

高等学校试用教材

无机化学实验

北京师范大学无机化学教研室等 编

高等教育出版社

高等学校试用教材

无机化学实验

北京师范大学 东北师范大学 无机化学教研室 编
华中师范学院 南京师范学院

高等教育出版社

内 容 简 介

这是配合北京师范大学无机化学教研室等编:《无机化学》使用的一本实验教材。

全书有三部分。第一部分是怎样做好无机化学实验;第二部分是实验内容,包括: I 是基本操作的实验, II 是基本理论方面的实验, III 是元素部分的实验, IV 是综合、设计的实验;第三部分是附录。

在编写时,编者注意了高师化学实验的一些要求和特点,在编排体系、文字叙述、插图选择、思考题的提出、实验的关键等方面都作了一些初步探讨。

本书可供高师、理工院校化学系学生以及其他化学工作者参考。

高等学校试用教材

无机化学实验

北京师范大学 东北师范大学 无机化学教研室 编
华中师范学院 南京师范学院

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷三厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 13.75 插页1 字数 358,000

1983年9月第1版 1984年3月第1次印刷

印数 00,001—33,000

书号 13010·0919 定价 1.55 元

编 者 的 话

根据 1980 年全国高等学校理科化学教材编审委员会会议的精神,按照全国高师化学系无机化学教学大纲的要求,并配合高师《无机化学》试用教材,我们四院校无机化学教研室编写了这本《无机化学实验》试用教材。

本教材包括三部分,第一部分是怎样做好无机化学实验;第二部分是实验内容;第三部分是附录。实验内容又分为:Ⅰ. 基本操作的实验;Ⅱ. 基本理论方面的实验;Ⅲ. 元素部分的实验;Ⅳ. 综合、设计的实验。基本操作和元素部分的实验安排较多,作为重点。基本理论方面的实验是为了配合课堂教学而选入的。重要原理的有关章节都有相应的实验,而且保留一定数量的测定物理常数的实验。综合、设计的实验是为了培养学生的独立工作能力、进行综合训练而安排的,仅供各校选用。

为了体现高师教学的要求和特点,本教材编写时注意了以下几个方面:

一、加强基本操作训练,需要熟练掌握的基本操作都设计成具体实验。这样既有理论叙述又有实际训练,做到学练结合。在基本操作的叙述上,试用了一些图解的方式,突出重点,指出对错,加深印象,便于学生掌握,也有利于基本操作规范化和系统化。为了较全面地培养学生的基本技能,对误差处理和有效数字的使用、作图、查阅手册以及绘制仪器装置图、实验报告的书写、简单模型的制作等方面都作了介绍,而且都有一定的安排和要求。

二、加强基础实验,注重元素化合物性质、制备方面的实验训练。在内容取材上既要考虑学科发展、又要打好坚实的基础,而重点是放在打好基础上,特别是注意与中学教学的衔接和提高。在本教材中,选择了一些与中学化学教材有关的实验内容,这些实验不是中学教材的简单重复,而是从实验教学的角度出发进一步地提高和深入。

三、注重培养学生的思维能力,加强启发性。编写每个实验时,注意引导学生积极思维,叙述中多提些启发性的问题,每个实验后都附有几个思考题,便于实验后引导学生进行小结。

四、实验内容较广泛。本教材共列出 45 个实验;其中基本操作、理论验证、元素性质、制备以及综合设计的实验都有一定的比例。实验的难点、要点(即实验的成败关键),简易装置和实验方法以及一些必要的知识和资料都分别在实验的附注中扼要说明,以供研究参考。在编写中还考虑到由易到难,循序渐进的教学原则。

使用本教材应根据各校的实际情况,具体安排实验教学。譬如基本操作的实验,可以在讲课前集中时间做,也可分散与基本理论的实验穿插来做,不要受实验编排序号的限制。有关具体实验内容的选定更应视各校实际情况来确定,不宜强求一律,但要注意根据高师无机化学实验教学大纲的要求。学生进行实验的实际时数(不包括考核和机动时数)不得少于 130 学时,并应在基本操作,理论验证,元素性质、制备以及综合设计实验四个方面保持适当比例。本教材所用数据的

单位基本上采用国际单位制(SI),但有时也采用了一些国家计量局允许和国际单位制暂时并用的常用单位。

本教材由北京师范大学无机化学教研室主编。参加编写单位有东北师范大学、华中师范学院、南京师范学院的无机化学教研室。主要参加编写的有东北师大林培良,华中师院王慧霞、祝心德,南京师院包振喜,北京师大黄佩丽、胡鼎文等同志。另外东北师大朱志平,南京师院钱亚英、刘淑薇、冯茹尔、邢印堂,北京师大程泉寿、张永安、赵新华、阎于华、董炳祥等同志也参加了部分实验的编写工作。初稿讨论修改后由黄佩丽、胡鼎文二位同志负责统稿,最后由北京师大陈伯涛副教授定稿。书中插图是由叶亚军同志绘制的。

在本书编写过程中,自始至终得到四校教研室领导、老师的积极帮助和大力支持。许多兄弟院校的老师 and 同志们提供了不少资料,特别是北京大学普化教研室严宣申副教授对初稿作了仔细审阅,提出许多宝贵的意见,给予我们很大的鼓舞和支持。本教材最后由福建师大陈家教授(主审)和陈琼琳、刘玉云老师共同审定。在此表示衷心地感谢!

由于编写时间仓促,我们的水平有限,谬误之处一定很多。我们恳切地希望兄弟院校的老师 and 同学在试用后能提出更多的宝贵意见和建议。

北京师范大学 东北师范大学 无机化学教研室
华中师范学院 南京师范学院

1983年5月

目 录

编者的话	1	实验 26 卤素(一)	126
第一部分 怎样做好无机化学实验?	1	实验 27 卤素(二)	130
一、明确实验目的	1	实验 28 过氧化氢 硫和硫化物	134
二、掌握学习方法	1	实验 29 硫的含氧化合物	138
三、遵守实验规则	8	实验 30 氮	141
四、注意实验安全	9	实验 31 磷	145
第二部分 实验内容	12	实验 32 砷、锑、铋	148
I. 基本操作的实验	12	实验 33 碳、硅、硼	152
实验 1 仪器的认领和洗涤	12	实验 34 碱金属和碱土金属	156
实验 2 灯的使用和玻璃管加工	17	实验 35 离子交换法制纯水	160
实验 3 洗瓶的装配	25	实验 36 锡、铅、铝	164
实验 4 试剂的取用和试管操作	28	实验 37 铜、银	169
实验 5 台秤和分析天平的使用	33	实验 38 锌、镉、汞	172
实验 6 溶液的配制	45	实验 39 钛、钒	175
实验 7 酸碱滴定	49	实验 40 铬、钼、钨	178
实验 8 物质的分离和提纯	53	实验 41 由白钨矿制取三氧化钨	181
实验 9 气体的发生和收集	59	实验 42 锰和高锰酸钾的制备	183
实验 10 气体的净化和干燥	65	实验 43 铁、钴、镍	186
II. 基本理论方面的实验	69	IV. 综合、设计的实验	189
实验 11 镁当量的测定	69	实验 44 综合实验	189
实验 12 胶体溶液	73	综合实验一 硫代硫酸钠的制备和应用	189
实验 13 中和热的测定	77	综合实验二 硫酸镍铵的制备	194
实验 14 化学反应速度和活化能	82	综合实验三 由锌灰制备硫酸锌和提取金属 镉	198
实验 15 $I_2 \rightleftharpoons I^- + I_2$ 平衡常数的测定	86	综合实验四 磺基水杨酸合铁(III)配合物的组 成及其稳定常数的测定	201
实验 16 醋酸电离度和电离常数的测定	90	实验 45 设计实验	206
实验 17 电离平衡和盐类水解	95	设计实验一 离子鉴定和未知物的鉴别	206
实验 18 沉淀平衡	99	设计实验二 由废铁屑制备三氯化铁	207
实验 19 原子结构	101	设计实验三 从烂版液回收硫酸铜	208
实验 20 物质性质和周期律	105	设计实验四 从废定影液回收金属银	208
实验 21 分子结构和晶体结构模型	108	设计实验五 由海盐制试剂级的氯化钠	209
实验 22 氧化还原反应	114	第三部分 附录:	210
实验 23 电解和电镀	117	附录 1 全程实验中基本操作累计一览表	210
实验 24 配合物的生成和性质	121	附录 2 无机实验常用仪器介绍	212
实验 25 银氨配离子配位数的测定	124		
III. 元素部分的实验	126		

附录3	不同温度下水的饱和蒸气压	222	附录10	常见沉淀物的 pH 值	229
附录4	常见金属化合物在水中的溶解性	223	附录11	某些离子和化合物的颜色	230
附录5	一些无机化合物的溶解度	223	附录12	标准电极电势	232
附录6	气体在水中的溶解度	225	附录13	常见配离子的稳定常数	238
附录7	常用酸、碱的浓度	225	附录14	某些试剂溶液的配制	239
附录8	弱电解质的电离常数	226	附录15	几种常用的化学手册	241
附录9	溶度积常数	227	附录16	国际原子量表	242

第一部分 怎样做好无机化学实验?

一、明确实验目的

无机化学是一门实验科学。要很好地领会和掌握无机化学的基本理论和基础知识,就必须亲自进行一些实验。因此,实验在无机化学教学中占有十分重要的地位。

通过实验,可以获得大量物质变化的第一手的感性知识,进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和反应,掌握重要无机化合物的一般分离和制备方法,加深对课堂上讲授的基本原理和基础知识的理解和掌握。

通过实验,学生亲自动手,实际训练各种操作,可以培养学生正确地掌握化学实验的基本操作方法和技能技巧。

通过实验,也可以培养学生独立工作和独立思考的能力。如独立准备和进行实验的能力;细致地观察和记录现象,归纳、综合,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以及一定的组织实验,研究实验的能力。

通过实验,还可以培养学生具有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。从而逐步使学生初步掌握科学研究的方法。

无机化学实验的任务就是要通过整个无机实验教学,逐步地达到上述各项目的,为学生进一步学习其他后继化学课程和实验,并培养初步的科研能力打下基础。

二、掌握学习方法

要达到上述实验目的,不仅要有正确的学习态度而且还要有正确的学习方法。无机化学实验的学习方法大致可分为下列三个步骤:

1. 预习

为了使实验能够获得良好的效果,实验前必须进行预习。

- (1) 阅读实验教材、教科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、操作过程和实验时应注意的地方;
- (4) 在预习的基础上,写好预习笔记,方能进行实验。

若发现学生预习不够充分,教师可让学生停止实验,要求在掌握了实验内容之后再行实验。

2. 实验

根据实验教材上所规定的方法,步骤和试剂用量进行操作,并应该做到下列几点:

(1) 认真操作, 细心观察现象, 并及时地、如实地做好详细记录。

(2) 如果发现实验现象和理论不符合, 应首先尊重实验事实, 并认真分析和检查其原因, 也可以做对照试验、空白试验或自行设计的实验来核对, 必要时应多次重做验证, 从中得到有益的科学结论。

(3) 实验全过程中应勤于思考, 仔细分析, 力争自己解决问题。但遇到疑难问题而自己难以解决时, 可提请教师指点。

(4) 在实验过程中应保持肃静, 严格遵守实验室工作规则。

3. 实验报告

实验作完后应对实验现象进行解释并作出结论, 或根据实验数据进行处理和计算, 独立完成实验报告, 交指导教师审阅。若有实验现象、解释、结论、数据、计算等不符合要求, 或实验报告写得草率者, 应重做实验或重写报告。

书写实验报告应字迹端正, 简明扼要, 整齐清洁。

下面举出几种不同类型的实验报告格式,以供参考。

无机化学测定实验报告

实验名称: _____ 室温
气压

年级 组 姓名 同组人 指导教师 日期

测定原理(简述):

数据记录和结果处理:

问题和讨论:

附录:

指导教师签名 _____

无机化学制备实验报告

实验名称: _____

室温
气压

年级

组

姓名

同组人

指导教师

日期

基本原理(简述):

简单流程:

实验过程主要现象:

实验结果:

产品外观:

产 量:

问题和讨论:

附录:

指导教师签名 _____

无机化学性质实验报告

实验名称: _____ 室温
气压

年级	组 姓名	同组人	指导教师	日期
实 验 内 容		实 验 现 象	解 释 和 反 应	

讨论:

小结:

附录:

指导教师签名 _____

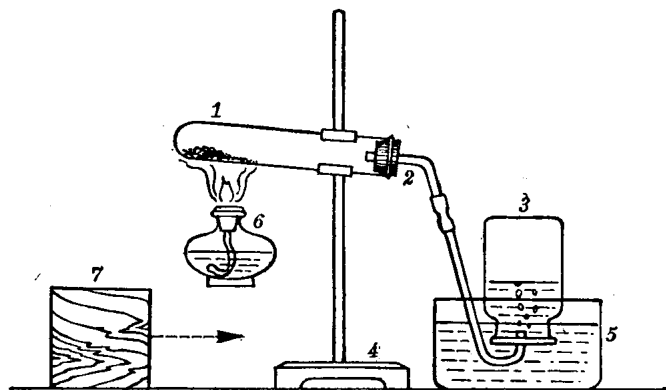
在实验报告中有关仪器、实验装置和操作的叙述，若能引入一幅清晰的示意图，不仅能大大减少文字的叙述，而且直观具体，一目了然。特别是对未来的化学教师所将从事的教学要求来看，更应掌握绘制仪器和实验装置示意图的技巧。

1. 常见仪器的分步画法:

试管				
曲管				
烧杯				
水槽				
漏斗				
广口瓶				

锥形瓶				
烧瓶				
导管接头				
酒精灯				
铁圈				
瓶塞				
铁架台				

2. 成套装置图的画法:

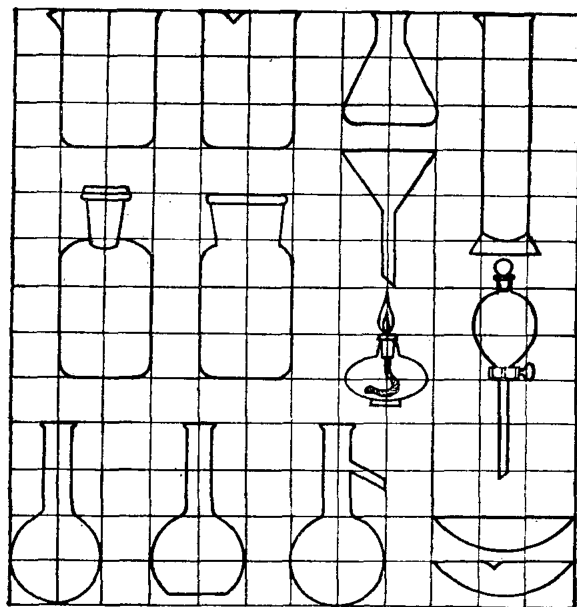


成套装置图的画法

1. 试管, 2. 导管, 3. 集气瓶, 4. 铁架台, 5. 水槽, 6. 酒精灯, 7. 木垫

先画主体图,后画配件图,分步完成。例如画实验室制取和收集氧气的装置图(上图),应首先画出带塞的试管、导管和集气瓶,然后再画出图中其他配件图,最后,在悬空的酒精灯下,可补画上木垫。

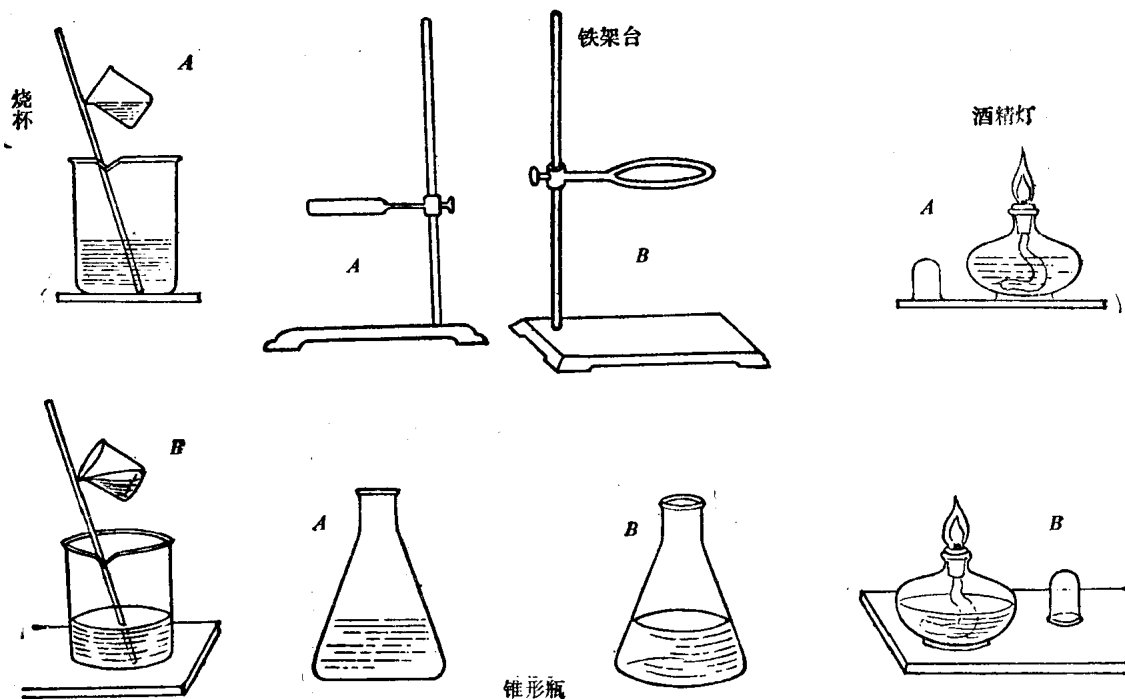
3. 一些常用仪器的简易画法:



4. 平视图和立体图(下图中A是平视图,B是立体图)

绘制仪器和装置示意图时,一般要注意:

- (1) 在同一幅图中,必须采用同一种透视法(平视图或立体图),其中以平视图最为常用。
- (2) 若采用立体图,透视方向必须统一。
- (3) 布局应照顾各个部位,以便清晰地表现出来。
- (4) 图中各部分的相对位置和彼此比例要与实际相符。
- (5) 要力求线条简洁,图形逼真。



三、遵守实验规则

实验规则是人们由长期的实验室工作中归纳总结出来的,它是防止意外事故,保持正常地从事实验的环境和工作秩序,做好实验的一个重要前提,人人必须做到,必须遵守。

1. 实验前一定要做好预习和实验准备工作,检查实验所需的药品、仪器是否齐全。做规定以外的实验,应先经教师允许。

2. 实验时要集中精神,认真操作,仔细观察,积极思考,如实地详细做好记录。

3. 实验中必须保持肃静,不准大声喧哗,不得到处乱走。不得无故缺席,因故缺席未做的实验应该补做。

4. 爱护国家财物,小心使用仪器和实验室设备,注意节约水、电和煤气。每人应取用自己的仪器,不得动用他人的仪器;公用仪器和临时供用的仪器用毕应洗净,并立即送回原处。如有损坏,必须及时登记补领。

5. 实验台上的仪器应整齐地放在一定的位置上,并经常保持台面的清洁。废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内,酸性废液应倒入废液缸内,切勿倒入水槽,以防堵塞或锈蚀下水管道。碱性废液倒入水槽并用水冲洗。

6. 按规定的量取用药品,注意节约。称取药品后,及时盖好原瓶盖,放在指定地方的药品不得擅自拿走。

7. 使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行操作, 细心谨慎, 避免粗枝大叶而损坏仪器。如发现仪器有故障,应立即停止使用,报告教师,及时排除故障。

8. 实验后,应将所用仪器洗净并整齐地放回实验柜内。实验台及试剂架必须揩净,最后关好电门、水和煤气龙头。实验柜内仪器应存放有序,清洁整齐。

9. 每次实验后由学生轮流值勤,负责打扫和整理实验室,并检查水龙头、煤气开关、门、窗是否关紧,电闸是否开启、以保持实验室的整洁和安全。

10. 发生意外事故应保持镇静,不要惊慌失措;遇有烧伤、烫伤、割伤时应立即报告教师,及时急救和治疗。

四、注意实验安全

进行化学实验时,要严格遵守关于水、电、煤气和各种仪器、药品的使用规定。化学药品中,很多是易燃、易爆、有腐蚀性和有毒的。因此,重视安全操作,熟悉一般的安全知识是非常必要的。

注意安全不仅是个人的事情。发生了事故不仅损害个人的健康,还要危及周围的人们,并使国家的财产受到损失,影响工作的正常进行。因此首先需要从思想上重视安全工作,决不能麻痹大意。其次,在实验前应了解仪器的性能和药品的性质以及本实验中的安全事项。在实验过程中,应集中注意力,并严格遵守实验安全守则,以防意外事故的发生。第三,要学会一般救护措施。一旦发生意外事故,可进行及时处理。最后,对于实验室的废液,也要知道一些处理的方法,以保持实验室环境不受污染。

1. 实验室安全守则

(1) 不要用湿的手、物接触电源。水、电、煤气一经使用完毕,就立即关闭水龙头、煤气开关、电闸要开启。点燃的火柴用后立即熄灭,不得乱扔。

(2) 严禁在实验室内饮食、吸烟,或把食具带进实验室。实验完毕,必须洗净双手。

(3) 绝对不允许随意混合各种化学药品,以免发生意外事故。

(4) 钾、钠和白磷等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。取用它们时要用镊子。一些有机溶剂(如乙醚、乙醇、丙酮、苯等)极易引燃,使用时必须远离明火,用毕立即盖紧瓶塞。

(5) 不纯的氢气遇火易爆炸,操作时必须严禁接近明火。在点燃前,必须先检查并确保纯度。银氨溶液不能留存,因久置后会变成氮化银也易爆炸。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。

(6) 应配备必要的防护眼镜。倾注药剂或加热液体时,不要俯视容器,以防溅出。尤其是浓酸、浓碱具有强腐蚀性,切勿使其溅在皮肤或衣服上,眼睛更应注意防护。稀释它们时(特别是浓硫酸),应将它们慢慢倒入水中,而不能相反进行,以避免迸溅。试管加热时,切记不要使试管口向着自己或别人。

(7) 不要俯向容器去嗅放出的气味。面部应离远容器,用手把离开容器的气流慢慢地扇向

自己的鼻孔。能产生有刺激性或有毒气体(如 H_2S 、 HF 、 Cl_2 、 CO 、 NO_2 、 SO_2 、 Br_2 等)的实验必须在通风橱内进行。

(8) 有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物、特别是氰化物)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。

(9) 金属汞易挥发,并通过呼吸道而进入人体内,逐渐积累会引起慢性中毒。所以做金属汞的实验应特别小心不得把汞洒落在桌上或地上。一旦洒落,必须尽可能收集起来,并用硫黄粉盖在洒落的地方,使汞转变成不挥发的硫化汞。

(10) 实验室所有药品不得携出室外。用剩的有毒药品应交还给教师。

2. 实验室事故的处理

(1) 创伤: 伤处不能用手抚摸,也不能用水洗涤。应先把碎玻璃从伤处挑出。轻伤可涂以紫药水(或红汞、碘酒),必要时撒些消炎粉或敷些消炎膏,用绷带包扎。

(2) 烫伤: 不要用冷水洗涤伤处。伤处皮肤未破时可涂擦饱和 NaHCO_3 溶液或用 NaHCO_3 粉调成糊状敷于伤处,也可抹獾油或烫伤膏;如果伤处皮肤已破,可涂些紫药水或 10% KMnO_4 溶液。

(3) 受酸腐蚀致伤: 先用大量水冲洗,再用饱和 NaHCO_3 溶液(或稀氨水、肥皂水)洗,最后再用水冲洗,如果酸溅入眼内,用大量水冲洗后,送校医院诊治。

(4) 受碱腐蚀致伤: 先用大量水冲洗,再用 2% 醋酸溶液或饱和硼酸溶液洗,最后用水冲洗。如果碱溅入眼中,用硼酸溶液洗。

(5) 受溴腐蚀致伤: 用苯或甘油洗濯伤口,再用水洗。

(6) 受磷灼伤: 用 1% 硝酸银, 5% 硫酸铜或浓高锰酸钾溶液洗濯伤口,然后包扎。

(7) 吸入刺激性或有毒气体: 吸入氯、氯化氢气体时,可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气使之解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。但应注意氯、溴中毒不可进行人工呼吸,一氧化碳中毒不可施用兴奋剂。

(8) 毒物进入口内: 把 5~10ml 稀硫酸铜溶液加入一杯温水中,内服后,用手指伸入咽喉部,促使呕吐,吐出毒物,然后立即送医院。

(9) 触电: 首先切断电源,然后在必要时进行人工呼吸。

(10) 起火: 起火后,要立即一面灭火,一面防止火势蔓延(如采取切断电源,移走易燃药品等措施)。灭火的方法要针对起因选用合适的方法。一般的小火可用湿布、石棉布或砂子复盖燃烧物,即可灭火。火势大时可使用泡沫灭火器。但电器设备所引起的火灾,只能使用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火,不能使用泡沫灭火器,以免触电。实验人员衣服着火时,切勿惊慌乱跑。赶快脱下衣服。或用石棉布复盖着火处。

(11) 伤势较重者,应立即送医院。

附: 实验室急救药箱

为了对实验室内意外事故进行紧急处理。应该在每个实验室内都准备一个急救药箱。药箱内可准备下列药品: