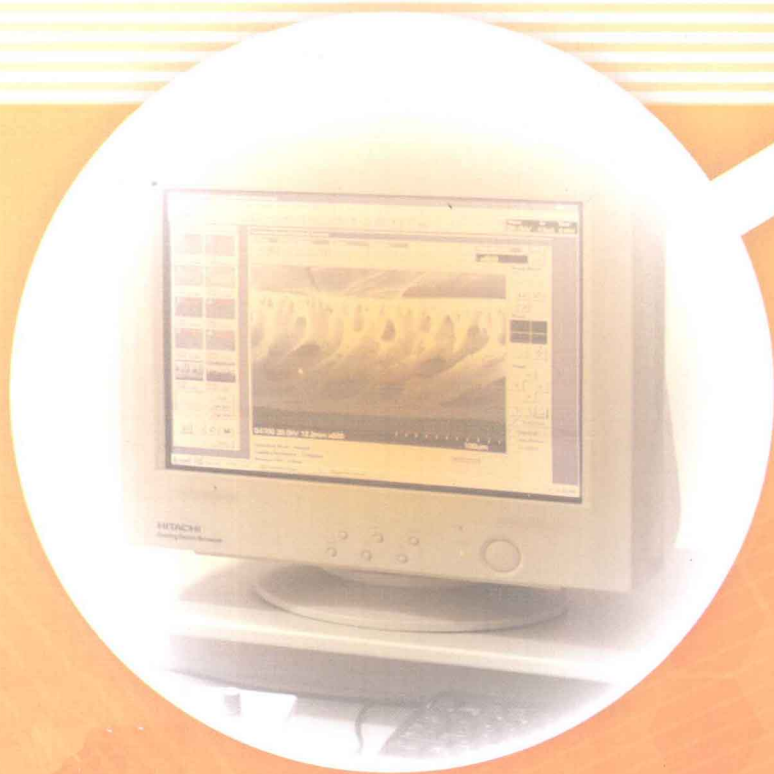


高等学校教材

化学工艺实验

杨世芳 主编



HUAXUE GONGYI
SHIYAN

 化学工业出版社

高等学校教材

化学工艺实验

杨世芳 主编

丁正学 王治国 邓文娟 周立新 周艳 参编

HUAXUE GONGYI
SHIYAN



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分四个部分,共 57 个实验,内容涉及表面活性剂、日用化学品、香料、胶黏剂、涂料等多个方面。另外还附有部分精细化学品的检测国家标准、常用仪器设备使用方法和实验室基本操作技能。

本教材可作为高等院校化工及相关专业的实验教材,也可作为从事精细化工领域科研、开发、生产的技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

化学工艺实验/杨世芳主编. —北京:化学工业出版社,
2011.8

高等学校教材

ISBN 978-7-122-11679-6

I. 化… II. 杨… III. 化学工业-实验-高等学校-教材
IV. TQ016

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 129154 号

责任编辑:宋林青

文字编辑:糜家铃

责任校对:宋夏

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:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 10½ 字数 246 千字 2011 年 8 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: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

化学工艺实验是化工类及其相关专业的专业课，它与其他专业必修课密切配合，相辅相成，共同完成必需的专业课教学。本课程主要通过实验教学的形式，达到如下目的：（1）使学生在前修实验课的基础上，进一步巩固和提高实验操作技能和现代化仪器设备的使用能力；（2）培养学生综合运用前修课程的知识，正确观察、思考和分析实验过程；（3）使学生养成理论联系实际的作风，实事求是、严肃认真的科学态度与良好的工作习惯。通过本课程的学习，可以使学生的实验操作技能和解决实际问题的能力有较大幅度的提高和增强，并掌握较多的精细化学品制备技术，为将来从事精细化学品的研究、开发和生产打下坚实的基础。

本书的主要特点是：

1. 在不失实验教材之系统性、知识性和广泛性的同时兼顾感兴趣的专业方向及实验内容。
2. 注重提高仪器设备的利用率和降低药品材料的消耗量，力求用通用仪器代替专用仪器，用工业品代替化学试剂。
3. 合成兼顾测试，并以用途为主导，与产品相联系。制备原理详细，实验内容翔实，并给出产品或主要原料的英文名称，便于实验者理解、准备和检索。
4. 详细地介绍了精细化工实验的基本知识和实验技术，并给出许多精化小产品配方。
5. 附有部分精细化学品如涂料检测的国家标准、常用仪器设备使用方法等。

本书内容广泛，含有不同类型和层次的实验，既可作为高等院校化学化工专业本、专科学生的实验教材（有些实验还可供精细化工专业和应用化学专业研究生选做），也可作为广大精细化学品研究、开发、生产人员的参考书。

本书由杨世芳、丁正学、王治国、邓文娟、周立新、周艳等编写，由何培新教授主审，在编写中鲁德平、管蓉教授及张燕青、向帮龙老师对本书的编写提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，加上很多内容是作者的经验和见解，难免有疏漏和不妥之处，衷心希望读者给予指教，使本教材日臻完善。

编者

2011年5月

目 录

绪论	1
一、化学工艺实验须知	1
1. 化学工艺实验的要求	1
2. 实验室注意事项	2
3. 使用标准磨口玻璃仪器时必须注意的事项	2
4. 温控器的线路连接与安装	3
5. 电动搅拌器安装过程	3
二、化学工艺实验室安全与环保	3
1. 实验室安全知识	3
2. 实验室环保知识	9
第一章 化学工艺实验部分	10
实验一 显色法鉴别表面活性剂类型	10
实验二 表面活性剂的表面张力及 CMC 的测定	11
实验三 酸值、碘值、皂化值的测定	12
实验四 十二烷基硫酸钠 (SDS) 的合成	15
实验五 磺化油的合成	16
实验六 十二烷基二甲基苄基氯化铵的合成	17
实验七 十二烷基二甲基甜菜碱的合成	18
实验八 烷基酚聚氧乙烯醚的合成	19
实验九 环氧树脂固化剂 703 的制备及胶黏剂的配制与性能测试	21
实验十 苯丙乳胶的制备	23
实验十一 内墙用乳胶涂料的配制与检测	24
实验十二 醇酸树脂的合成和醇酸清漆的配制	25
实验十三 正丁醇醚化三聚氰胺甲醛 (MF) 树脂的制备	28
实验十四 氨基醇酸树脂磁漆的制备与测试	30
实验十五 聚酯酸乙烯酯乳液的合成	32
实验十六 织物低甲醛耐久整理剂 2D 的合成	33
实验十七 纯酚醛树脂漆的制备	34
实验十八 不饱和聚酯树脂的制备	36
实验十九 双酚 A 型低分子量环氧树脂的制备	38
实验二十 701 固化剂的制备	41
实验二十一 双组分聚氨酯漆的制备	43

实验二十二	聚醋酸乙烯乳胶漆的配制	45
实验二十三	107 及 803 建筑涂料的配制	47
实验二十四	丙烯酸酯乳胶漆的配制	50
实验二十五	高吸水性树脂的合成与吸水性能的测定	53
实验二十六	苯乙烯-马来酸酐共聚物的合成	55
实验二十七	液相催化空气氧化甲苯合成苯甲酸	56
第二章	漆膜的制备及测试方法	61
实验二十八	漆膜的一般制备	61
实验二十九	建筑涂料涂层耐洗刷性的测定	64
实验三十	涂料固体含量测定法	67
实验三十一	涂料细度测定法	68
实验三十二	漆膜附着力的测定	70
实验三十三	漆膜镜面光泽的测定	73
实验三十四	漆膜柔韧性测定法	79
实验三十五	漆膜耐冲击测定法	81
实验三十六	漆膜硬度测定法——摆杆阻尼试验	83
实验三十七	涂料遮盖力的测定	86
实验三十八	漆膜磨光性的测定	89
实验三十九	漆膜厚度的测定	90
实验四十	漆膜耐磨性测定法	91
实验四十一	漆膜弯曲试验(圆柱轴)	95
实验四十二	涂料黏度的测定	98
实验四十三	建筑涂料黏度的测定(斯托默黏度计法)	102
实验四十四	涂料流平性的测定	104
实验四十五	乳胶漆耐冻融性的测定	105
实验四十六	乳胶漆用乳液最低成膜温度的测定	106
第三章	化学工艺设计性实验	108
实验四十七	液体洗衣剂的配制	108
实验四十八	雪花膏的配制	110
实验四十九	香豆素的合成	112
实验五十	水杨酸甲酯的合成	113
实验五十一	液体香波的配制	114
实验五十二	沐浴露的配制	115
实验五十三	洗洁精的配制	117
实验五十四	发胶的配制	118
实验五十五	虾壳制备甲壳素和壳聚糖实验	119
实验五十六	固体文具胶的制备	120
实验五十七	果胶的提取和应用	121
附录		126

附录 1 化工工艺实验常用仪器使用说明	126
1.1 QSM-II 型砂磨机使用说明	126
1.2 SG-65 三辊研磨机使用说明	127
1.3 QZM-1 型锥形磨使用说明	128
1.4 QBB 型涂料比重杯使用说明	129
1.5 NXS-11A 型旋转黏度计使用说明	131
1.6 QGZ 型自动漆膜干燥时间测定仪使用说明	139
1.7 JZHY-180 型界面张力仪使用说明	140
1.8 SFJ 砂磨、分散、搅拌多用机使用说明	141
1.9 罗氏泡沫测定仪使用说明	142
1.10 阿贝折光仪使用说明	143
1.11 气相色谱仪使用说明	144
1.12 电子天平使用说明	145
1.13 PXD-2 型通用离子计使用说明	147
附录 2 化工工艺实验室基本操作技能	148
2.1 温度的测量与控制	148
2.2 压力的测量与控制	153
2.3 流量的测量与控制	154
2.4 实验室常用辅助设备	159
参考文献	162

绪 论

一、化学工艺实验须知

1. 化学工艺实验的要求

化学工艺实验的目的不仅仅是简单地培养学生的实验技能和巩固化学工艺理论知识，更重要的是培养学生严谨的实验作风和科学的思维方法，不断调动学生的主动性和创造性，通过长期的训练使学生具有独立解决问题的能力。为此，每个学生在实验中，必须完成下列基本的实验程序。

(1) 实验预习

实验前要充分预习教材，明确实验目的要求，了解基本原理和实验内容，并安排好实验计划，即对实验步骤进行统筹安排。同时要查阅相关手册和参考资料，记录各种原料和产品的物性数据，并写出预习报告，实验时教师还要提问，没有写预习报告或提问回答不了的同学不得进行实验。

(2) 实验操作

实验时要集中精力，认真操作，仔细观察各种现象，积极思考；要遵守实验室安全守则，预防火灾、触电、中毒和化学伤害等事故的发生；注意保持室内整洁，随时保持实验台干净、整齐；要注意节约水、电、气和药品，要爱护仪器，无故不能擅自离开实验室。

(3) 观察记录

学生必须准备专用实验记录本，及时如实地记录实验现象和数据，以便对实验现象做出分析和解释。必须养成随做随记的良好习惯，切不可在实验结束后凭回忆补写实验记录。实验记录最后要请指导老师签字认可。

(4) 实验报告

每次实验结束后，应及时写出实验报告。实验报告要求文字表达清楚、语言简单明确，书写整洁。实验报告一般包括以下内容：

- ① 实验名称、实验日期；
- ② 实验目的；
- ③ 实验原理；
- ④ 主要原料规格及产物的物理常数；
- ⑤ 主要试剂用量及规格；
- ⑥ 实验装置图；
- ⑦ 实验操作步骤（用图表或简单文字表示）；

⑧ 实验现象、数据的原始记录；

⑨ 数据处理和结果；

⑩ 解答思考题；

⑪ 讨论：根据实际情况就产品的质量 and 数量、实验过程中出现的问题及所观察到的现象等进行讨论，以总结经验和教训；或提出对本实验的改进意见；或实验的心得体会，存在的问题及失败原因的分析；

⑫ 注意事项：实验时应该注意的问题。

报告格式可写成包含以上各项内容的格式，也可根据实验类型、具体情况略作变动，或写成论文式的实验报告。

(5) 交流讨论

在实验过程中，往往出现实际观察到的现象、数据与教材内容有不同程度的差别，同学之间、小组之间也有差别，甚至出现理论上毫不吻合的情况。针对这些情况，学生要认真思考，反思自己是否严格按实验操作步骤及实验条件进行实验，有否操作失误；若无上述原因，则同学之间相互交流，或与指导教师一起讨论，认真分析导致异常现象或误差的原因，根据讨论结果再对实验条件和实验方法进行改进，以取得科学的实验结果。

2. 实验室注意事项

(1) 准时进实验室，不得迟到或早退，不得无故缺课。

(2) 遵守课堂纪律，严肃认真地进行实验。室内不准吸烟，不准喧哗说笑或进行与实验无关的活动。

(3) 对实验设备、仪器等没弄清楚使用方法之前，不得开动。与本实验无关的设备、仪器不要乱动。

(4) 爱护实验设备、仪表。注意节约使用水、电、气及药品。损坏设备、仪器应报告指导教师，填写破损报告单，由实验室审核上报，听候处理。

(5) 保持实验现场和设备的整洁，禁止在设备及台桌等处乱写、乱画。衣物、书包不要挂在实验设备上，应放在指定地方。任何固体物质都不得投入水槽中，废纸、废屑应投入废物筐中，废酸、碱液应小心倒入废液缸。

(6) 注意安全及防火。电动机开动前，应观察电动机及运转部件附近有无人在工作。合上电闸时，应慎防触电。注意电动机有无异响和发热。精馏实验附近不得点明火。

(7) 实验过程中，非经教师许可，不得擅自离开。

(8) 实验结束后，应安排人员清扫现场卫生，关闭水、电、门、窗，合格之后方可离开。

3. 使用标准磨口玻璃仪器时必须注意的事项

(1) 磨口处干净，若粘有固体物质，则使磨口对接不紧密，导致漏气，甚至损坏磨口。

(2) 用后应拆卸、洗净，否则长期放置后磨口的连接处常会粘牢，无法拆开。

(3) 一般使用磨口无需润滑剂，以免沾污反应物或产物，若反应物中有强碱，则应涂润滑剂，以免磨口连接处因碱腐蚀而粘牢，无法拆开。

(4) 安装时，应注意正确、整齐，使磨口处不受力，否则，仪器易折断，特别在受热

时，应力更大。

4. 温控器的线路连接与安装

节点温度计的结构与使用方法如图 0-1 所示。

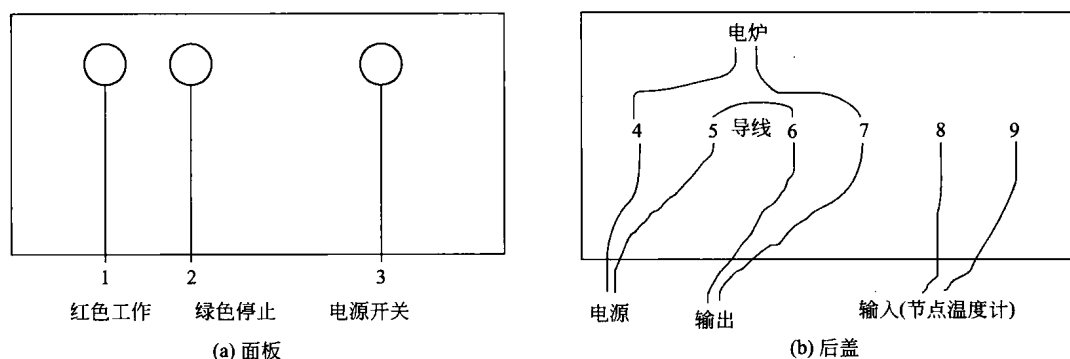


图 0-1 节点温度计的结构与使用方法

1—红色发光二极管指示工作状态；2—绿色发光二极管指示停止状态；3—电源开关；4,5—交流 220V 电源接柱；6,7—输出控制接柱；8,9—输入控制接柱；5,6—导线连接；4,7—接电炉

5. 电动搅拌器安装过程

- (1) 检查确定搅拌器铁架柱是否牢固；
- (2) 检查铁柱上是否有三个十字固定夹；
- (3) 确定电动机高度（以搅拌叶片底部与电炉表面上间距 3~5cm 为准）；
- (4) 大致确定固定反应瓶固定夹的位置（上下前后的距离，臂距适当）；
- (5) 移出电炉及隔热板，安装反应瓶，调整合适位置（电动机与反应瓶应在同一直线上，搅拌叶片底与反应瓶以不相擦为准，并逐步固定）；
- (6) 安装冷凝管并固定，安装滴液漏斗、温度计（注意温度计切不可与搅拌叶片相碰）；
- (7) 装上浴锅、电炉、隔热板、节点温度计。

二、化学工艺实验室安全与环保

实验室潜藏着各种危害因素。这些潜在的危害因素可能引发出各种事故，造成环境污染和人体伤害，甚至可能危及人的生命安全。实验室安全技术和环境保护对开展科学实验有着重要意义，我们不但要掌握这方面的有关知识，而且应该在实验中加以重视，防患于未然。本节主要根据化学工艺实验中存在的不安全因素，对防火、防爆、防毒、防触电等安全操作知识及防止环境污染等内容作一些基本介绍。

1. 实验室安全知识

(1) 实验室常用危险品的分类

化工技术基础实验室常有易燃、易爆及有毒物质，归纳起来主要有以下几类。

① 可燃气体 凡是遇火、受热或与氧化剂相接触能引起燃烧或爆炸的气体称为可燃气体。如：氢气、甲烷、乙烯、煤气、液化石油、一氧化碳等。

② 可燃液体 容易燃烧而在常温下呈液态，具有挥发性，闪点低的物质称为可燃液

体。如：乙醚、丙酮、汽油、苯、乙醇等。

③ 可燃性固体物质 指遇火、受热、撞击、摩擦或与氧化剂接触能着火的固体。如：木材、油漆、石蜡、合成纤维等，化学药品有五硫化磷、三硫化磷等。

④ 爆炸性物质 在热力学上很不稳定，受到轻微摩擦、撞击、高温等因素的激发而发生剧烈的化学变化，在极短时间内放出大量气体和热量，同时伴有热和光等反应发生的物质。如：过氧化物、氮的卤化物、硝基或亚硝基化合物、乙炔类化合物等。

⑤ 自燃物质 有些物质在没有任何外界热源的作用下，由于自行发热和向外散热，当热量积蓄升温到一定程度能自行燃烧的物质。如：磁带、胶片、油布、油纸等。

⑥ 遇水燃烧物质 有些化学物质当吸收空气中水分或接触了水时，会发生剧烈反应，并放出大量可燃气体和热量，当达到自燃点而引发燃烧和爆炸。如：活泼金属钾、钠、锂及其氢化物等。

⑦ 混合危险性物质 两种或两种以上性能抵触的物质，混合后发生燃烧和爆炸的称为混合危险性物质。如：强氧化剂（重铬酸盐、氧、发烟硫酸等），还原剂（苯胺、醇类、有机酸、油脂、醛类等）。

⑧ 有毒物品 某些侵入人体后在一定条件下破坏人体正常生理机能的物质称为有毒物质，分类如下。

- a. 窒息性毒物：氮、氢、一氧化碳等；
- b. 刺激性毒物：酸类蒸气、氯气等；
- c. 麻醉性神经毒物：芳香类化合物、醇类化合物、苯胺等；
- d. 其他无机及有机毒物：指对人体作用不能归入上述三类的无机和有机毒物。

(2) 防燃、防爆的措施

① 有效控制易燃物及助燃物 部分可燃气体和蒸气的爆炸极限见表 0-1。

表 0-1 部分可燃气体和蒸气的爆炸极限

物质名称	化学式	沸点/℃	闪点/℃	自燃点/℃	爆炸极限	
					上限/%	下限/%
氢	H ₂	-252.3		510	75	4.0
一氧化碳	CO	-192.2		651	74	12.5
氨	NH ₃	-33			27	16
乙烯	CH ₂ =CH ₂	-103.9		540	32	3.1
丙烯	C ₃ H ₆	-47		45	10.3	2.4
丙烯腈	CH ₂ =CHCN	77	0~2.5	480	17	3
苯乙烯	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	145	32	490	6.1	1.1
乙炔	C ₂ H ₂	-84(升华)		335	32	2.3
苯	C ₆ H ₆	81.1	-15	580	7.1	1.4
乙苯	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	36.2	15	420	3.9	0.9
乙醇	C ₂ H ₅ OH	78.8	11	423	20	3.01
异丙醇	CH ₃ CHOHCH ₃	82.5	12	400	12	2
甲醇	CH ₃ OH	64.7	9.5	455		
丙酮	CH ₃ COCH ₃	56.5	-17	500	13	
乙醚	(C ₂ H ₅) ₂ O	34.6	-45	180	48	1
甲醛	CH ₃ CHO			185	56	4.1

化工类实验室防燃防爆，最根本的是对易燃物和易爆物的用量和蒸气浓度要有效控制。控制易燃易爆物的用量，原则上是用多少领多少，不用的要存放在安全的地方。

a. 加强室内通风：主要是控制易燃易爆物质在空气中的浓度，一般要小于或等于爆炸下限的 1/4。

b. 加强密闭：在使用和处理易燃易爆物质（气体、液体、粉尘）时，加强容器、设备、管道的密闭性，防止泄漏。

c. 充惰性气体：在爆炸性混合物中充惰性气体，可缩小以致消除爆炸范围和制止火焰的蔓延。

② 消除点燃源

a. 管理好明火及高温表面，在有易燃易爆物质的场所，严禁明火（如电热板、开式电炉、电烘箱、马弗炉、煤气灯等）及白炽灯照明。

b. 严禁在实验室内吸烟。

c. 避免摩擦和冲击，摩擦和冲击过程中产生过热甚至发生火花。

d. 严禁各类电气火花，包括高压电火花放电、弧光放电、电接点微弱火花等。

(3) 消防措施

消防的基本方法有三种：a. 隔离法，将火源处或周围的可燃物撤离或隔开，由于燃烧区缺少可燃物，燃烧停止；b. 冷却法，降低燃烧物的燃点温度是灭火的主要手段，常用冷却剂是水和二氧化碳；c. 窒息法，冲淡空气使燃烧物质得不到足够的氧而熄灭，如用黄沙、石棉毯、湿麻袋等，以及二氧化碳和惰性气体等。但对爆炸性物质起火不能用覆盖法，若用覆盖法会阻止气体的扩散而增加了爆炸的破坏力。

① 灭火剂的种类和选用 灭火时必须根据火灾的大小、燃烧物的类别及其环境情况选用合适的灭火器材，见表 0-2。通常实验室发生火灾时按下述顺序选用灭火器材：二氧化碳灭火器、干粉灭火器、泡沫灭火器。

表 0-2 实验室常用的灭火器材

灭 火 剂			一般火灾	可燃液体火灾	带电设备起火
液体	水	直射	✓	×	×
		喷雾	✓	✓	✓
	泡沫	✓	✓	✓	
气体	CO ₂	✓	✓	×	
固体	干粉(磷酸盐类等)	✓	✓	✓	

注：✓表示适用，×表示禁用。

② 灭火器材的使用方法

a. 拿起软管，把喷嘴对准着火点，拔出保险销，用力压下并抓住杠杆压把，灭火剂即喷出；b. 用完后要排除剩余压力，待重新装入灭火剂后备用。

(4) 有毒物质的基本预防措施

实验室中多数化学药品都具有毒性，几种常用有毒物质的最高允许浓度见表 0-3。毒物侵入人体有三个途径：皮肤、消化道、呼吸道。因此只要依据毒物危害程度的大小，采取相应的预防措施完全能防止对人体的危害。

表 0-3 几种常用有毒物质的最高允许浓度

单位: mg/m³

物质名称	最高允许浓度	物质名称	最高允许浓度
一氧化碳	30	酚	5
氯	2	乙醇	1500
氨	30	甲醇	50
氯化氢及盐酸	150	苯乙烯	40
硫酸及硫酐	10	甲醛	5
苯	500	四氯化碳	5
二甲苯	100	溶剂汽油	350
丙酮	400	汞	0.1
乙醚	500	二氧化硫	10

- ① 使用有毒物时要准备好或戴上防毒面具、橡皮手套,有时要穿防毒衣装。
 - ② 实验室内严禁吃东西,离开实验室应洗手,如面部或身体被污染必须进行清洗。
 - ③ 实验装置尽可能密闭,防止冲、溢、跑、冒事故发生。
 - ④ 采用通风、排毒、隔离等安全防范措施。
 - ⑤ 尽可能用无毒或低毒物质替代高毒物质。
- (5) 电气对人体的危害及防护

电气事故与一般事故的差异在于往往没有某种预兆下瞬间就发生,而造成的伤害较大甚至危及生命。电对人的伤害可分为内伤与外伤两种,可单独发生,也可同时发生。因此,掌握一定的电气安全知识是十分必要的。

① 电伤危险因素 电流通过人体某一部分即为触电。触电是最直接的电气事故,常常是致命的,其伤害的大小与电流强度的大小、触电作用时间及人体的电阻等因素有关。实验室常用的电气是 220~380V、频率为 50Hz 的交流电,人体的心脏每跳动一次约有 0.1~0.2s 的间歇时间,此时对电流最为敏感,因此当电流经人体脊柱和心脏时其危害极大。电流量和电压大小对人体的影响见表 0-4 和表 0-5。

表 0-4 电流量对人体的影响 (50~60Hz 交流电)

电流量/mA	对人体的影响	电流量/mA	对人体的影响
1	略有感觉	20	肌肉收缩,无法自行脱离触电电源
5	相当痛苦	50	呼吸困难,相当危险
10	难以忍受的痛苦	100	几乎大多数致命

表 0-5 电压对人体的影响

电压/V	接触时对人体的影响	备注
10	全身在水中,跨步电压界限为 10V/m	
20	湿手的安全界限	
30	干燥手的安全界限	
45	对生命没有危险的界限	
100~200	危险性极大,危及人的生命	
3000	被带电体吸引	最小安全距离 15cm
>10000	有被弹开而脱险的可能	最小安全距离 20cm

人体的电阻分为皮肤电阻(潮湿时约为 2000Ω,干燥时为 5000Ω)和体内电阻(150~500Ω)。随着电压升高,人体电阻相应降低。触电时则因皮肤破裂而使人体电阻骤然降

低，此时通过人体的电流即随之增大而危及生命。

② 防止触电注意事项

a. 电气设备要有可靠接地线，一般要用三眼插座。

b. 一般不带电操作。除非在特殊情况下需带电操作，必须穿上绝缘胶鞋及戴橡皮手套等防护用具。

c. 安装漏电保护装置。一般规定其动作电流不超过 30mA，切断电源时间应低于 0.1s。

d. 实验室内严禁随意拖拉电线。

e. 对使用高电压、大电流的实验，至少要由 2~3 人以上进行操作。

(6) 高压容器安全技术

高压容器一般可分成两大类：固定式及移动式。实验室常用的固定式容器有高压釜、直流管式反应器、无梯度反应器及压力缓冲器等。移动式压力容器主要是压缩气瓶及液化气瓶等，压力容器的等级分类见表 0-6。

表 0-6 压力容器的等级分类

类 别	工作压力 p /MPa	类 别	工作压力 p /MPa
低压容器	$0.1 \leq p < 1.6$	高压容器	$10 \leq p < 100$
中压容器	$1.6 \leq p < 10$	超高压容器	$p \geq 100$

① 高压气瓶 气瓶是实验室常用的一种移动式压力容器。一般由无缝碳素钢或合金钢制成，适用装介质压力在 15MPa 以下的气体或常温下与饱和蒸气压相平衡的液化气体。由于其流动性大，使用范围广，因此若不加以重视往往容易引发事故。

各类钢瓶按所充气体不同，涂有不同的标记以资识别，有关特征见表 0-7。

表 0-7 常用钢瓶的特征

气体名称	瓶身颜色	标字颜色	装瓶压力/MPa	状态	性质
氧气	天蓝色	黑	15	气	助燃
氢气	深绿色	红	15	气	可燃
氮气	黑色	黄	15	气	不燃
氦气	棕色	白	15	气	不燃
氨气	黄色	黑	3	液	不燃(高温可燃)
氯气	黄绿色	白	3	液	不燃(有毒)
二氧化碳	银白色	黑	12.5	液	不燃
二氧化硫	灰色	白	0.6	液	不燃(有毒)
乙炔	白色	红	3	液	可燃

② 高压钢瓶的安全使用

a. 氧气瓶、可燃气体瓶应避免日晒，不准靠近热源，离配电源至少 5m，室内严禁明火。钢瓶直立放置并加固。

b. 搬运钢瓶应套好防护帽，不得摔倒和撞击，防止撞断阀门引发事故。

c. 氢、氧减压阀由于结构不同，丝扣相反，不准改用。氧气瓶阀门及减压阀严禁黏附油脂。

d. 开启钢瓶时，操作者应侧对气体出口处，在减压阀与钢瓶接口处无漏情况下，应首先打开钢瓶阀，然后调节减压阀。关气应先关闭钢瓶阀，放尽减压阀中余气，再松开减

压阀螺杆。

e. 钢瓶内气体（液体）不得用尽；低压液化气瓶余压在 0.3~0.5MPa，高压气瓶余压在 0.5MPa 左右，防止其他气体倒灌。

f. 领用高压气瓶（尤为可燃、有毒的气体）应先通过感观和异味来检查是否泄漏，对有毒气体可用皂液（氧气瓶不可用此方法）及其他方法检查钢瓶是否泄漏，若有泄漏应拒绝领用。在使用中发生泄漏，应关紧钢瓶阀，注明漏点，并由专业人员处理。

(7) 实验事故的应急处理

在实验操作过程中，由于多种原因可能发生危害事故，如火灾、烫伤、中毒、触电等。在紧急情况下必须在现场立即进行应急处理，减小损失，不允许擅自离开而造成更大的危害。

① 发生火灾时应选用适当的消防器材及时灭火 当电器发生火灾时应立即切断电源，并进行灭火。在特殊情况下不能切断电源时，不能用水来灭火，以防二次事故发生，若火势较大，应立即报告消防队，并说明情况。

② 注意避免电引燃（爆） 由于设备漏、冲、冒等原因使可燃、可爆物质逸散在室内，不可随意切断电源（包括仪器设备上的电源开关）。有时因通风设备没打开，一旦发生上述事故，就想加强通风而推上电源开关等，这是非常危险的。由于某些电器设备是非防爆型的，由于启动开关瞬间发生的微弱火花，将引发出一场原可避免的重大事故。应该打开门窗进行自然通风，切断相邻室内的火源，及时疏散人员，有条件可用惰性气体冲淡室内气体，同时立即报告消防队进行处理。

③ 中毒事故一般应急处理方法 凡是某种物质侵入人体而使局部或整个身体发生障碍，即发生中毒事故时，应在现场做一些必要处理，同时应尽快送医院诊治。

a. 急性呼吸系统中毒：立即将患者转移到空气新鲜的地方，解开衣服，放松身体。若呼吸能力减弱时，要马上进行人工呼吸。

b. 口服中毒时：为降低胃中药品的浓度、延缓毒物侵害速度，可口服牛奶、淀粉糊、橘子汁等。也可用 3%~5% 小苏打溶液或 1:5000 高锰酸钾溶液洗胃，边喝边使之呕吐，可用手指、筷子等压舌根进行催吐。

c. 皮肤、眼、鼻、咽喉受毒物侵害时，应立即用大量水进行冲洗。尤其当眼睛发生毒物侵害时不要使用化学解毒剂以防造成重大的伤害。

④ 烫伤或烧伤现场急救措施的两个原则

a. 暴露创伤面：但要视实际情况而定，若覆盖物与创伤面紧贴或粘连时，切不可随意拉脱覆盖物而造成更大的伤害。

b. 冷却法：冷却水的温度在 10~15℃ 合适，当不能用水直接进行洗涤冷却时，可用经水润湿的毛巾包上冰片，敷于烧伤面上，但要注意经常移动毛巾以防同一部位过冷，同时立即送医院治疗。

⑤ 发生触电事故的处理方法

a. 迅速切断电源，如不能及时切断电源，应立即用绝缘的东西使触电者脱离电源。

b. 将触电者移至适当地方，解开衣服，使全身舒展，并立即找医生进行处理。

c. 如触电者已处于休克状态等危急情况下，要毫不迟疑立即实施人工呼吸及心脏按摩，直至救护医生赶到现场。

2. 实验室环保知识

实验室排放废液、废气、废渣等即使是数量不大，也要避免不经处理而直接排放到河流、下水道和大气中去，防止污染以免危害自身或危及他人的健康。

(1) 实验室一切药品及中间产品必须贴上标签注明，为的是防止误用及因情况不明处理不当而发生事故。

(2) 绝对不允许用嘴吸移液管液体以获取各种化学试剂和各种溶液，应该用洗耳球等方法吸取。

(3) 处理有毒或带有刺激性的物质，必须在通风橱内进行，防止这些物质散逸在室内。

(4) 实验室的废液应根据其物质性质的不同而分别集中在废液桶内，并贴上明显的标签，以便于废液的处理。

(5) 在集中废液时要注意，有些废液是不可以混合的，氧化物和有机物、盐酸等挥发性酸与不挥发性酸、铵盐及挥发性胺与碱等。

(6) 对接触过有毒物质的器皿、滤纸、容器等要分类收集后集中处理。

(7) 一般的酸碱处理，必须在进行中和后用大量水稀释，才能排放到地下水槽。

(8) 在处理废液、废物等时，一般都要戴上防护眼镜和橡皮手套。对具有刺激性、挥发性的废物处理时，要戴上防毒面具，在通风橱内进行。

第一章 化学工艺实验部分

实验一 显色法鉴别表面活性剂类型

一、实验目的

学习用指示剂和染料通过显色反应，鉴别表面活性剂类型的原理和方法。

二、实验原理

表面活性剂按其在溶剂中的电离情况可分为：阳离子表面活性剂，阴离子表面活性剂，非离子表面活性剂。鉴别表面活性剂离子类型的原理是：①表面活性剂与某些染料作用时，生成不溶于溶剂的带色的盐配合物；②表面活性剂胶束有吸附于指示剂上以降低胶束表面能的强烈趋势，而吸附的结果将引起指示剂染料平衡的变化，因此，由这种变化产生的“表观 pH 变化”使指示剂染料的颜色发生变化。通过溶液颜色的变化情况，就可以鉴别出表面活性剂的类型。

三、主要仪器和药品

量筒 (10mL)，试管。

百里酚蓝 (0.1%)，间磺胺水溶液 (0.1%)，溴酚蓝 (0.1%)，指示剂溶液 (由亚甲基蓝、焦性儿茶酚磺基萘、醋酸乙酯、石油醚配制)，阴离子表面活性剂 (0.1%)，阳离子表面活性剂 (1%)，非离子表面活性剂 (1%)，醋酸缓冲溶液 ($\text{pH} = 4.6$)，HCl (0.005mol/L、0.1mol/L)，NaOH (0.1mol/L)。

四、实验内容

1. 阴离子表面活性剂的检出

取五支试管，分别加入 2mL 0.005mol/L 的 HCl 和 1~2 滴百里酚蓝，再将待鉴定的五种表面活性剂各取 2mL 加入试管，摇匀，颜色由带浅红的黄色变为紫红色为阴离子表面活性剂。

2. 阳离子表面活性剂的检出

取四支试管，分别加入 2mL 醋酸缓冲液，1~2 滴溴酚蓝，将余下四种待检溶液各取 2mL 分别加入到四支试管中，摇匀，颜色由紫色变为纯蓝色为阳离子表面活性剂。

3. 非离子表面活性剂的检出

取三支试管，分别加入 5mL 左右未检出样品，用 0.1mol/L 的 NaOH 或 HCl 调节 pH 至 5~6，将 5 滴指示剂和 5mL 石油醚分别加入到样品中，放置使之分层。水相呈绿色，界面为乳白色的乳化层，则为非离子表面活性剂。