



面向21世纪课程教材

供中药、药学、制药工程、医药营销、
应用化学、生物工程等专业用

中医药基础化学实验

(第二版)

韩修林 主编



中国协和医科大学出版社

• 面向 21 世纪课程教材 •

(供中药、药学、制药工程、医药营销、应用化学、生物工程等专业用)

中医药基础化学实验

第二版

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中医药基础化学实验/韩修林主编. - 2 版. - 北京: 中国协和医科大学出版社, 2009. 7

面向 21 世纪课程教材

ISBN 978-7-81136-217-6

I. 中… II. 韩… III. 中药化学-化学实验-医学院校-教材 IV. R284-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 090472 号

中医药基础化学实验

主 编: 韩修林

责任编辑: 韩 鹏

出版发行: 中国协和医科大学出版社

(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65228583)

经 销: 新华书店总店北京发行所

印 刷: 北京丽源印刷厂

开 本: 787 × 1092 毫米 1/16 开

印 张: 27

字 数: 640 千字

版 次: 2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月第一次印刷

印 数: 1—3000

定 价: 48.00 元

ISBN 978-7-81136-217-6/R·217

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

前 言

《中医药基础化学实验》教材自2000年7月出版以来,已多次重印。近十年来,本教材在中医药高等学校中得到了广泛使用,无论是在实验内容的系统性、实用性,还是在深度和广度等方面都受到了广大使用者的一致称赞。近年来,随着我国高等中医药教学改革的发展和深入,以及化学学科和化学实验在教学内容、教学方法和教学设备等方面都有了很大的发展和变化,为此我们对本书进行重新修订。

本次修订基本保持了第一版的框架结构,并结合近年来化学学科和化学实验的变化和发展情况,以及实验中发现的新问题,对本教材进行了更新、补充和完善。使之不仅能适应基础化学实验教学改革的方向,并能充分反映近年来化学实验中的新内容、新方法和新技术。

化学是一门以实验为基础的科学,因此实验在化学教学中具有重要的地位和作用。学生通过系统的化学实验学习,不仅能掌握化学实验的基本操作、基本技能和基本知识,还能培养学生的创新意识与创新能力。本书从体例编排上将无机化学实验、有机化学实验、分析化学实验和物理化学实验的内容有机的融合在一起,使本书成为较为系统和完整的基础化学实验教材。

全书在内容安排上由浅入深、由易到难,循序发展。既有传统的实验,也有反映现代化学新进展、新技术及与应用密切相结合的实验。充分体现了基础性、应用性和综合性等特点。

全书分为化学实验的基础知识、常用仪器和基本操作、实验内容和附录四个部分。实验内容分为基础实验、综合实验和设计性实验三个部分。基础实验部分主要介绍化学实验的基本操作和基本技能。综合实验部分介绍常见综合性化学实验内容,要求学生掌握综合性化学实验的操作方法,并掌握现代仪器的使用和操作技能,以及一些物理常数的测定方法。设计性实验部分旨在通过设计性实验培养和提高学生的独立思考能力、独立实验能力、设计实验能力、系统实验能力和创新能力。

因编者水平所限,书中可能存在疏漏或错误,敬请读者批评指正。

编者

2009年8月

目 录

第一部分 化学实验的基础知识	(1)
一、化学实验的学习方法	(1)
(一) 预习方法	(1)
(二) 实验操作方法	(2)
(三) 实验报告写作方法	(2)
(四) 实验课成绩评估方法	(2)
二、化学实验的安全知识	(3)
(一) 化学实验室安全守则	(3)
(二) 学生实验守则	(4)
(三) 实验室意外事故处理	(4)
(四) 实验室常见废物的处理	(7)
三、化学实验中的测量误差与有效数字	(8)
(一) 误差的分类、起因及消除方法	(8)
(二) 准确度与精密度	(9)
(三) 误差的表示方法	(9)
(四) 有效数字	(11)
四、化学实验中的数据表达和处理	(13)
(一) 列表法	(13)
(二) 作图法	(14)
(三) 作图法的几种用途	(15)
五、化学手册、文献、药典等使用简介	(16)
(一) 工具书、参考书	(16)
(二) 文献	(17)
(三) 药典	(17)
第二部分 常用仪器和基本操作	(18)
一、常用普通玻璃仪器的认识	(18)
二、玻璃仪器的洗涤、干燥	(20)
(一) 仪器的洗涤	(20)
(二) 仪器内沉淀垢迹的洗涤方法	(21)
(三) 仪器的干燥	(22)

三、化学试剂的存放、取用	(22)
(一) 固体的存放	(22)
(二) 固体试剂取用法	(22)
(三) 液体试剂取用法	(22)
(四) 溶液的配制	(24)
四、称量	(24)
(一) 托盘天平	(24)
(二) 扭力天平	(25)
(三) 普通化学天平	(26)
(四) 电光天平的介绍和使用见实验十八	(27)
五、度量仪器的使用	(27)
(一) 液体体积的量度	(27)
(二) 温度计的使用	(30)
六、加热操作	(31)
(一) 灯的使用	(31)
(二) 加热操作	(33)
七、溶解、蒸发、结晶和固液分离	(35)
(一) 固体的溶解	(35)
(二) 蒸发	(35)
(三) 浓缩与结晶	(35)
(四) 固液分离	(36)
八、过滤操作	(37)
(一) 常压过滤	(37)
(二) 减压过滤	(38)
(三) 热过滤	(39)
九、气体的发生、净化、干燥与收集	(39)
(一) 气体的发生	(39)
(二) 气体的净化和干燥	(40)
(三) 气体的收集	(42)
(四) 气体钢瓶的使用	(43)
十、用试纸检试溶液及气体的性质	(43)
(一) 用试纸检试溶液的性质	(43)
(二) 用试纸检试气体	(43)
十一、试管的使用	(44)
(一) 往试管中滴加溶液进行反应的方法	(44)
(二) 加热试管中的液体	(44)

(三) 往试管中加入固体	(44)
(四) 烤干试管	(44)
(五) 加热试管中的固体	(45)
十二、玻璃加工操作	(45)
(一) 玻璃管(棒)的截断、熔光和缘口	(45)
(二) 玻璃管的弯曲	(46)
(三) 玻璃管(棒)的拉伸	(47)
十三、塞子打孔操作	(48)
(一) 塞子的种类	(48)
(二) 塞子的钻孔	(48)
(三) 玻璃导管与塞子的连接	(49)
十四、蒸馏操作	(49)
(一) 基本原理	(50)
(二) 仪器及装置	(51)
(三) 蒸馏操作	(53)
(四) 注意事项	(54)
十五、分馏操作	(54)
(一) 基本原理	(54)
(二) 简单分馏仪器及装置	(57)
(三) 简单分馏操作	(58)
(四) 注意事项	(60)
(五) 精密分馏	(60)
(六) 精密分馏操作	(64)
十六、水蒸气蒸馏操作	(66)
(一) 基本原理	(66)
(二) 仪器及装置	(67)
(三) 水蒸气蒸馏操作	(68)
(四) 注意事项	(70)
十七、减压蒸馏操作	(70)
(一) 基本原理	(70)
(二) 仪器及装置	(71)
(三) 减压蒸馏操作	(75)
(四) 注意事项	(76)
十八、萃取	(76)
(一) 基本原理	(76)
(二) 仪器及装置	(77)

(三) 萃取的操作	(78)
(四) 注意事项	(80)
十九、重结晶	(80)
(一) 基本原理	(81)
(二) 仪器及装置	(82)
(三) 重结晶操作	(82)
二十、升华	(84)
(一) 基本原理	(84)
(二) 仪器及装置	(85)
(三) 升华操作	(85)
(四) 注意事项	(86)
二十一、热浴与冷却	(86)
(一) 热浴	(86)
(二) 冷却	(87)
二十二、干燥与干燥剂	(89)
(一) 液体的干燥	(89)
(二) 固体的干燥	(90)
(三) 干燥器的使用	(90)
二十三、搅拌和搅拌器	(90)
(一) 人工搅拌	(91)
(二) 电动搅拌器	(91)
(三) 磁力搅拌器	(92)
二十四、薄层色谱法中的薄层板的制备	(92)
(一) 吸附剂及选择	(92)
(二) 铺板方法	(93)
(三) 薄层自动铺板器	(95)
二十五、化学实验室的基本设置及使用	(95)
1. 电烘箱	(95)
2. 电热恒温箱	(97)
3. 电热恒温水浴	(98)
4. 抽气泵和真空泵	(98)
5. 离心机	(99)
6. 稳压电源与变压器	(99)
7. 气流干燥器	(101)
8. 电冰箱	(102)
9. 灭火器材	(102)

第三部分 实验内容	(103)
(一) 基础实验	(103)
实验一 玻璃管(棒)用具的制作	(103)
实验二 溶液浓度的标定和滴定操作训练	(105)
实验三 缓冲溶液的配制和性质	(107)
实验四 电解质溶液	(108)
实验五 溶度积常数的测定	(111)
实验六 弱酸电离常数的测定	(114)
实验七 氧化-还原反应	(119)
实验八 药用氯化钠的制备、性质与杂质限度检查	(121)
实验九 配合物的生成、性质与应用	(126)
实验十 硫酸亚铁铵的制备	(129)
实验十一 矿物药的鉴定(设计性实验)	(131)
实验十二 玄明粉的鉴别及重金属与砷盐的检查	(132)
实验十三 硫酸铜中结晶水及其脱水温度的测定(计算机模拟实验)	(134)
实验十四 水的净化(离子交换法)	(137)
实验十五 熔点的测定	(143)
实验十六 沸点的测定	(150)
实验十七 化合物元素定性分析	(152)
实验十八 分析天平的构造和使用方法	(155)
实验十九 葡萄糖干燥失重测定	(162)
实验二十 容量分析器皿及其使用和校正	(163)
实验二十一 0.1mol/L HCl 标准溶液的配制与标定	(171)
实验二十二 药用 NaOH 的含量测定	(172)
实验二十三 0.1mol/L 氢氧化钠标准溶液的配制与标定	(173)
实验二十四 枸橼酸的含量测定	(174)
实验二十五 0.1mol/L 高氯酸标准溶液的配制与标定	(175)
实验二十六 枸橼酸钠含量测定	(177)
实验二十七 银量法标准溶液的配制与标定	(178)
实验二十八 盐酸麻黄碱片的含量测定(银量法)	(180)
实验二十九 EDTA 标准液的配制与标定	(181)
实验三十 中药白矾中硫酸铝钾的含量测定(配合量法)	(182)
实验三十一 0.1mol/L 硫代硫酸钠标准液的配制与标定	(184)
实验三十二 硫酸铜的含量测定(滴定碘法)	(186)
实验三十三 0.05mol/L I_2 标准溶液的配制与标定	(187)
实验三十四 维生素 C 片的含量测定	(188)

实验三十五	0.02mol/L KMnO_4 标准溶液的配制与标定	(189)
实验三十六	硫酸亚铁含量测定	(191)
(二)	综合实验	(192)
实验三十七	正溴丁烷的制备	(192)
实验三十八	乙醚的制备	(194)
实验三十九	环己酮的制备	(197)
实验四十	己二酸的制备	(200)
实验四十一	乙酸乙酯的制备	(202)
实验四十二	肉桂酸的制备	(204)
实验四十三	苯胺的制备	(205)
实验四十四	乙酰苯胺的制备	(208)
实验四十五	甲基橙的制备	(210)
实验四十六	对氨基苯磺酸的制备	(212)
实验四十七	环己烷共沸除水法制备苯甲酸乙酯	(214)
实验四十八	橙皮中提取柠檬烯	(217)
实验四十九	薄荷油的提取	(218)
实验五十	从黄连中提取黄连素	(220)
实验五十一	从黑胡椒中提取胡椒碱	(221)
实验五十二	从红辣椒中分离红色素	(223)
实验五十三	有机化合物化学性质实验 (I)	
	(卤烃、醇、酚、醚、醛、酮)	(226)
实验五十四	有机化合物化学性质实验 (II)	
	(羧酸、羧酸衍生物、取代酸)	(231)
实验五十五	pH 计性能检定及用 pH 计测定溶液的 pH 值	(236)
实验五十六	磷酸的电位滴定	(243)
实验五十七	永停滴定法标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液	(244)
实验五十八	弱碱离解常数的测定及其数据的计算机处理	(245)
实验五十九	线性滴定微机处理作图法测定硼酸的含量	(250)
实验六十	紫外分光光度计的性能检定	(254)
实验六十一	高锰酸钾的吸收曲线的绘制和比色测定	(256)
实验六十二	VB_{12} 注射液的鉴别和含量测定	(258)
实验六十三	柱色谱 - 紫外分光光度测定左金丸中盐酸小檗碱的含量	(260)
实验六十四	双波长法测定安钠加注射液中咖啡因和苯甲酸钠的含量	(261)
实验六十五	导数光谱法测定安钠加注射液中咖啡因的含量	(263)
实验六十六	红外分光光度计的性能检定	(264)
实验六十七	样品的红外光谱的测定	(265)

实验六十八	硫酸奎宁激发光谱和发射光谱的绘制	(269)
实验六十九	荧光分光光度法测定维生素 B ₂ (Vit B ₂) 的含量	(273)
实验七十	原子吸收光谱法测定上清丸中微量元素的含量	(275)
实验七十一	原子吸收分光光度法测定水中钙(镁)的含量	(276)
实验七十二	氧化铝活度测定(柱色谱法)	(277)
实验七十三	中药大黄的薄层色谱鉴别	(279)
实验七十四	大黄中大黄素的薄层扫描定量测定	(281)
实验七十五	薄层扫描法测定九分散中士的宁的含量	(283)
实验七十六	气相色谱仪性能检定	(284)
实验七十七	气相色谱法定量分析(外标法)	(290)
实验七十八	气相色谱法定量分析(归一化法)	(291)
实验七十九	内标法测定酊剂中乙醇的含量	(292)
实验八十	气相色谱法测定牛黄解毒片中冰片的含量	(294)
实验八十一	高效液相色谱仪的性能检定	(295)
实验八十二	高效液相法测定加味逍遥丸中丹皮酚的含量	(298)
实验八十三	高效液相法测定 APC 片剂的含量测定	(300)
实验八十四	核磁共振波谱仪性能检定	(303)
实验八十五	溶解热的测定	(306)
实验八十六	液体饱和蒸气压的测定	(310)
实验八十七	双液系的气液平衡相图	(315)
实验八十八	二组分固液平衡相图	(318)
实验八十九	电解质溶液电导的测定及应用	(320)
实验九十	原电池电动势的测定及应用	(324)
实验九十一	蔗糖转化反应及半衰期的测定	(330)
实验九十二	乙酸乙酯皂化反应速率常数和活化能的测定	(332)
实验九十三	溶液表面吸附的测定	(335)
实验九十四	比表面测定——溶液吸附法	(340)
实验九十五	溶胶的制备、净化和性质研究	(344)
实验九十六	粘度法测定高聚物的相对分子量	(348)
(三) 设计性实验		(352)
实验九十七	氯化铵的制备(设计性实验)	(352)
实验九十八	NaH ₂ PO ₄ 和 Na ₂ HPO ₄ 混合物中各组分含量的测定 (设计性实验)	(354)
实验九十九	溶解度的测定(设计性实验)	(355)
实验一百	苯佐卡因的制备(有机多步合成)	(357)
实验一百〇一	甜味剂 P4000 的制备(有机多步合成)	(363)

实验一百〇二	阿司匹林的制备、鉴定、杂质检查、含量测定	(365)
实验一百〇三	咖啡因的提取、鉴定、杂质检查、含量测定	(369)
实验一百〇四	从肉桂中分离肉桂醛和波谱分析	(371)
实验一百〇五	肉桂皮中香精油的提取和结构鉴定	(374)
实验一百〇六	光谱法研究溶液中的化学反应	(375)
实验一百〇七	典型复杂反应动力学研究	(379)
实验一百〇八	催化反应动力学过程和催化剂评价研究	(383)
实验一百〇九	环戊二烯与对苯二醌的反应及速率常数的测定	(388)
第四部分	附录	(391)
附录一	国际原子量表 (1997)	(391)
附录二	常用式量表	(395)
附录三	化学试剂的规格	(397)
附录四	常用酸碱试剂的含量与密度	(397)
附录五	常用酸碱指示剂及配制	(398)
附录六	常用缓冲溶液的 pH 范围及配制	(400)
附录七	某些常用试剂的配制	(401)
附录八	常用基准物的干燥条件和应用	(404)
附录九	弱酸弱碱的离解常数	(405)
附录十	常用有机溶剂的折光率	(406)
附录十一	常用有机溶剂的沸点和密度	(406)
附录十二	难溶化合物的溶度积 (K_{sp})	(407)
附录十三	物理化学常数	(409)
附录十四	能量单位换算	(409)
附录十五	低共熔混合物的组成和低共熔温度	(410)
附录十六	某些物质在沸点时的气化热	(410)
附录十七	不同温度下 200ml 水中 KCl 的溶解热	(410)
附录十八	不同温度下 KCl 溶液的电导率	(411)
附录十九	298.15K、无限稀释时一些离子的摩尔电导	(411)
附录二十	298K 时电解质水溶液的摩尔电导率	(412)
附录二十一	几种阳离子的迁移数	(412)
附录二十二	不同温度下水的表面张力 σ	(412)
附录二十三	不同温度下水的饱和蒸气压	(413)
附录二十四	不同温度下水的粘度	(414)
附录二十五	不同温度下水的密度	(414)
附录二十六	不同温度下水的折光率	(414)
附录二十七	化学实验中计算机程序	(415)

绪 论

实验化学是以化学实验操作为主的技能性课程。它由传统的无机化学实验、有机化学实验、分析化学实验和物理化学实验融合而成。它既是一门独立、完整、系统的实验课程,又与相应的“四大化学”理论课:无机化学、有机化学、分析化学和物理化学有着非常紧密的联系

实验化学具有其自身独立的培养目标、教学思想、教学内容和教学方法。本课程的培养目标是:在培养学生掌握实验的基本操作、基本技能和基本知识的同时,努力培养学生的创新意识与创新能力。

通过本课程的实验学习和训练,学生不仅可直接获取大量化学实验的基本知识和技能,有利于化学理论课的学习,而且又能灵活运用所学理论知识指导实验。通过严格的实验训练,可以培养学生规范地掌握化学实验的基本操作与基本技能,培养学生具有提出问题、分析问题、解决问题的独立工作能力,并具有一定的创新意识与创新能力。同时还可以培养学生实事求是的科学态度、认真细致的工作作风、勤俭节约的优良传统和相互协作的团队精神,为学习后续的专业课程,以及为今后开展科学研究和参加实际工作打下良好的化学实验基础。

第一部分 化学实验的基础知识

一、化学实验的学习方法

化学实验主要在教师指导下由学生独立完成,因此实验效果与正确的学习态度和学习方法密切相关。关于大学化学实验的学习方法,应抓住下述三个环节。

(一) 预习方法

预习是实验前必须完成的准备工作,是做好实验的前提。但是,这个环节往往没有引起学生足够的重视,甚至不预习就进实验室,对实验的目的、要求和内容不清楚。结果是浪费了时间和药品。为了确保实验质量,实验前任课教师要检查每个学生的预习情况。实验预习一般应达到下列要求:

1. 阅读实验教材,明确本次实验的目的及全部内容(若有电视录像或CAI应在指定时间、指定地点去观看,不可缺席)。
2. 掌握本次实验主要内容,阅读实验中有关实验操作技术及注意事项。
3. 按教材规定设计实验方案。回答实验教材中“本实验前应准备的问题”。
4. 写出实验预习报告。预习报告是进行实验的依据,因此预习报告应包括简要的实

验步骤与操作、需要记录的实验现象、记录测量数据的表格以及定量实验的计算公式等。

(二) 实验操作方法

实验是培养独立工作和思维能力的重要环节,必须认真、独立地完成。

1. 按照教材内容,认真操作,细心观察,一丝不苟,如实将实验现象、数据记录填写在预习报告中,这是养成良好科学习惯必需的训练。

2. 对于设计性实验,审题要确切,方案要合理,现象要清晰。在实验中发现设计方案存在问题时,应找出原因,及时修改方案,直至达到满意的结果。

3. 在实验中遇到疑难问题或者“反常现象”,应认真分析操作过程,思考其原因。为了正确说明问题,可在教师指导下,重做或补充进行某些实验。自觉养成研究问题的习惯。

4. 实验中自觉养成良好的科学习惯,遵守实验工作规则。实验过程中应始终保持桌面布局合理、环境整齐和清洁。

(三) 实验报告写作方法

实验报告是每次实验的总结,它反映学生的实验水平,必须严肃认真如实填写。一份合格报告应包括以下5部分内容:

1. 实验目的 简述实验目的。定量测定实验还应简介实验有关基本原理和主要反应方程式。

2. 实验内容 尽量采用表格、框图、符号等形式,清晰、明白地表示实验内容。避免照抄书本。

3. 实验现象和数据记录 实验现象要表达正确,数据记录要完整,真实。

4. 解释、结论或数据计算 对现象加以简要的解释,写出主要反应方程式,分标题小结或者最后得出结论。数据计算要表达清晰。完成实验教材中规定的作业。

5. 问题讨论 针对实验中遇到的疑难问题提出自己的见解或收获。定量实验应分析实验误差原因。对实验方法、教学方法和实验内容等提出意见。

(四) 实验课成绩评估方法

化学实验课是一门理论和实践紧密结合的课程,为了达到预期效果,实验课必须进行考核。这样不仅能调动学生学习的积极性,而且能检验学生对实验技能的掌握程度。考核自始至终贯穿实验课全过程。

考核内容:①考核学生对实验课的态度;②考核学生的化学实验技能;③考核学生观察和解释、解决问题的能力。

考核方式:①平时实验考核:根据每次实验课的到课率、实验预习、实验操作、实验结果、实验报告等,综合评分;②书面实验考试:考试内容为本课程中涉及到的实验理论和实验知识;③综合技能考核:选择一个化合物的有关几项连贯性实验操作,考察学生实验过程的设计实验能力,仪器选择和使用能力,各项操作技能,预见问题和处理能力,实验结果和数据处理的能力等,综合评定分数。

二、化学实验的安全知识

(一) 化学实验室安全守则

化学实验室中许多试剂易燃、易爆，具有腐蚀性和毒性，存在着不安全因素，所以进行化学实验时，必须重视安全问题，绝不可麻痹大意。每次实验前应掌握本实验的安全注意事项。在实验过程中要严格遵守安全守则，避免事故的发生。化学实验室安全守则如下：

1. 必须熟悉实验室环境，了解与安全有关的一切设施（如电闸、水管阀门、煤气管阀门、急救箱和消防用品）等的位置和使用方法。

2. 实验室内严禁吸烟、饮食、打闹。

3. 水、电、气使用完毕立即关闭。

4. 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，更应防止溅入眼睛。

5. 注意安全操作，具体要求如下：

(1) 能产生有刺激性或有毒气体的实验，都应在通风橱内进行。

(2) 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，最好在通风橱内进行。

(3) 钾、钠、白磷如暴露在空气中易燃烧，所以钾、钠应保存在煤油中，白磷则可保存在水中。取用时，需用镊子。一些有机溶液（如乙醚、乙醇、丙酮、苯等）极易引燃，使用时必须远离明火，用毕即盖紧瓶塞。

(4) 不纯的氢气遇火易爆炸，操作时必须严禁接近烟火。在点燃前，必须先检验并确保纯度。银氨溶液不能保存，因久置后也易爆炸。某些强氧化剂（如氯酸钾、硝酸钾、高锰酸钾等）或其混合物不能研磨，否则将引起爆炸。

(5) 将玻璃管（棒）或温度计插入塞中时，应先检查塞孔大小是否合适，玻璃是否平光，并用布裹住或涂些甘油等润滑剂后旋转而入。握玻璃管（棒）的手应靠近塞子，防止因玻璃管折断而割伤皮肤。

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

(7) 嗅闻气体时，应用手轻拂气体，把少量气体扇向自己再闻。

(8) 有毒试剂（如氰化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸钾等）不得进入口内或接触伤口，也不能随便倒入下水道，应回收统一处理。

(9) 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，以免迸溅，造成灼伤。

(10) 禁止任意混合各种试剂药品，以免发生意外事故。

(11) 估计可能发生危险的实验，在操作时应使用防护眼镜、面罩、手套等防护设备。6. 实验室所有药品、仪器不得带出室外。

7. 实验完毕，应将实验桌整理干净，洗净双手，关闭水、电、煤气等阀门后才能离开实验室。

(二) 学生实验守则

1. 实验前必须认真预习, 写出预习报告。进入实验室后首先熟悉实验室环境和各种设施的位置, 清点仪器和药品。

2. 实验过程中应仔细观察实验现象, 完整、准确、诚实地记录原始数据。

3. 使用玻璃仪器要小心谨慎, 如有损坏, 应立即报告教师填表补领; 使用精密仪器时, 必须严格按照操作规程, 遵守注意事项, 如发现异常情况或出现故障, 不得擅自拆卸, 应立即停止使用, 报告老师, 找出原因, 排除故障。

4. 使用试剂时应注意以下几点:

(1) 试剂应按书中规定的规格、浓度和用量取用, 避免浪费。

(2) 公用试剂使用时一般不要从架上取下, 若已取下, 用后应立即放回原处。

(3) 试剂瓶的滴管和瓶塞是配套使用的, 用后立即放回原处, 避免混错, 沾污试剂。

5. 化学实验涉及有毒品以及易燃、易爆药品时, 必须注意安全操作, 遵从教师的指导。
6. 实验结束后, 应仔细清洗仪器, 打扫卫生。

(三) 实验室意外事故处理

1. 火灾的预防和着火处理

(1) 实验中使用的有机溶剂大多是易燃的。因此, 着火是化学实验中常见的事故。防火的基本原则是使火源与溶剂尽可能离得远些。盛有易燃有机溶剂的容器不得靠近火源, 数量较多的易燃有机溶剂应放在危险药品橱内。

回流或蒸馏液体时应放沸石, 以防溶液因过热暴沸而冲出。若在加热后发现未放沸石, 则应停止加热, 待稍冷后再放。否则在过热溶液中加入沸石会导致液体迅速沸腾, 冲出瓶外而引起火灾。不要用火焰直接加热烧瓶, 而应根据液体沸点高低使用石棉网、油浴或水浴。冷凝水要保持畅通, 若冷凝管忘记通水, 大量蒸气来不及冷凝而逸出也易造成火灾。

(2) 易燃有机溶剂(特别是低沸点易燃溶剂)在室温时即具有较大的蒸气压。空气中混杂易燃有机溶剂的蒸气达到某一极限时, 遇有明火即发生燃烧爆炸。而且, 有机溶剂蒸气都较空气的比重大, 会沿着桌面或地面飘移至较远处, 或沉积在低洼处。因此, 切勿将易燃溶剂倒入废物缸中, 更不能用开口容器盛放易燃溶剂。倾倒易燃溶剂应远离火源, 最好在通风橱中进行。蒸馏易燃溶剂(特别是低沸点易燃溶剂), 整套装置勿漏气, 接受器支管应与橡皮管相连, 使余气通往水槽或室外。常用易燃溶剂蒸气爆炸极限见表1-1。

(3) 使用易燃、易爆气体, 如氢气、乙炔等时要保持室内空气畅通, 严禁明火, 并应防止一切火星的发生, 如由于敲击、鞋钉磨擦、马达炭刷或电器开关等所产生的火花。易燃气体爆炸极限见表1-2。

表 1-1 常用易燃溶剂蒸气爆炸极限

名 称	沸 点 (°C)	闪燃点 (°C)	空气中的含量 (体积%)
甲 醇	64.96	11	6.72 ~ 36.50
乙 醇	78.5	12	3.28 ~ 18.95
乙 醚	34.51	-45	1.85 ~ 36.5
丙 酮	56.2	-17.5	2.55 ~ 12.80
苯	80.1	-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%)
氢气 (H_2)	4 ~ 74
一氧化碳 (CO)	12.50 ~ 74.20
氨 (NH_3)	15 ~ 27
甲烷 (CH_4)	4.5 ~ 13.1
乙炔 ($CH \equiv CH$)	2.5 ~ 80

(4) 煤气开关应经常检查,并保持完好。煤气灯及其橡皮管在使用时亦应仔细检查。发现漏气应立即熄灭火源,打开窗户,用肥皂水检查漏气地方。若不能自行解决者,应紧急告有关单位马上抢修。

(5) 常压操作时,应使全套装置有一定的地方通向大气,切勿造成密闭体系。减压蒸馏时,要用圆底烧瓶或吸滤瓶作接受器,不可用锥形瓶,否则可能会炸裂。加压操作时(如高压釜、封管等)应经常注意釜内压力有无超过安全负荷,选用封管的玻管厚度是否适当、管壁是否均匀,并要有一定的防护措施。

(6) 有些有机化合物遇氧化剂时会发生猛烈爆炸或燃烧,操作时应特别小心。存放药品时,应将氯酸钾、过氧化物、浓硝酸等强氧化剂和有机药品分开存放。

(7) 开启贮有挥发性液体的瓶塞和安瓿时,必须先充分冷却然后开启(开启安瓿时需要用布包裹),开启时瓶口必须指向无人处,以免由于液体喷溅而招致伤害。如遇瓶塞不易开启,必须注意瓶内贮物的性质,切不可贸然用水加热或乱敲瓶塞等。

(8) 有些实验可能生成有危险性的化合物,操作时需特别小心。有些类型的化合物具有爆炸性,如叠氮化物、干燥的重氮盐、硝酸酯、多硝基化合物等,使用时须严格遵守操作规程。有些有机化合物如醚或共轭烯烃,久置后会生成易爆炸的过氧化物,须特殊处理后才能应用。

(9) 如一旦发生了火灾,应保持沉着镇静,不必惊慌失措,并立即采取各种相应措施,以减少事故损失。首先,应立即熄灭附近所有火源(关闭煤气),切断电源,并移开