



全国高等师范专科学校教材

无机化学实验

主编 邹京

北京师范大学出版社

341178/13



全国高等师范专科学校教材

无机化学实验

主编 邹 京 郭子义
编写 邹 京 王寿甫
郭子义 张承安 郝芬珊

北京师范大学出版社

全国高等师范专科学校教材

无机化学实验

主编 邹 京

*

北京师范大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

中国科学院印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张 7.5 字数: 178 千

1991 年 4 月第 1 版 1991 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1—3 300

ISBN7-303-01108-0/O · 143

定价: 2.20 元

内 容 简 介

本书是与二年制师范专科学校化学专业“无机化学”配套的实验教材。属于国家教委组织编写的“规划教材”。其内容包括基本操作、基本理论验证、无机物制备、元素与化合物性质,选做与设计实验几个方面。编排上注意了与课堂教学相互配合衔接,并注意防止把所有操作方法、步骤都规定得同样的过细过繁,使学生在实验时形成“照方抓药”的弊病。尽量多安排一些学生自行设计的实验,以提高学生学习的积极性、主动性和独立工作能力。

本书也可供教育学院和中学教师自学进修之用。

出版说明

党的十一届三中全会以来,师范专科教育有了很大的发展,但是,作为师专教学三大基本建设之一的师专教材建设,却始终没有得到很好的解决。近几年来,有的地区和学校为了改变这种状况,也零星地编写了一些师专教材,可是,不成套,有的学科甚至编写了几种,质量参差不齐。虽对师专无教材的局面有了部分改变,但终因没有一套全国统一的、高质量的教材而影响了师专的教学质量。

为了进一步发挥师专的办学效益,彻底改变师专没有适合自己特色教材的局面,国家教委师范司在1987年制订了《二年制师范专科学校八个专业教学计划》;继之又约请了全国有教学经验的专家、教授编写了这八个专业的《教学大纲》;1988年7月在长春又召开了全国二年制师专教材编写出版规划会议,会上研究制订了《1988~1990年二年制师专八个专业教材编写出版规划》。八个专业是:中文、历史、政治教育、数学、物理、化学、生物和地理。

在国家教委师范司的统一部署、各省市自治区教委、高教局的大力帮助和出版社的积极组织下,这套教材聘请了一些长期从事师专教学工作,具有丰富的教学实践经验和较高学术水平的教授或副教授担任各科主编。各科教材由学术造诣比较深、熟悉师专教学情况的专家负责主审。各位主编根据国家教委师范司拟定的《关于编写二年制师专教材的指导思想和基本原则》及各科《教学大纲》的精神,组织编者收集资料,综合研究,争取编出一套具有师专自身特色的教材,以适应师专教育的迫切需要。

现在,在各方面的大力支持下,经过主编、主审和各位编写人员的努力和辛勤劳动,这套教材将陆续面世。我们热忱地欢迎师

专的广大师生使用它,并在使用过程中,多提宝贵意见,使之不断完善,不断提高,以保持与当代科学和师专教育实践的同步发展。

1990年8月

编 者 的 话

二年制师范专科学校化学专业《无机化学实验》是根据 1989 年国家教委印发的“无机化学实验教学大纲”要求编写的,并与已出版的《无机化学》配套。作为“规划教材”供全国师范专科学校化学专业使用。

本教材在编写过程中,注意了以下几个问题:

1. 与二年制师专化学专业《无机化学》教材密切配合与衔接,以便于课堂理论教学与实验密切结合,有利于学生对知识的掌握。
2. 根据实际可能,尽量安排了一些由学生自行设计方法、步骤的实验内容,避免把所有的实验方法、步骤都写得同样的过细过繁,使学生在实验中处于“照方抓药”的被动境地。
3. 除开始的几个实验外,不列出实验所用仪器与药品,接着的若干个实验,只列出几个思考题,要求学生通过预习,自己写出实验的目的、原理,以及实验仪器、药品。这样做可能更有利于调动学生的学习主动性,克服实验报告照抄讲义的现象。
4. 有关实验基本操作技术,如滴定、过滤、称量等,采用分散编写到有关实验中的做法,不再集中编写。这种做法可能会使基本操作技术与具体的实验内容结合得更紧密一些,便于学生在实验前预习。有关仪器如 pH 计、电导率仪的使用方法等,一般列在实验后面的“附”中。
5. 有些实验中列入了一些标有 * 号的内容,供各校及同学根据具体情况选做。
6. 在每一种类型的第一个实验后面,附有一个“实验报告撰写示例”,供同学撰写实验报告时参考之用。

本教材共分为七部分:

1. 化学实验基本操作技术(实验一~实验六);
2. 验证基本理论的实验(实验七~实验十一);
3. 无机化合物的制备与提纯(实验十二~实验十三);
4. 元素、化合物的性质(实验十四~实验二十八);
5. 选做实验(实验二十九~实验三十三);
6. 设计实验(实验三十四、实验三十五);
7. 附录(附录1~附录12)。

各部分内容相互间有联系,又相互渗透。

本教材编写人员如下:河北张家口师专王寿甫(导言、实验一~实验五、实验三十),内蒙包头教育学院郭子义(实验六~实验八、实验十),山西晋东南师专张承安(实验九、实验十一~实验二十一),河北张家口师专郝芬珊(实验二十二~实验二十八、实验三十一、实验三十二),山西晋东南师专邹京(实验二十九、实验三十三~实验三十五)。最后由邹京(主编)、郭子义(副主编)统一修改定稿,由北京大学严宣申教授负责审稿。

在编写过程中,承蒙编者所在校系领导和同志们给予支持;本书责任编辑刘秀兰同志为教材的出版付出了辛勤劳动,特在此一并表示谢意。

自接受编写任务之时起,我们深感自己水平有限,恐难把教材编得大家满意,缺点、错误在所难免。希望使用本书的老师和同学们给予批评指正。

编 者

1990.7.22

目 录

实验导言	1
第一部分 化学实验基本操作技术	11
实验一 仪器的认领、洗涤和干燥.....	11
实验二 玻璃细工和塞子钻孔.....	21
实验三 分析天平的使用.....	30
实验四 置换法测定金属镁的摩尔质量.....	42
实验五 二氧化碳相对分子质量的测定(气体密度法).....	51
实验六 溶液的配制.....	56
第二部分 验证基本理论的实验	64
实验七 酸碱滴定.....	64
实验八 化学反应速率.....	71
实验九 醋酸电离常数的测定.....	79
实验十 电离平衡和沉淀反应.....	85
实验十一 氧化还原反应、电化学.....	92
第三部分 无机化合物的制备与提纯	96
实验十二 硫酸亚铁铵的制备.....	96
实验十三 硝酸钾的制备与提纯.....	104
第四部分 元素、化合物的性质	107
实验十四 氧气和氢气.....	107
实验十五 卤化氢.....	111
实验十六 卤素及其含氧酸盐.....	115
实验十七 过氧化氢、硫及硫化物.....	120
实验十八 硫的含氧化合物.....	125
实验十九 氮的化合物.....	129

实验二十	磷及其化合物	133
实验二十一	砷、锑、铋	137
实验二十二	碳、硅、硼	141
实验二十三	铝、锡、铅	147
实验二十四	碱金属和碱土金属	154
实验二十五	配合物的生成和性质	159
实验二十六	铜、锌、银、镉、汞	163
实验二十七	铬、锰	168
实验二十八	铁、钴、镍	173
第五部分	选做实验	177
实验二十九	阿伏加德罗常数的测定	177
实验三十	物质的性质与分子结构、晶体结构	180
实验三十一	大晶体的培养	186
实验三十二	去离子水的制备	190
实验三十三	银-乙二胺配离子配位数的测定	196
第六部分	设计实验	199
实验三十四	与中学教学有关的实验	199
I.	由粗食盐提纯制备高纯度氯化钠	199
II.	不同氮肥与磷肥的鉴定	202
实验三十五	综合性制备实验	204
I.	从含银废液与废料中回收银	204
II.	由碳铵与食盐制备纯碱并回收氯化铵	205
第七部分	附录	208
附录 1	国际单位制的基本单位	208
附录 2	某些国际单位制中具有专门名称的导出单位	208
附录 3	国家选定的某些非国际单位制单位	209
附录 4	52℃ 以下水的饱和蒸气压(Pa)	209
附录 5	标准电极电势	211

附录 6 若干无机化合物在水中溶解度 212

附录 7 溶度积常数 216

附录 8 气体在水中的溶解度 218

附录 9 某些离子和化合物的颜色 218

附录 10 我国化学试剂的等级 221

附录 11 常用酸碱溶液的浓度 221

附录 12 若干试剂的配制 221

主要参考书..... 227

实验导言

一、无机化学实验的研究对象和目的

物质的组成、结构与性质的测定,化学反应的机理与规律的探索,元素及其化合物的分解与合成,化学工艺流程的改进与更新等,都离不开化学实验。化学理论也是通过对大量实验事实的总结归纳而得来的。同时,化学理论又被若干新的实验所检验和修正。因此,化学是一门实验科学。

无机化学实验是师范专科学校化学专业独立开设的第一门实验课。它的研究对象是,应用实验的手段研究无机化学中的重要理论、典型元素及其化合物的性质变化。它和无机化学课程既有密切的联系,又有自己独立的方法和系统。

无机化学实验的主要目的是:

(1) 应用实验的方法,掌握常见元素及其化合物的组成、结构、性质、制备和应用等方面的基础知识,验证和阐明无机化学的基本反应规律及基本理论。

(2) 通过实验,使学生掌握化学实验的基本操作方法、基本技能和技巧;培养学生正确观察、记录和分析实验现象,合理处理数据,绘制仪器装置简图,撰写实验报告,查阅文献资料,设计简单实验,以及处理实验中一般事故等方面的能力。

(3) 培养学生严谨的科学态度、辩证唯物主义的观点以及应用实验来研究和解决实际问题的能力;为学习其它后继课程,进行科学实验,以及毕业后圆满完成初中化学的教学任务奠定基础。

二、无机化学实验课的学习方法

化学实验课是实施全面的化学教育和进行研究性学习的最有

效形式。认真做好化学实验,掌握实验的基本技能和技巧,对于师范专科学校化学专业的学生来说是十分重要的。

化学实验课进行的步骤一般是,首先明确实验的目的和要求,然后根据实验的目的和要求拟定实验方案,选择一定精度的仪器及方法进行测定或试验,并对实验数据与现象进行分析总结,找出化学反应的规律或结论,最后写出实验报告。

为了学好无机化学实验课,必须认真做好以下环节:

1. 预习

预习是做好实验的前提和保证。实验前,每个学生必须做到以下几点:

(1) 认真阅读实验教材、有关教科书和参考资料,或观看有关实验操作的录象;

(2) 明确实验目的,掌握实验原理、内容、仪器的使用方法和实验注意事项等;

(3) 简明扼要地写出预习报告。

2. 实验

在预习的基础上要做到:

(1) 严格按照实验步骤、试剂用量和仪器的使用方法独立地进行实验,每一个操作步骤都要一丝不苟;

(2) 仔细观察实验现象,认真测定实验数据,及时进行记录,准确做出结论;如果发现实验现象和实验数据与理论不符,要深入分析原因,从中得出有益的结论或采取相应的补救措施。

(3) 重要的基本操作要反复练习,直至熟练掌握为止。

3. 实验报告

撰写实验报告是整个实验的重要环节之一,必须认真完成。实验报告的内容一般包括实验名称、实验目的、基本原理、仪器(型号)和试剂(级别与浓度)、实验步骤(以上均在预习时完成)、实验现象和测定数据、实验日期(以上在实验中完成)、结论和问题讨论

(实验后完成)等。实验不同,实验报告的内容可酌情增删或有所侧重。要注意,实验现象和测定数据(亦即原始记录)必须用蓝黑墨水写在实验记录本上或实验报告上,不准写在小纸片上和随意涂改。在实验过程中,若发现数据测错、读错或算错需要改动时,可用一条横线将原数据划掉(这样仍能读出原数据),在其上方写出正确的数字。在问题讨论中,可针对本实验成败关键、产生误差的原因、经验与教训等提出自己的见解与体会。实验报告要书写工整,简明扼要。

三、无机化学实验守则

1. 实验前一定要做好预习,明确实验目的,掌握实验内容,了解实验注意事项,写出预习报告。否则不准进行实验。

2. 实验时要保持肃静,认真操作,细致观察,深入思考。不准做与实验无关的事情。

3. 虚心听取教师指导,严格遵守实验室安全守则。

4. 保持实验室和实验台整洁。仪器和药品要放在固定位置,要遵守试剂取用规则,不准将公用药品取走或挪动位置。

5. 要爱护国家财产,爱护仪器设备,节约水、电、酒精、煤气及其它药品。对于大多数试管反应,液体试剂取 $2\sim 3\text{mL}$,固体试剂取绿豆粒大小即可。

使用精密仪器时,要预先熟悉其性能和使用方法。发生故障时应立即停止使用,及时报告指导教师予以排除。损坏仪器必须进行登记。

6. 实验完毕,先将实验记录及处理结果送指导教师审阅签字,而后把仪器洗净存放,检查水、电源和煤气开关是否关好,经许可后方可离开实验室。

不准将实验仪器、药品及其它用品随便带出实验室。如果确有需要,必须办理借用手续。

四、实验室安全守则和意外事故的处理

1. 实验室安全守则

(1) 使用浓酸、浓碱及其它具有强烈腐蚀作用的液体时,例如浓硫酸、浓硝酸、火碱、洗液、液溴和氢氟酸等,要格外小心。在稀释浓硫酸时,应将浓硫酸缓缓倒入水中并不断搅拌,决不能把水倒入浓硫酸中。

(2) 易燃试剂,特别是挥发性易燃试剂,例如酒精、乙醚、丙酮、汽油和苯等,要远离火源和避免用明火加热。点燃氢气等可燃性气体之前要检验其纯度,决不可在未检验其纯度前直接在制备装置或贮气瓶气体导出管口点火,否则可能引起爆炸。

(3) 有毒或有刺激性气体的操作要在通风橱内进行。闻气体气味时,应轻轻将少量气体扇向鼻孔,不能直接俯向瓶口或管口去嗅。

(4) 失去标签或不熟悉其性能的药品不要任意混合,以免引起爆炸或产生有毒物质。强氧化剂(例如氯酸钾)和可燃性物质(例如红磷、木炭和硫粉等)混合,经撞击、研磨或受热极易引起爆炸,操作要特别小心。

(5) 加热或蒸发液体时要戴上防护眼镜。用试管加热液体时,不要将管口对着人。用蒸发皿蒸发液体时,要不停地搅拌,不要俯视被加热的液体,以免液体溅出烫伤。

(6) 对于有毒废液,例如含汞、铅、砷、氰、铬、钡等的废液,不要倒入水槽或下水道,应倒入专备的废液缸内统一处理,以免造成对环境的污染。

(7) 水、电、煤气等用毕后必须关好开关。不能用湿手或湿物接触电源。

(8) 不准将餐具和食物带入实验室,严禁在实验室饮食、吸烟。实验完毕要把手洗净。

(9) 切实保管好易氧化、易分解、易燃、易爆、剧毒的化学试剂。

2. 实验室意外事故的处理

(1) 起火 发现起火后,应立即针对起火原因选用合适方法灭火。一般的小火用湿布、石棉布或砂子覆盖燃烧物即可灭火。火势大时需用灭火器,实验室常用干粉灭火器(内装 CO_2 、 NaHCO_3 、润滑剂和防潮剂),适用于扑灭电器设备、油类、可燃气体、精密仪器、文件记录和遇水燃烧的初起火灾。在灭火的同时,还要切断电源,关闭煤气,移走易燃、易爆物品,以防火势蔓延。实验人员衣服着火时,切勿惊慌乱跑,应赶快脱下衣服,或用石棉布覆盖着火处。

(2) 触电 首先切断电源,必要时进行人工呼吸。

(3) 割伤 挑出伤口中的异物,用脱脂棉蘸医用酒精清洗消毒,涂撒消炎粉后进行包扎。伤口不能用水冲洗,也不能用未经消毒的纸、布揩擦。

(4) 烫伤 烫伤后切勿用冷水冲洗。当伤处皮肤未破时,可用小苏打水溶液或稀氨水、肥皂水或稀高锰酸钾溶液冲洗。亦可涂苦味酸溶液或烫伤膏。若伤处皮肤已破,可涂些紫药水或浓高锰酸钾溶液。

(5) 强酸(或强碱)腐蚀 若强酸(或强碱)溅到皮肤上或眼内,应立即用大量水冲洗,而后用饱和小苏打水溶液(或硼酸溶液)冲洗,最后再用水冲洗。

(6) 溴、磷灼伤 被溴灼伤后先用水冲洗,再用 25% 的氨水、松节油、96% 的酒精按体积比 1:1:10 配成的混合液擦洗。

被磷灼伤,先用 2% 的硫酸铜溶液冲洗,洗去磷屑,再用经 2% 硫酸铜溶液润湿的纱布覆盖。

(7) 吸入刺激性或有毒气体 吸入大量氯气或氯化氢气体时,可吸入少量酒精与乙醚的混合蒸气解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时,立即打开门窗并到室外呼吸新鲜空气。要注

意,因吸入氯、溴气体而中毒时,不可进行人工呼吸;一氧化碳中毒不可自行使用人们常说的兴奋剂(必要时可由医务人员使用某种呼吸中枢兴奋药)。

(8) 汞洒落 汞具有挥发性,汞蒸气被吸入人体内可引起积累性中毒。所以,当汞洒落时要仔细地收集,并在洒落处撒一些硫粉,使残余的汞与硫粉反应,生成不挥发的硫化汞。

(9) 误食毒物 把 5~10mL 稀硫酸铜溶液加入一杯温水中,内服。然后用手指伸入咽喉部促使中毒者呕吐,以排出毒物。

以上凡受伤或中毒较重者,都应立即送医院进行救治。

五、无机化学实验室常用仪器和设备

1. 常用仪器

见图 0-1。

2. 主要设备(按 15 人一小班计)

(1) 煤气灯或酒精喷灯	16
(2) 台秤	16
(3) 电光分析天平(或阻尼分析天平)	8~16
(4) 气压计	1
(5) 比重计	4
(6) 秒表	8
(7) 铜(或铝)质水浴锅	16
(8) 恒温水浴	4
(9) 铁坩埚	16
(10) 直流稳压电源(低压 10~12V)	4
(11) 滑动电阻(2000Ω)	4
(12) 电导率仪	4
(13) 酸度计	8
(14) 真空泵	2