化氢、硫化氢等气体时, 应立即到室外呼吸新鲜空气, 必要时进行人工呼吸或送医院治疗。

3) 酸或碱灼伤, 具体处理如下:

①酸灼伤: 先用大量水冲洗, 再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗, 然后浸泡在冰冷的饱和硫酸镁溶液中半小时, 最后敷以 20% 硫酸镁-18% 甘油-水-1.2% 盐酸普鲁卡因配成的药膏。伤势严重者, 应立即送医院急救。酸溅入眼睛时, 先用大量水冲洗, 再用 1% 碳酸氢钠溶液洗, 最后用蒸馏水或去离子水洗。

②碱灼伤: 先用大量水冲洗, 再用 1% 柠檬酸或 1% 硼酸, 或者 2% 醋酸溶液浸洗, 最后用水洗, 再用饱和硼酸溶液洗, 最后滴蓖麻油。

4) 其他意外事故处理。此处具体讲割 (划) 伤、烫伤和触电的处理方法。

①割 (划) 伤: 化学实验中要用到各种玻璃仪器, 不小心则很容易被碎玻璃划伤或刺伤。若伤口内有碎玻璃渣或其他异物, 应先取出; 轻伤可用生理盐水或硼酸溶液擦洗伤处,

并且用3%的过氧化氢溶液消毒,然后涂上红药水,撒些消炎粉,再用纱布包扎;伤口较深,出血过多时,可用云南白药或止血带止血,并且立即送医院救治。玻璃溅进眼里,千万不要揉擦,任其流泪,速送医院处理。

②烫伤:一旦被火焰、蒸汽、红热玻璃、陶器、铁器等烫伤,轻者可用10%高锰酸钾溶液擦洗伤处,撒上消炎粉,或者在伤处涂烫伤药膏(如氧化锌药膏或鱼肝油等),重者需送医院救治。

③触电:人体若触碰50Hz、25mA交流电时,会感到呼吸困难,100mA以上则会致死。因此,使用电器必须制订严格的操作规程,以防触电。已损坏的接头、插座、插头,或者绝缘不良的电线,必须更换;电线有裸露的部分,必须绝缘;不要用湿手接触或操作电器;接好线路后再通电,用后先切断电源再拆线路;一旦遇到有人触电,应立即切断电源,尽快用绝缘物(如竹竿、干木棒、绝缘塑料管棒等)将触电者与电源隔开,切不可用手去拉触电者。

3. 实验室消防

(1) 预防为主,消除隐患 化学实验室是消防安全重点单位,应坚持贯彻预防为主的方针。

1) 对一些易燃、易爆的危险化学药品,必须严格按照操作规程进行管理和使用,以防火灾等事故的发生。一些常见的危险化学药品见表1-2所示。

表1-2 危险化学药品的分类、性质与管理

类 别	举 例	性 质	注意事项
爆炸品	硝酸铵、苦味酸、三硝基甲苯	遇高热摩擦、撞击等,引起剧烈反应,放出大量气体和热量,产生猛烈爆炸	存放在阴凉、低处。轻拿轻放
易燃液体	丙酮、乙醚、甲醇、乙醇、苯等有机溶剂	沸点低、易挥发,遇火则燃烧,甚至引起爆炸	存放在阴凉处,远离热源。使用时注意通风,不得有明火
易燃固体	红磷、硫、萘、硝化纤维	沸点低,受热、摩擦、撞击或遇氧化剂,均可引起剧烈连续燃烧、爆炸	存放在阴凉处,远离热源。使用时注意通风,不得有明火
易燃气体	氢气、乙炔、甲烷	因受热、撞击引起燃烧,与空气按一定比例混合则会爆炸	使用时注意通风。钢瓶气不得在实验室存放
遇水易燃品	钠、钾	遇水剧烈反应,产生可燃气体并放出热量,此反应热会引起燃烧	保存于煤油中,切勿与水接触
自燃物品	白磷	在适当温度下被空气氧化放热,达到燃点而引起自燃	保存于水中
氧化剂	硝酸钾、氯酸钾、过氧化氢、过氧化钠、高锰酸钾	具有强氧化性,遇酸、受热及与有机物、易燃品、还原剂等混合时因反应引起燃烧或爆炸	不得与易燃品、爆炸品、还原剂等一起存放
剧毒品	氰化钾、三氧化二砷、氯化汞、氯化钡	剧毒,少量侵入人体(误食或接触伤口)引起中毒甚至死亡	专人、专柜保管,现用现领。用后的剩余物,不论是固体还是液体都应交回保管人,并且应设有使用登记制度

2) 煤气开关应该经常检查,保持完好,煤气灯和橡皮管使用前也要仔细检查。发现漏气立即熄灭室内所有火源,打开门窗,关闭煤气总阀。用肥皂水找出漏气处,若不能自己解决,立即告知有关单位及时抢修。

3) 大量溢水也是实验室中时有发生的故事。为了保持下水道畅通,应注意水槽的清洁,废纸、碎玻璃等物应扔入废物缸中。化学实验室冷凝管的冷却水不宜开得过大,水压过高时,橡皮管会弹开而引起事故。

(2) 自行灭火 当实验室不慎起火时,一定要冷静处置。一方面要抓住起火的初始阶段,妥善自行灭火;另一方面,应根据情况需要及时报火警,争取外援。

由于物质燃烧需要空气和一定的温度,所以,灭火的原则是降温或将燃烧的物质与空气隔绝。以下是一些常见的灭火操作:

1) 小火用湿布、石棉布覆盖燃烧物即可灭火,大火可用泡沫灭火器灭火。活泼金属钠、钾、镁、铝等引起的着火,应用干燥的细沙覆盖灭火;有机溶剂着火,切勿用水灭火,而应用二氧化碳灭火器、沙子和干粉灭火器等灭火。

2) 在加热时着火,应立即停止加热,关闭煤气总阀,切断电源,把一切易燃易爆物移至远处。

3) 电器设备着火,先切断电源,再用四氯化碳灭火器灭火,也可用干粉灭火器或 1211 灭火器灭火。有关灭火器的常识见表 1-3。

表 1-3 常用灭火器种类及其适用范围

灭火器种类	适用范围
泡沫灭火器	用于一般失火及油类的灭火。此种灭火器是由硫酸铝和碳酸氢钠溶液作用产生大量的氢氧化铝及二氧化碳泡沫,泡沫将燃烧物质覆盖与空气隔绝而灭火。因为泡沫能导电,所以不能用于扑灭电器设备着火
四氯化碳灭火器	用于电器设备及汽油、丙酮等的灭火。此种灭火器内装液态四氯化碳。四氯化碳沸点低,相对密度大,不会被引燃,所以把四氯化碳喷射到燃烧物的表面,四氯化碳液体迅速气化,覆盖在燃烧物上面而灭火
1211 灭火器	用于油类、有机溶剂、精密仪器、高压电器设备的灭火。此种灭火器内装二氟一氯一溴甲烷液化气,灭火效果好
二氧化碳灭火器	用于电器设备失火及忌水的物质的灭火。内装液态二氧化碳
干粉灭火器	用于油类、电器设备、可燃气体及遇水燃烧等物质的灭火。内装碳酸氢钠等物质和适量的润滑剂和防潮剂。此种灭火器喷出的粉末能覆盖在燃烧物上,组成阻止燃烧的隔离层,同时它受热分解出二氧化碳,能起中断燃烧的作用,因此灭火速度快

4) 当衣服上着火时,切勿慌张跑动,应赶快脱下衣服或用石棉布覆盖着火处,或者在地上卧倒打滚。

1.3 实验室“三废”的处理

在化学实验室中会遇到各种有毒的废渣、废液和废气(简称“三废”),如不加处理随意排放,就会对周围的环境、水源和空气造成污染,形成公害。“三废”中的有用成分,不

加回收,在经济上也是个损失。通过处理,消除公害,变废为宝,综合利用,也是实验室工作的重要组成部分。

1. 废渣处理

有回收价值的废渣应收集起来统一处理,回收利用;少量无回收价值的有毒废渣也应集中起来分别进行处理或深埋于离水源远的指定地点。

(1) 钠屑、钾屑及碱金属、碱土金属的氢化物、氮化物等应悬浮于四氢呋喃中,在搅拌下慢慢滴加乙醇或异丙醇至不再放出氢气为止,再慢慢加水后冲入下水道。

(2) 硼氢化钠(钾)用甲醇溶解后,用水充分稀释,再加酸并放置,此时有剧毒硼烷产生,所以应在通风橱内进行,其废液用水稀释后冲入下水道。

(3) 酰氯、酸酐、三氯化磷、五氯化磷、氯化亚砷等在搅拌下加入大量水冲走。

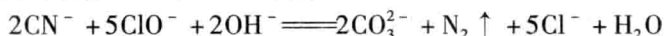
(4) 沾有铁、钴、镍、铜催化剂的废纸、废塑料,干后易燃,不能随便丢入废纸篓内,应趁未干时深埋于地下。

(5) 对重金属及其难溶盐,能回收的尽量回收,不能回收的集中起来深埋于远离水源的地下。

2. 废液处理

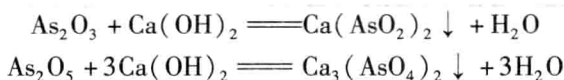
(1) 废酸、废碱液 将废酸液与废碱液中和至 pH6 ~ 8 后排放;如有沉淀应过滤后排放。

(2) 氰化物废液 少量含氰废液可加入硫酸亚铁使之转变为毒性较小的亚铁氰化物冲走,也可用碱将废液调到 pH 大于 10 后,用适量高锰酸钾将氰基氧化。大量含氰废液则需将废液用碱调至大于 pH10 后,加入足量的次氯酸盐,充分搅拌,放置过夜,使氰基分解为碳酸根和氮气后,再将溶液调到 pH6 ~ 8 排放。



(3) 含砷废水 处理方法如下:

1) 石灰法。将熟石灰投入到含砷废水中,使之生成难溶的砷酸盐和亚砷酸盐。



2) 硫化法。用硫化氢或硫化钠作硫化剂,使之生成难溶硫化物沉淀,沉降分离后,调溶液 pH6 ~ pH8,排放。

3) 镁盐脱砷法。在含砷废水中加入足够的镁盐,调节镁砷比为 8 ~ 12,然后利用石灰或其他碱性物质将废水中和至弱碱性,控制 pH9.5 ~ 10.5,利用新生的氢氧化镁与砷化合物共沉积和吸附作用,将废水中的砷除去。沉降后,将溶液调到 pH6 ~ 8 排放。

(4) 含汞废水处理 处理方法如下:

1) 化学沉淀法。在含汞离子的废液中通入硫化氢或加入硫化钠,使汞离子形成硫化汞沉淀。为防止形成二硫化汞负离子,可加入少量硫酸亚铁,使过量硫离子与亚铁离子作用生成硫化亚铁沉淀。过滤后残渣可回收或深埋,滤液调 pH6 ~ 8 后排放。

2) 还原法。利用镁粉、铝粉、铁粉、锌粉等还原性金属,将汞离子,亚汞离子还原为单质汞。

3) 离子交换法。利用阳离子交换树脂把汞离子、亚汞离子交换于树脂上,然后再回收利用。

(5) 含铬废水处理 处理方法如下:

1) 铁氧体法。在含六价铬的酸性溶液中加入硫酸亚铁,使六价铬还原为三价铬,再用氢氧化钠调至 pH6 ~ 8,并且通入适量空气,控制六价铬与硫酸亚铁的比例,使其生成难溶于水的组成类似于四氧化三铁(铁氧体)的氧化物(此氧化物有磁性),借助于磁铁或电磁铁可使其沉淀分离出来,达到排放标准 ($0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。

2) 离子交换法:含铬废水中,除含有六价铬外,还含有多种阳离子。通常将废液在酸性条件下 (pH2 ~ 3) 通过强酸性 H 型阳离子交换树脂,除去金属阳离子,再通过大孔弱碱性 OH 型阴离子交换树脂,除去硫酸根等阴离子,流出液为中性,可作为纯水循环再用。

阳离子树脂用盐酸再生,阴离子树脂用氢氧化钠再生,再生后可回收铬酸钠。

3. 废气处理

当做产生有毒气体的实验时,应在通风橱中进行。应尽量安装气体吸收装置来吸收这些气体,然后进行处理。例如,卤化氢、二氧化硫等酸性气体,可以用氢氧化钠溶液吸收后排放;碱性气体用酸溶液吸收后排放;一氧化碳可点燃转化为二氧化碳气体后排放。

1.4 化学试剂的分类、等级和包装

1. 化学试剂的分类

化学试剂是用以研究其他物质的组成、性状及其质量优劣的纯度较高的化学物质。化学试剂的纯度级别及其类别和性质,一般在标签的左上方用符号注明,规格则在标签的右端注明,并且用不同颜色的标签加以区别。

国际纯粹化学与应用化学联合会(IUPAC)对化学标准物质的分类见表 1-4。其中 C 级与 D 级为滴定分析标准试剂, E 级为一般试剂。

表 1-4 IUPAC 对化学标准物质的分类

A 级	原理量标准
B 级	基准物质
C 级	质量分数为 $100\% \pm 0.02\%$ 的标准试剂
D 级	质量分数为 $100\% \pm 0.05\%$ 的标准试剂
E 级	以 C 级或 D 级试剂为标准进行对比测定所得的纯度或相当于这种纯度的试剂,比 D 级的纯度低

2. 化学试剂的等级

按照化学试剂中杂质含量的多少,我国生产的化学试剂分为 4 个等级(见表 1-5)。

表 1-5 化学试剂的级别

级 别	一级品	二级品	三级品	四级品
英文名称	Guaranteed Reagent	Analytical Reagent	Chemically Pure	Laboratorial Reagent
英文缩写	GR	AR	CP	LR
瓶签颜色	绿色	红色	蓝色	棕色或黄色

随着科学技术的发展,对化学试剂的纯度要求也愈加严格与专门化,因而出现了具有特殊用途的专门试剂。例如,以符号 CGS 表示高纯试剂;以 GC、GLC 表示色谱纯试剂;以 BR、CR、EBP 表示生化试剂等。

实践中应根据实验的不同要求选用不同级别的试剂。在一般的无机化学实验中,化学纯试剂就基本上能符合要求,但在有些实验中则要用分析纯试剂。

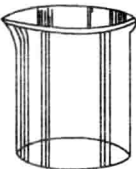
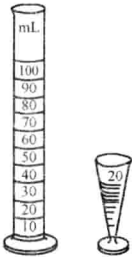
3. 化学试剂的包装

化学试剂在分装时,一般把固体试剂装在广口瓶中,把液体试剂或配制的溶液盛放在细口瓶或带有滴管的滴瓶中,而把见光易分解的试剂或溶液(如硝酸银等)盛放在棕色瓶中。每一试剂瓶上都贴有标签,上面写有试剂的名称、规格或溶液的浓度及日期,在标签外面涂上一层蜡或蒙上一层透明胶纸进行保护。

第2章 化学实验基本仪器

化学实验中用到的基本仪器见表2-1。

表2-1 化学实验基本仪器

仪 器	规 格	主要用途及注意事项
 烧杯	以容积表示, 如 50mL、100mL、150mL、200mL、400mL、500mL、1000mL、2000mL 等规格。此外还有 1mL、5mL、10mL 等微型烧杯	常温或加热条件下, 用作反应物较多时的反应容器, 还可以用来配制溶液。 加热时将烧杯外壁擦干, 烧杯底部要垫石棉网, 所盛反应液体积一般不能超过烧杯容积的 $\frac{2}{3}$
 圆底烧瓶	以容积表示, 如 50mL、100mL、250mL、500mL 等规格	反应容器。反应物较多且需要长时间加热时使用。 可以加热至高温, 使用时应注意勿使温度变化过于剧烈; 加热时底部垫石棉网或用电热套, 使其受热均匀
 锥形瓶	以容积表示, 如 100mL、250mL、500mL 等	反应容器。振荡方便, 适用于滴定操作或作为接收器。 加热时底部要垫石棉网, 使其受热均匀
 量筒 量杯	以最大容积表示, 如 10mL、20mL、50mL、100mL、200mL、500mL 等	用于液体体积的计量。 不能量热的液体, 不可加热
 布氏漏斗和吸滤瓶	布氏漏斗规格以直径表示, 如 4cm、6cm、8cm、10cm 等。 吸滤瓶规格以容积表示, 如 250mL、500mL 等	用于减压过滤, 不能用火直接加热