

高等学校教材



普通化学实验

周先波 魏旻晖 主编

PUTONG
HUAXUE
SHIYAN



化学工业出版社

北京化工大学

化学工业出版社

高等学校教材

普通化学实验

周先波 魏旻晖 主 编
毛红雷 王永红 尹健美 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在介绍化学实验基础知识与基本操作的基础上,以基础性、可操作性、前沿性、趣味性、实用性、实验绿色化、可选择性、综合性和设计性为主要特点,精选了 38 个实验项目,内容选取以够用为度,并综合考虑基本操作训练、性质或理论验证实验、数据测定实验、与实际应用结合的实验等,目的在于使学生学会用化学方法了解各种化学现象以及化学与环境、材料等方面的理论问题,加深对课堂知识的理解,增加对化学学习的兴趣,提高动手能力和分析、解决问题的能力,由培养单一应用型人才向应用创新型人才过渡。

本书可作为理工科各专业学生的教材,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学实验/周先波,魏旻晖主编. —北京:化学工业出版社,2013.7
高等学校教材
ISBN 978-7-122-17678-3

I. ①普… II. ①周…②魏… 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 (2013) 第 137469 号

责任编辑:宋林青 陆雄鹰
责任校对:宋 玮

文字编辑:向 东
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:三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 11½ 字数 281 千字 2013 年 9 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:21.00 元

版权所有 违者必究

前 言

化学是一门以实验为基础、实践性很强的学科。化学实验不仅可传授化学知识,更重要的是可培养学生的基本操作技术、创新意识、创新能力和优良素养。因此,化学实验强调以培养学生的实验基本技术和技能为主、验证课堂理论为辅的原则。普通化学是非化学化工类专业理工科大学生必修的一门重要的现代基础化学课程,开设普通化学的目的在于使学生掌握化学研究的基本理论、基本技能和方法,并教给学生分析化学问题的思考路线和解决问题的方法。普通化学实验是普通化学课程教学中不可或缺的组成部分,目的在于使学生学会用化学方法、分析方法了解各种化学现象以及化学与环境、材料等方面的理论问题,加深对课堂知识的理解,增加对化学学习的兴趣,提高动手能力和分析问题、解决问题的能力;由培养单一应用型人才向应用创新型人才过渡。

通过长期的普通化学实验教学和实验教学改革的经验积累,我们认为普通化学实验同样可以从化学一级学科角度出发,根据化学实验自身的内在规律和联系以及独立学院的办学宗旨和学生特点,重新组合实验内容,会更有利于学生基本操作技术、技能以及科学素养的培养。因此,我们完全打破过去很多教材按无机化学、分析化学、有机化学和物理化学四大化学来安排普通化学实验的习惯,也摒弃当今一些教材完全按基础性实验、综合性实验和设计性实验的框架,经过十几年来在土木工程专业、能源与环境工程专业和包装工程专业学生中的教学实践,并结合浙江大学宁波理工学院应用型创新人才的培养目标和学生的理论知识情况以及普通化学实验学时数较少的特点,在广泛参考国内外优秀“普通化学实验”教材的基础上,编写了适合独立学院非化学化工专业理工科大学生的本实验教材。

由于各院校所涉及的专业门类繁多,不同的专业对实验内容及数量的要求不同,加上不同院校学生的程度也不相同,所以在编写过程中我们吸取各兄弟院校的经验,结合自己学生的知识现状和学习特点,从激发学生对实验的兴趣出发,从而培养学生的动手能力、创新能力、科学思维和科学素养,引导学生关心自然、关心社会、关心环境,加强学生的社会责任感。普通化学实验虽然是实验教学中最基础的部分,但在内容、方法和技术等方面要体现多样化和现代化,所以在选择实验时尽量做到兼顾各专业的不同要求,同时又有一定的针对性,重点在于把握实验基础操作训练,增加了知识性、趣味性、实践性和环保性的实验。

本教材精选了一些具有较强代表性的实验,尽量避免实验内容上的重复。本教材的创新之处体现在以下几个方面。

1. 基础性

针对独立学院学生基础知识相对较差、动手能力相对薄弱的特点,强化基础性操作和基础实验部分。

2. 可操作性

选题相对简单易操作而且在每个实验项目中都增加了该实验操作的注意事项,使每个学生都能独立、正确地完成实验,避免操作难度较大的实验。

3. 前沿性

以化学在社会生活中的应用为主线,在重视基础操作的前提下,突出社会广泛关注的问

题,除进行化学知识的介绍外,还注意化学与环境、化学与生活、化学与日用化学品、化学与材料等学科的相互交叉、渗透和融合。

4. 趣味性和实用性

在保证基本实验操作得到训练的前提下增加了趣味性实验以及与生活息息相关的实验,增加学生学习化学的兴趣,激发学生的求知欲。

5. 实验绿色化

从环保、绿色化的角度进行选材,增加一些常见的与环境污染相关的实验项目并将实验中化学试剂的用量减少至最低量,以减少化学污染物的排放量。

6. 可选择性

由于实验课时的有限性,同时为了满足各个开课专业的需求,本教材扩大了实验项目的涉及面,开课专业可以根据专业要求选择开设,其他实验可供学生课后参考。

7. 综合性和设计性

为了满足部分学生强烈的求知欲,在教材中增加了综合性实验和设计性实验。综合性实验有较详细的操作步骤,培养学生运用综合基础知识、实验技能和测试方法分析问题和解决问题的能力;设计性实验不仅给学生下达了《设计性实验任务书》,还要求学生在实验前提供设计性实验的设计方案,经指导教师和同学相互讨论其可行性后方可进行实验。并且每个设计性实验还提供了相关范例,以供学生参考。

参与本教材编写工作的有浙江大学宁波理工学院周先波、魏旻晖、毛红雷、王永红等教师,九江学院化学与环境工程学院尹健美等教师。

感谢浙江大学宁波理工学院普通化学实验各位指导教师和土木工程专业、能源与环境系统工程专业和包装工程专业学生的教学实践和宝贵意见。

本教材在编写过程中得到了浙江大学宁波理工学院生物与化学工程学院、浙江大学宁波理工学院生物与化学工程实验教学中心和宁波市“特色建设专业”制药工程专业的大力支持,在此表示衷心感谢。

本教材在编写过程中参考了许多兄弟院校有关的普通化学实验教材和相关文献,在此对相关作者表示衷心感谢。

由于时间仓促,加上编者的水平有限,本教材中的不妥之处在所难免,敬请读者不吝指正。

编者

2013年4月

目 录

第 1 章 绪论	1	实验七 自来水中氯含量的测定 (莫尔法)	83
1.1 学生守则	1	实验八 电解质溶液	86
1.2 实验室安全知识	1	实验九 配合物的生成和性质	89
1.3 实验室“三废”处理	7	第 4 章 化学与环境	92
1.4 普通化学实验的目的	8	实验十 电镀废水中铬含量的测定 (铁氧体法)	92
1.5 实验预习、实验记录和实验报告的基本 要求	9	实验十一 火焰原子吸收分光光度法测定环境 水样中钙、镁离子含量	94
1.6 实验报告样书	10	实验十二 利用废铝罐制备明矾	96
第 2 章 基础知识与基本操作	11	实验十三 从废定影液中回收银	98
2.1 试剂的分类及取用	11	第 5 章 化学与生活	100
2.2 常用的玻璃仪器	13	实验十四 氯化钠的提纯	100
2.3 玻璃仪器的洗涤与干燥	17	实验十五 碘盐的制备	102
2.4 基本度量仪器的使用	19	实验十六 水的总硬度的测定(配位滴 定法)	103
2.5 实验室常用仪器设备介绍	23	实验十七 硬水的软化	106
2.6 天平的介绍及使用	24	实验十八 食醋中醋酸含量的测定	109
2.7 pH 计的介绍及使用	27	实验十九 蛋白质的性质与鉴定	111
2.8 阿贝折光仪的介绍及使用	29	实验二十 紫外光谱测定饮料中咖啡因 含量	115
2.9 分光光度计的介绍及使用	32	实验二十一 日常食品的质量鉴别	117
2.10 紫外可见光谱仪的结构及使用	34	第 6 章 化学与日用化学品	120
2.11 原子吸收光谱仪的结构及使用	37	实验二十二 雪花膏的制备	120
2.12 误差的概念和有效数字的使用	39	实验二十三 洗洁精的制备	121
2.13 试纸的使用	43	实验二十四 珠光洗发香波的配制	123
2.14 加热与冷却	44	实验二十五 固体肥皂的制作	125
2.15 升华	47	第 7 章 化学与材料	127
2.16 溶液的配制	48	实验二十六 电镀铜	127
2.17 溶解与结晶	49	实验二十七 塑料电镀	129
2.18 固、液分离及沉淀洗涤	53	实验二十八 钢铁发蓝处理	132
2.19 沉淀的干燥和灼烧	57	实验二十九 水泥熟料中 SiO_2 含量的 测定	134
2.20 干燥与干燥剂的使用	60	第 8 章 趣味实验	137
2.21 萃取分离	64	实验三十 光还原作用:晒蓝图反应	137
2.22 蒸馏	68	实验三十一 鸡蛋潜水	138
第 3 章 基础实验	71	实验三十二 水底花园	138
实验一 滴定操作与浓度标定	71		
实验二 硫酸亚铁铵的制备	74		
实验三 碳酸氢钠的制备	75		
实验四 醋酸电离常数的测定	77		
实验五 化学平衡常数的测定	79		
实验六 未知物的鉴定与鉴别	82		

实验三十三 检验吸烟与喝酒	139	(引自 GB/T 6682—2008)	157
第 9 章 综合性和设计性实验	141	附录 5 一些弱电解质的解离常数 (25℃) ...	158
实验三十四 绿色植物色素的提取及色谱 分离	141	附录 6 难溶化合物的溶度积 (25℃)	159
实验三十五 硝酸钾的制备和提纯	145	附录 7 常见配离子的稳定常数	161
实验三十六 水泥熟料中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 和 MgO 含量的测定	147	附录 8 元素相对原子质量	162
实验三十七 粗硫酸铜的提纯及铜含量的 测定	150	附录 9 常用试剂的配制	163
实验三十八 水分析综合实验	151	附录 10 常用洗涤剂的介绍	164
附：设计性实验任务书	154	附录 11 分析实验中常用的工作基准 试剂	165
设计性实验方案设计要求	154	附录 12 几种常用试纸的制备	166
附录	156	附录 13 常用酸碱指示剂	167
附录 1 某些盐的焰色	156	附录 14 常用缓冲溶液的配制方法	167
附录 2 某些离子的颜色	156	附录 15 原子吸收光谱分析中元素主要吸收 线及相对灵敏度	171
附录 3 常用酸碱溶液的相对密度、质量分数 与物质的量浓度	156	附录 16 若干典型的孤立生色团的紫外吸 收谱带	173
附录 4 实验室用水的级别及主要技术指标		附录 17 危险化学品药品的使用与保存	173
		参考文献	176

第 1 章 绪 论

1.1 学生守则

为了保证普通化学实验课正常、有效、安全地进行，培养良好的实验习惯，并保证实验课的教学质量，学生必须遵守普通化学实验室的下列规则。

(1) 实验前应认真预习有关实验内容及相关参考资料，了解每一步操作的目的和意义，实验中相关物质的物理常数、关键步骤及难点，以及所用药品的性质和应注意的安全问题，并写好实验预习报告。没有达到预习要求者，不得进行实验。

(2) 提前五分钟进入实验室，并在规定位置进行实验。实验开始前对仪器进行清点，如有缺损，按实验室规定进行登记补领，实验结束后将仪器洗净放回原处。

(3) 实验中严格按操作规程正确操作。如要改变，必须经指导老师同意。实验中要认真、仔细观察实验现象，如实做好记录，积极思考，并随时将实验现象和数据如实记录在报告本上。实验完成后，由指导老师登记实验结果，并将产品回收。

(4) 使用精密仪器时，必须严格按照操作规程进行操作，避免损坏仪器。如发现仪器有故障，应报告指导教师，及时排除故障。

(5) 在实验过程中，不得大声喧哗、打闹、接听电话，不得擅自离开实验室。每位学生必须穿实验服，不能穿拖鞋、背心等暴露过多的服装进入实验室，更不能携带食物进入实验室。

(6) 实验时应保持实验室整洁，实验中的废弃物品按要求倒入指定桶内，严禁倒入水槽，以免腐蚀和堵塞水槽及下水道。应保持仪器、桌面、试剂架、地面、水槽、通风橱、讲台干净，实验装置要规范、美观。

(7) 通风橱和试剂架上的公用药品用后要立即放回原处，以免影响其他同学使用。

(8) 实验过程中未经许可不得将仪器、药品带出实验室。

(9) 使用易燃、易爆、强腐蚀性药品以及对液体进行加热时应注意安全，注意节约水、电和试剂。

(10) 因病不能参加实验时，需按学院规定办理请假手续，请假条可由班长交给指导教师。无故旷课达实验总数 $1/3$ 以上（包括 $1/3$ ）者，实验课重修。

(11) 实验结束后，每位同学将个人实验台面打扫干净，清洗、整理仪器。由学习委员安排值日生对实验室进行打扫，负责整理公用仪器、药品和器材，关闭实验室的水、电、灯、门窗等，经实验指导老师检查合格后方能离开实验室。

1.2 实验室安全知识

1.2.1 实验室安全守则

在化学实验中，经常要使用易燃溶剂，如乙醚、乙醇、丙酮和苯等；易燃易爆的气体和

药品,如氢气、乙炔和金属有机试剂等;有毒药品,如氰化钠、硝基苯、甲醇和某些有机磷化合物等;有腐蚀性的药品,如氯磺酸、浓硫酸、浓盐酸、烧碱及溴等。这些药品若使用不当,就有可能产生着火、爆炸、烧伤、中毒等事故。此外,玻璃器皿、煤气、电器设备等使用或处理不当也会产生事故。但是,这些事故都是可以预防的。只要实验者树立安全第一的思想,认真预习和了解所做实验中用到的物品和仪器的性能、用途、可能出现的问题及预防措施,并严格执行操作规程,就能有效地维护人身和实验室的安全,确保实验的顺利进行。下列事项应引起高度重视,并予切实执行。

(1) 实验前必须认真写好预习报告,进入实验室应当首先熟悉实验室环境、布置、各种设施的位置,了解实验所用药品的性能及危害和注意事项。

(2) 实验中应保持室内安静,集中思想、仔细观察,并如实、及时地把实验现象和结果记录在报告本上。

(3) 保持实验室和实验桌面的清洁,火柴、纸屑、废品等丢入废物缸内,不得丢入水槽,以免造成水槽堵塞。

(4) 使用仪器时要小心谨慎,若有损坏应填写仪器损坏单,使用精密仪器时,必须严格按照操作规程操作,注意节约水、电。

(5) 使用药品时应注意

① 按量取用,注意节约;

② 取用固体试剂时,注意勿使其落在实验容器外;

③ 公用仪器放在指定位置,不得擅自拿走,用后即放回原处;

④ 试剂瓶的滴管、瓶塞是配套使用的,用后应立即放回原处,避免混错或沾污试剂;

⑤ 使用试剂时要遵守正确的操作方法;

⑥ 易燃、易挥发物品,不得放在敞口容器中加热;

⑦ 禁止任意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。

(6) 有可能发生危险的实验,在操作时应加置防护屏或戴防护眼镜、面罩和手套等防护设备。发生意外事故应保持镇静,不要惊慌失措,遇有烧伤、割伤时应立即报告指导教师,及时急救和治疗。

(7) 加热试管时,不要将试管口对着自己或者别人,也不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出受到伤害。

(8) 嗅闻气体时,应用手轻拂气体,把少量气体扇向自己再闻,能产生有刺激性或有毒气体(如 H_2S 、 Cl_2 、 CO 、 NO_2 和 SO_2 等)的实验必须在通风橱内进行或注意实验室通风。

(9) 具有易挥发和易燃物质的实验,都应在远离火源的地方进行。

(10) 有毒试剂(如氰化物、铊盐、汞盐、钡盐、铅盐、重铬酸钾和砷的化合物等)不得进入口内或接触伤口,剩余的废液也不能随便倒入下水道。

(11) 洗液、浓酸、浓碱具有强腐蚀性,应避免溅落在皮肤、衣服、书本上面,更应防止溅入眼睛里面。

(12) 稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢注入水中,并不断搅动,切勿将水倒入浓硫酸中,以免飞溅,造成烫伤。

(13) 玻璃管(棒)或温度计插入塞中时,应先检查塞孔大小是否合适,然后将玻璃切口熔光,用布裹住并涂少许甘油等润滑剂后再缓缓旋转而入。握玻璃管(棒)的手应尽量靠近塞子,以防因玻璃管(棒)折断而割伤皮肤。

(14) 要熟悉安全用具如灭火器、砂桶及急救箱的放置地点和使用方法,并妥善保管。安全用具及急救药品不准移作它用,或挪动存放位置。

(15) 实验结束后要及时洗手,严禁在实验室内吸烟、喝水或饮食。实验完毕,洗净仪器,放回原处,整理桌面,洗净双手,经指导老师同意方可离开。实验室内物品不得带出。

1.2.2 火灾、爆炸、中毒及触电事故的预防

1.2.2.1 火灾的预防

实验室中使用的有机溶剂大多数是易燃的,应尽可能避免使用明火。防火的基本原则有下列几点。

(1) 操作易燃溶剂时

① 应远离火源。

② 勿将易燃液体放在敞口容器中(如烧杯)明火加热。

③ 加热必须在水浴中进行,切勿使容器密闭。否则,会造成爆炸。当附近有露置的易燃溶剂时,切勿点火。

(2) 在进行易燃物质试验时,应养成先将酒精一类易燃的物质搬开的习惯。

(3) 蒸馏装置不能漏气,如发现漏气时,应立即停止加热,检查原因。若因塞子被腐蚀时,则待冷却后,才能换掉塞子。接受瓶不宜用敞口容器如广口瓶、烧杯等,而应用窄口容器如三角烧瓶等。从蒸馏装置接受瓶排出来的尾气的出口应远离火源,最好用橡皮管引入下水道或室外。

(4) 回流或蒸馏低沸点易燃液体时

① 应放数粒沸石或碎瓷片或一端封口的毛细管,以防止暴沸。若在加热后才发现未放这类物质时,绝不能急躁,不能立即打开瓶塞补放,而应停止加热,待被蒸馏的液体冷却后才能加入。否则,会因暴沸而发生事故。

② 严禁直接加热。

③ 瓶内液体量不能超过瓶容积的 $2/3$ 。

④ 加热速度宜慢、不能快,避免局部过热。总之,蒸馏或回流易燃低沸点液体时,一定要谨慎从事,不能粗心大意。

(5) 用油浴加热蒸馏或回流时,必须十分注意避免由于冷凝用水溅入热油浴中致使油外溅到热源上而引起火灾的危险。通常发生危险的原因,主要是橡皮管套进冷凝管上不紧密,开水阀过快,水流过猛把橡皮管冲出来,或者由于套不紧漏水。所以,要求橡皮管套入冷凝管侧管时要紧密,开水阀时也要慢动作,使水流慢慢通入冷凝管内。

(6) 当处理大量的可燃性液体时,应在通风橱中或在指定地方进行,室内应无火源。

(7) 不得把燃着或者带有火星的火柴梗或纸条等乱抛乱掷,也不得丢入废物缸中。否则,会发生危险。

1.2.2.2 爆炸的预防

在有机化学实验里一般预防爆炸的措施如下。

① 蒸馏装置必须正确,不能形成密闭体系,应使装置与大气相连通;减压蒸馏时,不能用三角烧瓶、平底烧瓶、锥形瓶、薄壁试管等不耐压容器作为接收瓶或反应瓶,否则,易发生爆炸,而应选用圆底烧瓶作为接收瓶或反应瓶。无论是常压蒸馏还是减压蒸馏,均不能将液体蒸干,以免局部过热或产生过氧化物而发生爆炸。

② 切勿使易燃易爆的气体接近火源,有机溶剂如醚类和汽油一类物质的蒸气与空气相

混时极为危险，可能会由一个热的表面或者一个火花、电火花而引起爆炸。

③ 使用乙醚等醚类时，必须检查有无过氧化物存在，如果发现有过氧化物存在，应立即用硫酸亚铁除去过氧化物，才能使用。除去乙醚中过氧化物的方法详见附录。同时使用乙醚时应在通风较好的地方或在通风橱内进行。

④ 对于易爆炸的固体，如重金属乙炔化物、苦味酸金属盐、三硝基甲苯等都不能重压或撞击，以免引起爆炸，对于这些危险的残渣，必须小心销毁。例如，重金属乙炔化物可用浓盐酸或浓硝酸使它分解，重氮化合物可加水煮沸使它分解等。

⑤ 卤代烷勿与金属钠接触，因反应剧烈易发生爆炸。钠屑必须放在指定的地方。

常用易燃溶剂蒸气和易燃气体爆炸极限见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 常用易燃溶剂蒸气爆炸极限

名称	沸点/℃	闪点/℃	爆炸范围(体积分数)/%
甲醇	64.96	11	6.72~36.50
乙醇	78.50	12	3.28~18.95
乙醚	34.51	-45	1.85~36.50
丙酮	56.20	-17.5	2.55~12.80
苯	80.10	-11	1.41~7.10

表 1-2 易燃气体爆炸极限

气体	空气中的含量(体积分数)/%
氢气	4~74
一氧化碳	12.50~74.20
氮	15~27
甲烷	4.5~13.1
乙炔	2.5~80

1.2.2.3 中毒的预防

大多数化学药品都具有一定的毒性。中毒主要是通过呼吸道、皮肤接触有毒物品而对人体造成危害。因此预防中毒应做到以下几条。

① 称量药品时应使用工具，不得直接用手接触，尤其是有毒品。做完实验后，应洗手后再吃东西。任何药品不能用嘴尝。

② 剧毒药品应妥善保管，不许乱放，实验中所用的剧毒物质应有专人负责收发，并向使用毒物者提出必须遵守的操作规程。实验后的有毒残渣必须作妥善而有效的处理，不准乱丢。

③ 有些剧毒物质会渗入皮肤，因此，接触这些物质时必须戴橡皮手套，操作后应立即洗手，切勿让毒品触及五官或伤口。例如，氰化钠沾及伤口后就会随血液循环至全身，严重的会造成中毒死伤事故。

④ 在反应过程中可能生成有毒或有腐蚀性气体的实验应在通风橱内进行，使用后的器皿应及时清洗。在使用通风橱时，实验开始后不要把头部伸入橱内。

1.2.2.4 触电的预防

使用电器时，应防止人体与电器导电部分直接接触，不能用湿手或手握湿的物体接触电插头。为了防止触电，装置和设备的金属外壳等都应连接地线，实验后应切断电源，再将连接电源的插头拔下。

1.2.3 事故的处理和急救

1.2.3.1 火灾与爆炸事故的预防与处理

火灾与爆炸的发生是实验室事故中概率最大者, 引发原因主要有: ①缺乏基本知识。例如大多数可燃蒸气与空气的混合物都有可能具有一定的爆炸界限, 若不了解这种性质, 对介于此界限之内的混合气体, 一旦遇热、遇明火即可能发生爆炸。②仪器装置安装不当。如蒸馏装置密闭、未与大气相通, 明火加热易挥发、易燃物品等引发爆炸。③未掌握药品性能或操作不当。如使用未经硫酸亚铁处理过氧化物的乙醚, 研磨、撞击不稳定化合物, 碱金属遇水等。④实验不认真、操作马虎、无科学态度, 如随意混合药品, 乱倒实验废液、废料等。这些都有可能引发火灾或爆炸事故的发生。因此, 此类灾害的预防, 关键是在实验中要了解反应的性质和特点, 科学规范地进行操作, 才能消除事故于萌芽状态。

对于已发生的此类事故的急救处理, 主要是一般采用如下措施: 一方面防止火势扩展, 立即关闭煤气灯, 熄灭其他火源, 关闭室内总电闸, 搬开易燃物质; 另一方面立即灭火。有机化学实验室灭火, 常采用使燃着的物质隔绝空气的办法, 通常不能用水, 否则会引起更大火灾。在失火初期, 不能用口吹, 必须使用灭火器、砂、毛毡等。若火势小, 可用数层湿布把着火的仪器包裹起来。如在小器皿内着火(如烧杯或烧瓶内), 可盖上石棉板或瓷片等, 使之隔绝空气而灭火, 绝不能用口吹。我们应根据发生火灾物质的性质选用不同方式、不同器材进行灭火。

国际上据物质的可燃性把火灾分为四类, 可以相应地采取不同的灭火方式, 供大家参考。

A类: 有机可燃固体。常用水、酸式泡沫灭火器灭火。

B类: 可燃液体。常用泡沫、 CO_2 、干粉以及1211灭火器, 抑制、阻断燃烧反应继续发生。

C类: 可燃气体。常用干粉、1211灭火器灭火, 作用同B类。

D类: 可燃性金属。常用干砂覆盖隔离或用7150灭火剂形成隔离保护膜灭火, 切不可用水和能生成 CO_2 气类的灭火剂。

几种常见灭火器的介绍如下。

(1) 四氯化碳灭火器 用以扑灭电器内或电器附近之火, 但不能在狭小和通风不良的实验室中应用, 因为四氯化碳在高温时生成剧毒的光气; 此外, 四氯化碳和金属钠接触也要发生爆炸。使用时只须连续抽动唧筒, 四氯化碳即会由喷嘴喷出。

(2) 二氧化碳灭火器 化学实验室中最常用的一种灭火器, 它的钢筒内装有压缩的液态二氧化碳, 使用时打开开关, 二氧化碳气体即会喷出, 用以扑灭有机物及电器设备的着火。使用时应注意, 一手提灭火器, 一手应握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上。因喷出的二氧化碳压力骤然降低、温度也骤降, 手若握在喇叭筒上易被冻伤。

(3) 泡沫灭火器 内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液, 使用时将筒身颠倒, 两种溶液立即反应生成硫酸氢钠、氢氧化铝及大量二氧化碳。灭火器筒内压力突然增大, 大量二氧化碳泡沫喷出。非大火通常不用泡沫灭火器, 因后处理较麻烦。无论用何种灭火器, 皆应从火的四周开始向中心扑灭。

油浴和有机溶剂着火时绝对不能用水浇, 因为这样反而会使火焰蔓延开来。若衣服着火, 切勿奔跑, 用厚的外衣包裹使熄灭。较严重者应躺在地上(以免火焰烧向头部)用防火毯紧紧包住, 直至火熄灭, 或打开附近的自来水开关用水冲淋熄灭。烧伤严重者应急送医疗

单位。

1.2.3.2 割伤

玻璃割伤是常见的事故,受伤后要仔细观察伤口有没有玻璃碎屑,如有,应先把伤口处的玻璃碎屑取出。若伤势不重,先进行简单的急救处理,如涂上万花油,再用纱布包扎;若伤口严重、流血不止时,可在伤口上部约10cm处用纱布扎紧,减慢流血、压迫止血,并随即到医院就诊。

1.2.3.3 药品灼伤

皮肤接触了腐蚀性物质后可能被灼伤,为避免灼伤,在接触这些物质时,最好戴橡胶手套和防护眼镜。发生灼伤时应按下列要求处理。

(1) 酸灼伤

① 皮肤上 立即用大量水冲洗,然后用5%碳酸氢钠溶液洗涤后,涂上油膏,并将伤口包扎好。

② 眼睛上 抹去溅在眼睛外面的酸,立即用水冲洗,用洗眼杯或将橡皮管套上水龙头用慢水对准眼睛冲洗后,立即到医院就诊,或者再用稀碳酸氢钠溶液洗涤,最后滴入少许蓖麻油。

③ 衣服上 依次用水、稀氨水和水冲洗。

④ 地板上 撒上石灰粉,再用水冲洗。

(2) 碱灼伤

① 皮肤上 先用水冲洗,然后用饱和硼酸溶液或1%醋酸溶液洗涤,再涂上油膏,并包扎好。

② 眼睛上 抹去溅在眼睛外面的碱,用水冲洗,再用饱和硼酸溶液洗涤后,滴入蓖麻油。

③ 衣服上 先用水洗,然后用10%醋酸溶液洗涤,再用稀氨水中和多余的醋酸,后用水冲洗。

(3) 溴灼伤 如溴溅到皮肤上时,应立即用水冲洗,涂上甘油,敷上烫伤油膏,将伤处包好。如眼睛受到溴的蒸气刺激,暂时不能睁开时,可对着盛有酒精的瓶口注视片刻。

(4) 钠灼伤 可见的小块用镊子移去,其余与碱灼伤处理相同。

上述各种急救法仅为暂时减轻疼痛的措施。若伤势较重,在急救之后,应速送医院诊治。

1.2.3.4 烫伤

轻伤者涂以玉树油或鞣酸油膏,重伤者涂以烫伤油膏后立即送医院诊治。

1.2.3.5 中毒

溅入口中而尚未咽下的毒物应立即吐出,用大量水冲洗口腔;如已吞下时,应根据毒物的性质服解毒剂,并立即送医院急救。

(1) 腐蚀性毒物 对于强酸,先饮大量的水,再服氢氧化铝膏、鸡蛋白;对于强碱,也要先饮大量的水,然后服用醋、酸果汁、鸡蛋白。不论酸或碱中毒都需灌注牛奶,不要服呕吐剂。

(2) 刺激性及神经性中毒 先服牛奶或鸡蛋白使之缓和,再服用硫酸铜溶液(约30g溶于一杯水中)催吐,有时也可以用手指伸入喉部催吐后,立即到医院就诊。

(3) 吸入气体中毒 将中毒者移至室外,解开衣领及纽扣,吸入大量氯气或溴气者,可

用碳酸氢钠溶液漱口。

1.2.3.6 触电处理

触电后,首先切断电源,施行人工呼吸或请医生救护。如果不便切断电源,可尽快用绝缘物(干木棒、干竹竿等)使触电者与电源隔离,然后进行救护。

1.2.4 急救用具

(1) 消防器材 泡沫灭火器、四氯化碳灭火器、二氧化碳灭火器、砂、石棉布、毛毡、棉胎和淋浴用的水龙头。

(2) 实验室急救用具 为处理事故需要,实验室应备有急救箱,内置有:碘酒、双氧水、饱和硼砂溶液、1%醋酸溶液、5%碳酸氢钠溶液、70%酒精、玉树油、烫伤油膏、万花油、药用蓖麻油、硼酸膏或凡士林、磺胺药粉、洗眼杯、消毒棉花、纱布、胶布、绷带、剪刀、镊子、橡皮管等。

1.3 实验室“三废”处理

在化学实验室中会产生各种有毒废气、废液和废渣。它们不仅是校园及周边环境的主要污染物,而且其中所含的贵重和有用的成分没有回收,在经济和能源上也是一种浪费。因此“三废”处理是非常重要的。此外,对实验产生的“三废”进行处理不仅可以减少环境污染,还可以帮助学生树立环境保护意识。

(1) 废气处理 化学实验室产生的废气很多,除了要加强通风设施的建设外,还要尽可能地对它加以利用。毒气量大时,必须安装气体吸收装置来吸收这些气体,然后再进行处理。如氧化氮、二氧化硫、溴化氢等酸性气体用碱液吸收,氨气等碱性气体可以用酸性溶液来吸收,像CO则可以使其燃烧成 CO_2 再进行排放。

(2) 废液处理 化学实验室剧毒、易爆废液应及时处理,一般废液倒入废液桶,集中量较多时定期处理,一般无机物废液和有机物废液实验室应该分门别类进行收集,然后对症下药进行处理。

① 无机物废液处理 一般的酸、碱、盐(不含有重金属离子)废液,以相应的碱、酸中和处理,调节pH达6.5~8.5,生成无毒害物质后排放。含氰废液应及时处理,用 KMnO_4 碱性条件氧化分解,或用 NaClO 使氰化物分解为 CO_2 和 N_2 。含Cu、Zn、Cd、Hg、Mn、Bi、Sb、Ni、Pb等重金属离子的废液用碱液沉淀,加絮凝剂使沉淀完全,达标排放。汞洒在地上,应及时用硫黄处理,并深埋地下。

② 有机物废液的处理 有机废液一般分为三大类收集处理:第一类为能被氧化分解的,如酚类、胺类、卤代烃、稠环芳烃、亚硝基化合物、重氮盐、甲苯等,收集后加碱和氧化剂(漂白粉)或 $\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ 。混合氧化剂可把废液中的有机物以及含N、P等物质氧化分解成 CO_2 、 H_2O 及含N、P等无害物以达到净化的目的。第二类是难氧化的苯、硝基苯等,可加活性炭吸附。量多及有价值的解吸分离回收使用。无价值的,可用焚烧法处理。第三类是有机溶剂类,如乙醇、乙醚和乙酸乙酯等溶剂可以收集后重蒸再利用。

a. 含氰化物的废液用氢氧化钠溶液调至 $\text{pH}=10$ 以上,再加3%高锰酸钾使 CN^- 氧化分解。 CN^- 含量高的废液用碱性氯化法处理,即在 $\text{pH}=10$ 以上加次氯酸钠使 CN^- 氧化分解。

b. 含汞盐的废液先调至 $\text{pH}=8\sim 10$,加入过量硫化钠,使其生成硫化汞沉淀,再加入

共沉淀剂硫酸亚铁,生成的硫化铁将水中的悬浮物硫化汞微粒吸附而共沉淀,排出清液,残渣用焙烧法回收汞或再制成汞盐。

c. 铬酸洗液失效,浓缩冷却后加高锰酸钾粉末氧化,用砂芯漏斗滤去二氧化锰后即可重新使用。废洗液用废铁屑还原残留的 Cr(IV) 到 Cr(III) ,再用废碱中和成低毒的 Cr(OH)_3 沉淀。

d. 含砷废液加入氧化钙,调节 pH 为 8,生成砷酸钙和亚砷酸钙沉淀。或调节 pH=10 以上,加入硫化钠与砷反应,生成难熔、低毒的硫化物沉淀。

e. 含铅、镉废液,用氢氧化钙溶液将 pH 调至 8~10,使 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 生成 Pb(OH)_2 和 Cd(OH)_2 沉淀,加入硫酸亚铁作为共沉淀剂。

f. 将回收的废乙醚溶液置于分液漏斗中,用水洗一次,中和,用 0.5% 高锰酸钾洗至紫色不褪,再用水洗,用 0.5%~1% 硫酸亚铁铵溶液洗涤,除去过氧化物,再用水洗,用氯化钙干燥,过滤,分馏,收集 33.5~34.5℃ 馏分。乙酸乙酯废液先用水洗几次,再用硫代硫酸钠稀溶液洗几次,使之褪色,再用水洗几次,蒸馏,用无水碳酸钾脱水,放置几天,过滤后蒸馏,收集 76~77℃ 馏分。氯仿、乙醇、四氯化碳等废液都可以通过水洗废液再用试剂处理,最后通过蒸馏收集沸点左右馏分,得到可再用的溶剂。

(3) 废渣处理 对有毒的废渣应及时处理,一般的无毒固体,可集中定期处理,有价值的可进行回收处理,少量无价值的可进行焚烧法处理或深埋。

1.4 普通化学实验的目的

化学是一门实验科学,实验是人类研究自然规律的一种基本方法。没有实验就没有化学,化学中一切定律、学说、原理都来源于化学实验,而且还要受到化学实验的不断检验。化学实验是手段和工具,也是化学知识的开端,可以了解化学的第一手知识。化学实验是培养学生独立操作、独立思考、观察记录、分析归纳、撰写报告等多方面能力的重要环节,对提高学生的综合素质能起到积极的促进作用。通过普通化学实验课程的学习,希望达到以下目的。

① 通过实验,培养非化学化工类专业学生对化学知识的兴趣,提高和巩固他们对化学理论知识的理解,让他们学会从化学的角度观察和思考自然现象及自然规律,解释生活中和工作中遇到的化学问题,培养他们辩证唯物主义的世界观和方法论。

② 通过实验,还可以帮助学生理解化学基本原理和基础知识的理解和掌握,并掌握一定的化学实验操作技能,学会一些化学常用仪器的操作方法,并以正确的实验手段获得准确的数据和正确的实验结果。

③ 通过实验,可以培养学生的科学能力。科学能力包括科学认识能力和科学研究能力。科学研究能力又包括独立准备和进行实验操作的能力;细致观察和记录现象的能力;归纳、综合和正确处理数据的能力;分析实验和用语言表达实验结果的能力等。

④ 通过实验,也可以培养学生实事求是的科学态度,准确、细致、整洁等良好的科学习惯以及科学的思维方法,从而逐步掌握科学研究的方法。

⑤ 通过实验,培养学生的创新意识和创新能力,设计性实验鼓励学生自己开拓思路、探索实践,能充分调动学生的主动性和创造性,有助于培养学生的创新意识和创新能力。

⑥ 通过实验,还可以培养学生的合作精神和团队意识。

1.5 实验预习、实验记录和实验报告的基本要求

(1) 实验预习 普通化学实验是一门实践性的课程，是培养学生独立工作能力的重要环节。因此，要达到实验预期效果，必须做到实验前预习，做好实验记录及课后进行实验总结。

- ① 阅读实验教材、理论书和参考资料中的有关内容；
- ② 明确本实验的目的；
- ③ 了解实验的内容、步骤、操作过程和注意事项；
- ④ 写好预习报告，方能进行实验。

实验预习要求：明确实验目的、反应及操作原理，有关化合物的物理常数（分子量、性状、折射率、密度、熔点、沸点、溶解度），反应装置，操作步骤。对于可能出现的问题（包括安全和实验结果），要明确防范措施和解决办法。实验预习报告包括：

- ① 实验名称；
- ② 实验目的；
- ③ 实验原理；
- ④ 主要仪器、试剂及装置图；
- ⑤ 实验内容、步骤。

实验前由指导教师检查预习报告，若发现预习不够充分，应停止实验，要求在掌握了实验内容之后再行实验。

(2) 实验记录要求 学会做好实验记录是培养学生科学作风及实事求是精神的一个重要环节，是研究实验内容、书写实验报告和分析实验成败的依据，因此实验时一定要做好实际观察并记录实验全过程。学生必须养成一边进行实验一边直接在记录本上记录的习惯，不得事后凭记忆补写，或以零星纸条暂记再转抄。记录的内容包括加入药品的数量，仪器装置，每一步操作时间、内容和所观察的现象。记录要求实事求是，准确反映实验真实的情况，以便作为总结讨论的依据。应该牢记，实验记录是原始数据，必须重视。

(3) 实验报告要求 实验报告是根据实验记录进行整理、总结、对实验中出现的問題从理论上加以分析和讨论，使感性认识提高到理论认识的必要步骤，也是科学实验中不可缺少的环节。实验报告要求按统一格式，字迹工整、清晰，表达清楚，文字精练，实事求是，不得抄袭他人实验报告。

实验报告书写的内容：

- ① 实验名称；
- ② 实验目的；
- ③ 实验原理；
- ④ 主要仪器、试剂及装置图；
- ⑤ 实验内容、步骤；
- ⑥ 数据记录、处理及结论；

⑦ 结果分析及讨论，针对本实验中遇到的疑难问题，提出自己的见解或收获、分析实验误差的原因，也可以对实验方法、教学方法、实验内容等提出自己的意见或建议。

1.6 实验报告样书

实验：_____

日期：_____

同组者姓名：_____

室温：_____

大气压：_____

一、实验目的

二、实验原理

三、主要仪器、试剂及装置图

四、实验步骤

五、数据记录、处理及结论

六、结果分析及讨论

成绩：_____

评阅教师：_____

年 月 日