

陇东学院教材、学术著作基金资助出版

无机化学实验教学指导

刘建宁 张克钧 编著

甘肃科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验教学指导/刘建宁编著.—兰州:甘肃科学技术出版社,2004 .11

ISBN 7-5424-0973-5

I 无... II 刘... III 无机化学 - 化学实验

IV 061.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 117725 号

出版 甘肃科学技术出版社(兰州市南滨河东路 520 号)
发行 甘肃科学技术出版社(兰州市南滨河东路 520 号)
印刷 兰州鑫昌印刷有限责任公司(兰州市西固区福利东路 18 号)
开本 850mm×1168mm 1/ 32
印张 8.5
字数 200 000
版次 2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷
印数 1~1000
书号 ISBN 7 - 5424 - 0973 - 5
定价 20 .00 元

前 言

《无机化学实验》课程是师范及综合类院校化学专业的一门专业基础课,也是学生进入大学后学习化学的第一门实验课。学生对该课程的学习质量直接影响其后续课程的学习,时对其一生从事与化学专业有关的职业有深远的影响。因此,加强《无机化学实验》教与学的研究非常重要,而且是全面提高实验教学质量的必要手段。本书是根据作者十多年来无机化学实验教学中积累的经验 and 资料编写而成。可供各类高等学校化学教师、学生教学参考,是各类化学实验室工作人员掌握化学实验室基础知识的一本参考书,也可供中等学校化学教师阅读。

本书的第一篇讲的是化学实验基础。共有“第一章化学实验室工作一般常识”、“第二章玻璃的性质及玻璃仪器的校正”、“第三章化学试剂基础”、“第四章实验室基本操作”、“第五章实验室基本技能”5章。学生通过第一篇的学习,可以了解化学实验室的一般常识和技能,培养学生从事化学实验所必须具备的基本素质。

本书的第二篇,选取了目前许多院校采用的《无机化学实验》或《普通化学实验》中的三十个基本实验,从教和学两个方面相应地编写指导内容。每个实验基本上包括:①教学要求;②教学指导;③讨论(讨论学生在实验中极易产生的错误操作等问题);④思考题解答;⑤附注(仪器的使用方法、该实验所用特殊试剂的安全知识等)。这部分内容对从事《无机化学实验》教学老师的教及学生的学,都会产生积极的帮助作用。

本书是作者多年来在陇东学院化学系从事《无机化学实验》教学实践的基础上编写而成的,因此离不开参加实验工作同志的辛

勤劳动,得到了化学系领导及其他老师的热情帮助和支持,也得到了陇东学院学术著作基金的资助。在此谨向他们表示衷心的感谢。

限于我们的水平,成书时间又较短,书中一定有不少错误,敬请读者批评指正。

刘建宁 张克钧

2004 年 10 月

目 录

绪论	(1)
----------	-------

第 一 篇 化 学 实 验 基 础

第一章 化学实验室工作一般常识	(9)
第一节 安全概述	(9)
第二节 防火与灭火	(11)
第三节 爆炸	(13)
第四节 有毒气体	(16)
第五节 防护与急救	(16)
第二章 玻璃的性质及玻璃仪器校正	(20)
第一节 玻璃的性质、组成及分类	(20)
第二节 玻璃的蚀刻、镀银和玻璃表面的吸附、解吸	(26)
第三节 玻璃与金属的封接技术及其应用	(29)
第四节 玻璃仪器的校正	(32)
第三章 化学试剂基础	(40)
第一节 化学试剂的分类和纯度的等级标准	(40)
第二节 化学试剂的包装规格和贮藏	(43)
第三节 化学试剂的保管和使用	(51)
第四节 常用无机试剂质量的粗略判断与回收处理	(53)
第五节 常用有机试剂的预处理方法	(56)
第六节 危险化学试剂的分类及其通性	(61)
第四章 实验室基本操作	(73)
第一节 溶液的配制	(73)
第二节 水的纯化及检验	(75)

第三节	实验室废液的处理	(83)
第五章	实验室基本技能	(85)
第一节	实验室常用气体与气体钢瓶	(85)
第二节	特殊器皿的使用	(94)
第三节	常用贵金属的回收与净化	(102)
第四节	放射性物质的防护与去污	(106)

第二篇 实验教学指导

实验一	仪器的认领、洗涤和干燥	(113)
实验二	灯的使用,玻璃管及塑料管的简单加工	(115)
实验三	分析天平的使用	(119)
实验四	溶液的配制	(124)
实验五	五水合硫酸铜结晶水的测定	(129)
实验六	氢气的制备和铜相对原子质量的测定	(132)
实验七	二氧化碳相对分子质量的测定	(136)
实验八	酸碱滴定	(142)
实验九	水的净化——离子交换法	(146)
实验十	过氧化氢分解热的测定	(149)
实验十一	化学反应速率与活化能	(153)
实验十二	醋酸电离度和电离常数的测定	(160)
实验十三	转化法制备硝酸钾	(165)
实验十四	Fe^{3+} 、 Al^{3+} 离子的分离——液 - 液萃取与分离	(168)
实验十五	$\text{I}_3^- = \text{I}^- + \text{I}_2$ 平衡常数的测定	(174)
实验十六	电离平衡和盐类水解	(178)
实验十七	沉淀反应	(180)
实验十八	氧化还原反应和氧化还原平衡	(183)
实验十九	配合物的生成和性质	(190)

实验二十	卤素·····	(192)
实验二十一	硫的化合物·····	(201)
实验二十二	氮和磷·····	(209)
实验二十三	硼铝和碳硅·····	(218)
实验二十四	碱金属、碱土金属·····	(221)
实验二十五	锡、铅、铋、铊·····	(226)
实验二十六	ds 区金属(铜、银、锌、镉、汞)·····	(229)
实验二十七	第一过渡系元素(一)(钛、钒、铬、锰)·····	(238)
实验二十八	第一过渡系元素(二)(铁、钴、镍)·····	(243)
实验二十九	由海盐制备试剂级氯化钠·····	(247)
实验三十	一种钴(III)的配合物的制备·····	(250)
实验三十一	硫酸亚铁铵的制备·····	(253)
参考书目	·····	(258)

绪 论

一、实验教学在培养化学专业人才中的作用和地位

化学是一门以实验为基础的学科,许多化学的理论和规律是从实验中总结出来的。同时,对任何理论的应用和评价,也都要依据实验的探索和检验。所以在培养化学专业人才中,实验课是一项十分重要的教学环节。一位从事化学专业工作的人员,如果未经过严格的从事实验室工作的训练,不具有一定的独立进行化学实验的能力,就不可能真正掌握和理解专业知识,也无法进行科学实验而有所发明和创造。对于培养中学化学教师,实验课教学则尤为重要。因为化学实验是化学教学工作的基础,教师实验技能水平的高低将决定教学效果的好坏,也影响着对青年一代科学实验能力的培养。

基础课的教学实验和课堂讲授部分一样,是使学生掌握化学知识;发展智力,培养分析问题解决问题的能力;培养学生创造精神和锻炼优秀品质的重要教学环节。此外,实验课还有它独特的作用,可使学生掌握从事科学实验的各种基本技能和方法;启发和引导学生应用已有的化学知识有目的地去改造客观事物;学会运用科学实验的方法验证和探索化学变化的规律;启示学生了解怎样做才能成为一位化学家。实验教学的功能是读书和生产劳动所不能代替的。任何轻视或忽略实验教学工作的思想和行为都是错误的。

由于以上原因,化学基础课的实验课时应约占其总课时数的三分之二,否则学生的智能是难以得到全面发展的。

二、无机化学实验教学目的和要求

无机化学是化学学科中较早建立的一个分支,而近百年来又

成为飞速发展的一门学科。它是化学专业学生所学的第一门化学专业基础课。要能很好的领会和掌握无机化学的基本理论和基础知识,必须认真进行实验。无机化学实验是无机化学教学中不可缺少的重要环节。

无机化学实验教学的目的:

(1)通过实验获得感性知识,帮助或加深对课堂讲授的基本理论和基础知识的理解;掌握典型元素及其化合物的重要化学性质和反应。

(2)正确掌握无机化学实验的基本操作方法和技能技巧,为从事以后各科实验打下良好的基础。培养独立进行实验的能力;仔细观察和记录实验现象的能力;以及正确处理实验数据和书写实验报告的能力。

(3)通过实验逐步树立“实践第一”的观点,养成实事求是的科学态度和科学的逻辑思维方法。

(4)在实验中逐步培养正确、细致、整洁地进行科学实验的良好习惯。

由于无机实验是在一年级开设的,具有一定的启蒙性,要达到上述目的,完成无机实验教学的任务,教与学的双方都必须积极努力。

教师要按总论的要求去做,在每个实验中要认真、负责、严格的要求学生。特别要重视实验工作能力的培养和基本操作的训练,并贯穿在各个具体实验之中。每个实验即要有完成具体实验内容的教学任务,也要有进行基本操作训练方面的要求。要看到实验教学对人才的培养是全面的,既有实验知识的传授,又有操作技能技巧的训练;既有逻辑思维的启发和引导,又有良好习惯、作风和科学工作方法的培养。因此,教师既要耐心、细致地言传身教,又要认真、严格地要求学生;既不能操之过急,包办代替,也不能不闻不问,任其自流。

学生必须明确低年级实验的基本操作训练与实验能力的培养,是高年级实验甚至是以后掌握新的实验技术的必备基础。对于每一个实验,不仅要在原理上搞清、弄懂。而且要在操作上进行严格的训练。即使是一个很小的操作也要按教师的要求一丝不苟地进行练习。不要怕麻烦,不要图省事。要明确,任何操作只有通过自己的实践才能学会,何况会并不是熟练,由会到熟练更是要练,勤学还要苦练。另外也要看到实验对自己的锻炼和培养是多方面的,要注意从各方面严格要求自己,比如对实验方法、步骤的理解和掌握,对实验现象的观察和分析,就是在培养自己的科学思维和工作方法;又比如桌面保持整洁、仪器存放有序、污物不能乱扔,就是培养自己从事科学实验的良好习惯和作风。不能认为这些都是无关紧要的小事,而不认真去做。须知,小事是构成大事的基石,人才是在平常点滴的锤炼中逐渐成长起来的。

三、重视课前预习,废止“注入式”的教学方法

实验课是由教师组织指导并由学生独立实践的教学活动,只有学生经过认真的课前预习,了解实验的目的要求,理解实验原理,弄清操作步骤,设计好记录格式,然后进入实验室才能有条不紊地进行各项操作。因此,应十分重视学生的课前预习环节,对尚未完成预习准备的学生决不允许其进入实验室做实验。特别是当学生尚未认识预习的重要作用 and 还未养成这种良好的学习习惯之前,更要严格进行检查。否则,那些未做好准备的学生进入实验室后,他们实践的盲目性很大,经常处于忙乱状态,来不及认真观察实验现象和仔细思考有关问题。实验中难以获得应有的收获,也感受不到做实验的意义和乐趣,既浪费实验器材,也浪费了学生的宝贵时间。长此以往,容易滋长“重理论,轻实验”的错误思想,误认为只有读书才收益大,做实验反而浪费时间,影响学生对实验教学重要意义的认识,也不利于树立严谨的学风。

有的实验指导教师不重视组织检查学生的课前预习,认为教

师的组织指导作用只是体现在实验课开始时的讲解。以为教师讲得越详尽实验课的质量就一定高。经常占用很多实验课时讲述实验教材或课堂讲授中已经谈及的内容,有时甚至扩充到后续课的内容,但实际效果并不好。

学生一进入实验室,如已有准备就有一种要进行实践活动的要求。已有了很好课前预习的学生,对老师冗长讲解会感到厌烦和枯燥无味,希望充分利用时间尽快动手做实验。因此,他们往往在教师讲述时,动手动脚不注意听讲。那些没有预习的学生,对于教师的讲解内容由于未经仔细思考,也难以形成完整而明确的认识,仍然缺乏进行实验操作的思想准备,心中无数,对教师讲的内容在实验实践中对不上号。总之,这样做不仅收效不大,而且会助长学生不重视预习而依赖教师的思想。

教师讲完之后,却自以为胜利完成了所担负的实验教学任务,一时再无事可做,于是离开实验室去干别的事。只待实验课将要结束时,才返回实验室按书本已有的结论给学生做实验总结。甚至,不论学生在实验中观察到什么现象,都一律要求按老师的结论进行更改。这种做法对培养学生的智能和思想是极为有害的,必须予以废除。

四、实验课学生守则

实验课是育人成材的重要教学环节,为提高教学质量,取得良好的实验教学效果,实验课要求学生必须做到:

(1)理解实验教学的目的和要求,课前认真阅读教材和有关资料。拟订实验计划,按教师要求作好课前各项准备。否则不能进入实验室做实验。

(2)进行实验时,应认真操作,细致观察,注意理论联系实际,用已学的知识判断、理解、分析和解决实验中所观察到的现象和所遇到的问题,注意提高分析问题和解决问题的实际能力。

(3)各项实验操作要认真遵守操作规程,养成良好的实验室工

作习惯。

(4)依据实验要求,如实而有条理地记录实验现象和所得数据,不许抄写或凑数。

(5)实验后要注意分析讨论实验结果好坏的原因,及时总结经验教训,不断提高实验工作能力。要认真书写实验报告,实验报告的字迹要工整,图表要清晰,按时交老师批阅。

(6)实验及报告不符和要求者,必须重做。

(7)注意执行各项安全规定,节约水电、药品和器材,爱护仪器和实验室的各项设备。

(8)遵守实验室各项规章制度,实验课不得迟到或未经允许而早退。

(9)要有良好的实验室工作道德,爱护集体,关心他人。

五、实验成绩考核办法

各门基础课的实验单独按五级分记录考核成绩。凡实验成绩不及格者,该门课程必须重修。学生的实验成绩应以平时考察为主,一般应占总分的 70%,其平时成绩又要以实验实际操作的好坏为主要考核依据。在学期末或课程结束时,为复习和巩固实验教学内容,进一步对学生作补充了解,也可举行一定的实验操作考试,但无论采取何种方式进行考核,都必须按实验课的目的要求,以实际实验工作能力的强弱作为评定成绩的主要依据。因此,最终的集中考试结果只能占总成绩的 30%。

评定各级成绩时,可参考以下标准:

1.优秀(很好)

能正确理解实验的目的要求,能独立、顺利而正确地完成各项实验操作,会分析和处理实验中遇到的问题,能掌握所学的各项实验技能,能较好地完成实验报告及其他各项实验作业,有一定的创造精神和能力。有良好的实验室工作作风和习惯。

2.良好(较好)

能理解实验的目的和要求,能认真而正确地完成各项实验操作,能分析和处理实验中遇到的一些问题。能掌握所学实验技能的绝大部分,对难点较大的操作完成有困难。能一般完成实验报告和其他实验作业。有较好的实验习惯和工作作风。

3.中等(一般)

能粗浅理解实验目的要求,能认真努力进行各项实验操作,但技巧较差。能分析和处理实验中一些容易的问题,掌握所学实验技能的大部分。有 30% 掌握不好。能一般完成各项实验作业和报告。处理问题缺乏条理。工作作风较好。能认真遵守各项规章制度。学习努力。

4.及格(较差)

能机械的了解实验内容,即一般按图接线、“照方抓药”完成实验操作,能掌握 60% 所学的各科实验技能,有些虽能作但不准确。遇到问题常常缺乏解决的办法,在别人启发下能作些简单处理,但效果不理想。能一般完成实验报告,能认真遵守实验室各项规章制度,工作中有小的习惯性毛病(如工作无计划,处理问题缺乏条理)。

5.不及格(很差)

盲目地“照方抓药”,只掌握 50% 的所学实验技能。有些实验虽能作,但一般效果不好,操作不正确。工作忙乱无条理。一般能遵守实验室规章制度,但常有小的错误,遇到问题时说不明原因,在教师指导下也较难完成各项实验作业。或有些小聪明但不努力,不求上进。

第一篇

化 学 实 验 基 础

第一章 化学实验室工作一般常识

第一节 安全概述

安全是化学实验工作者要特别注意的大事。

安全与否,因素是多方面的,但首要的是思想上的重视。安全不仅与个人安危有关,而且关系到国家财产和广大人民的生命安危,所以万万不能粗心大意;当然,业务知识,操作技能与安全有很大关系。每个化学实验工作者,一定要作好以下几点:

(1)在每次具体操作前,一定要很好的熟悉原理、步骤和注意事项,并要仔细检查仪器的质量和安装是否良好,同时,还要充分估计到可能发生的事故。即使很熟悉的项目,也应如此。

(2)操作中,一定按要求、按步骤、集中精力谨慎的进行。

(3)实验结束后,应进行安全检查,离开时要关好一切电源、热源、水源。

(4)实验室内一定要有安全守则和各种操作细则,还应完善安全措施,如通风设备、灭火设备、急救药物、个人防护用具等等。

实验室中一般的安全规则。

在化学实验室里工作,一定要熟悉各项安全规则。这些规则大体有以下几项内容:

(1)热源设备的管理和使用制度。

(2)电器设备的管理和使用制度。

(3)药品的管理和使用制度。

(4)防护器材的准备、使用管理,人员的组织、防护知识和技术的考核等安全制度。

(5)一般仪器的操作细则。

实验室安全守则。

(1)不要用湿的手、物接触电源。水、煤气、电一经使用完毕,应立即关闭水龙头、煤气开关,拉掉电闸。点燃的火柴用后应立即熄灭,不得乱扔。

(2)绝对不允许随意混合各种化学药品,以免发生意外事故。

(3)金属钾、钠和白磷(黄磷)等暴露在空气中易燃烧,所以金属钾、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、热源,用毕应立即盖紧瓶塞。

(4)含氧气的氢气遇火易爆炸,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,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)应配备必要的护目镜。倾注药剂或加热液体时,容易溅出,不要俯视容器。尤其是浓酸、浓碱具有强的腐蚀性,切勿使其溅在皮肤或衣服上,眼睛更应该注意防护。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。给试管加热时,切记不要使试管口向着自己或别人。

(6)不要俯向容器去嗅放出的气味。正确的方法是面部应远离容器,用手把逸出的气流慢慢地煽向自己的鼻孔。能产生有刺激性或有毒气体(如硫化氢、氟化氢、氯气、一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、溴蒸汽等)的实验必须在通风橱内进行。

(7)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,应倒入废液缸或教师指定的容器里。

(8)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,不得把金属汞

洒落在实验台上或地上。一旦洒落,必须尽可能收集起来,并用硫磺粉盖在洒落的地方,使金属汞转变成不挥发的硫化汞(如果水银温度计不慎打破,亦用同样的方法处理)。

(9) 实验室所有的药品不得带出室外,用剩的药品应放在指定的位置。

第二节 防火与灭火

实验室内常使用易燃物质,实验中也经常产生易燃物质,如果对此缺乏足够的认识,就会发生火灾。

物质的导热性是决定该物质向周围散热量的因素之一,导热性低的物质易积累热量,就易燃。这些物质一旦在着火点以上缓慢氧化,加之通风不好,就会逐渐积累热量,当达到着火点就会发生自然。如实验室用过的破布和废物,常因自然而引起火灾。此外,电火、煤气、酒精等有机溶剂所发生的火灾也较为常见。在充满易燃蒸气的室内,要特别注意烟火以及电闸、马达、电池、静电化学反应所发生的火花,因为这些火种都能引起火灾。例如某实验者,在看盛易燃有机物的桶是否到空时,竟用火柴去照亮,结果引起了严重火灾。

业务知识的缺少也可以引起火灾。如某实验室把盛满水的圆底烧瓶,久放在木制的实验台上,因受强日光直接照射,引起聚光作用,结果烧了半个实验台。对这些活生生的教训,应引以为戒。

下面这些物质彼此混合,特别容易引起火灾,尤应注意:

- (1) 活性炭与硝酸铵。
- (2) 沾染了强氧化剂(如氯酸钾)的衣服。
- (3) 抹布与浓硫酸。
- (4) 可燃性物质(木材、织物等)与浓硝酸。
- (5) 液氧与有机物。