

无机化学实验

陕西师范大学等编



陕西师范大学出版社

高等学校试用教材

无机化学实验

陕西师范大学 西北师范学院 青海师范大学
宁夏大学 新疆师范大学 汉中师范学院 编

陕西师范大学出版社

高等学校试用教材

无机化学实验

陕西师范大学 西北师范学院 青海师范大学
宁夏大学 新疆师范大学 汉中师范学院 编

陕西师范大学出版社出版

(西安市陕西师大120信箱)

陕西省新华书店经销 陕西省蓝田县印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张13 插页 1 字数274千

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数: 1-4000

ISBN7-5613-0102-2

G·107 定价: 2.60元

前 言

按照全国高等师范院校化学系无机化学教学大纲对无机化学实验的规定和要求，并适应当前为改革实验教学，进一步提高实验课教学的质量，不少院校将无机化学实验单独设课迫切需要，我们六院校的化系组织人力编写了这本《无机化学实验》试用教材。

为了充分体现高师的特点和教学要求，该教材在编写中，就以下几个方面做了一些改进和革新：

1. 根据无机化学实验课教学的目的和要求，系统地、科学地安排实验内容。教材内容包括专题讲授和具体实验两大部分。将必须掌握的基本操作和实验知识，列为9个专题，有计划地分散到适当的地方进行讲授。每一讲之后，都安排了具体实验进行实践和巩固。这样既有较系统的理论叙述，又有实际操作训练，有利于按计划循序渐进地培养学生的实验技能，并使他们获得较为全面的无机化学实验知识。

2. 适当减少试管反应的内容，增加了一定数量的定量测试实验和制备、合成实验内容以加强对学生的综合操作技能的训练及独立解决实际问题能力的培养。

3. 元素化学的实验内容，注重选择元素及其化合物的典型性质和反应的实验，突出个性，同时注意分析、归纳，概括出共性。这样有利于和课堂教学紧密合作，避免不必要的重复。

4. 为适应高等师范院校培养目标的要求 加强与中学

化学教学的衔接，安排了一些难度较大的演示性的合成实验。

总的来看，本书内容比较广泛和全面。全书共编入了9个专题和44个实验。其中无机化学实验的基本操作和知识、理论验证、元素及其化合物的性质、制备等方面的实验内容都有一定的比例。并且实验内容在定量化和难度上都有一定的加强和提高。

使用本教材应根据各校的实际情况，具体选择和安排实验内容。但应注意使基本操作、理论验证、元素性质和制备实验等方面的内容以及讲授与实验保持适当的比例。

本教材由陕西师范大学化学系主编。参加编写的学校和人员有陕西师范大学钱博、赵志顺、尹占兰、张进胜、史俊孝，西北师范学院芦爱茹、蒲生森，青海师范大学陈允震、莫志静，宁夏大学戴银凤，新疆师范大学孟淑祥，汉中师范学院陈震寰。最后由张进胜、钱博、赵志顺负责修改和定稿。

书中插图由何智荣同志绘制。

由于编写时间仓促，加之我们的水平有限，错误之处可能不少，诚恳期望各兄弟院校的老师 and 同学们在使用过程中提出批评和指正。

编 者

一九八八年四月

目 录

绪论	(1)
一、无机化学实验课的目的和任务	(1)
二、无机化学实验课的学习方法和要求	(2)
三、实验室工作规则	(3)
四、无机化学实验室安全守则	(4)
第一讲 常用仪器的名称、规格和性能	(9)
一、玻璃仪器	(9)
二、瓷器皿及其他	(24)
实验1 仪器的认领和洗涤	(24)
实验2 玻璃加工和洗瓶的装配	(25)
第二讲 天平和实验数据处理	(38)
一、天平	(38)
二、实验数据处理	(45)
实验3 台秤和分析天平的使用	(51)
实验4 镁的原子量的测定	(56)
第三讲 气体的发生、干燥、净化和分离	(59)
一、气体的发生	(59)
二、气体的净化和干燥	(63)
三、气体的收集	(66)
四、气体的分离	(67)
实验5 二氧化碳分子量的测定	(69)
实验6 氧的摩尔体积的测定	(72)

第四讲 化学试剂	(75)
一、化学试剂的分类.....	(75)
二、化学试剂纯度的等级标准.....	(75)
三、化学试剂的包装规格.....	(80)
四、化学试剂的贮藏.....	(81)
五、危险化学试剂的性质和保存.....	(82)
六、化学试剂的取用.....	(85)
实验7 溶液的配制	(89)
第五讲 容量器皿及其使用方法	(94)
一、量筒及其使用.....	(94)
二、移液管(吸量管)及其使用.....	(94)
三、容量瓶及其使用.....	(96)
四、滴定管及其使用.....	(97)
五、容量器皿的校准简介.....	(100)
实验8 酸碱滴定	(103)
第六讲 加热、冷却和温度的测量	(107)
一、加热.....	(107)
二、冷却.....	(113)
三、水银温度计的使用和校准.....	(114)
实验9 中和热的测定	(119)
实验10 化学反应速度与活化能	(125)
实验11 $I_2 \rightleftharpoons I_2 + I^-$ 体系平衡常数的测定	(131)
实验12 pH值的测定和应用	(135)
实验13 沉淀平衡和溶度积常数的测定	(145)
第七讲 物质的分离和提纯	(151)
一、沉淀法.....	(151)

二、结晶法.....	(153)
三、过滤和洗涤.....	(155)
四、离子交换法.....	(159)
五、溶剂萃取法.....	(161)
六、蒸馏法.....	(164)
七、升华法.....	(165)
实验14 硝酸钾的溶解度的测定及其提纯.....	(165)
实验15 去离子水的制取和水质检验.....	(169)
实验16 原子光谱、阴极射线.....	(172)
实验17 氧化还原反应和电化学.....	(177)
实验18 法拉第常数的测定.....	(185)
实验19 配合物的生成和性质.....	(190)
实验20 磺基水杨酸铁(Ⅲ)配合物的组成和稳定常数 的测定.....	(196)
实验21 金属螯合物的溶剂萃取.....	(205)
实验22 硫酸四氨合铜与三氯化六氨合钴(Ⅱ) 的制备.....	(209)
实验23 卤素.....	(214)
实验24 卤化氢的制备和性质.....	(222)
实验25 过氧化氢、硫化氢.....	(227)
实验26 硫的含氧化合物.....	(232)
实验27 接触法制硫酸.....	(237)
实验28 合成氨.....	(241)
实验29 氮和磷.....	(245)
实验30 砷、锑、铋及其化合物.....	(251)
实验31 硅、锡、铅及其化合物.....	(258)

实验32	硼和铝	(264)
实验33	碱金属和碱土金属	(270)
实验34	氨碱法制取碳酸钠	(276)
第八讲	主族元素小结	(280)
一、	单质	(280)
二、	氢化物	(288)
三、	氧化物及其水合物	(290)
四、	盐类	(292)
实验35	铜、银、锌、镉和汞	(303)
实验36	氯化亚铜的制备和性质	(310)
实验37	洗相	(313)
实验38	由废定影液回收银	(320)
实验39	钛、钒和铬	(324)
实验40	由铬铁矿制取重铬酸钾	(329)
实验41	高锰酸钾的制备和性质	(333)
实验42	铁、钴和镍	(337)
实验43	三氯化铁的制取和分析	(346)
实验44	化学镀银、镀铜	(348)
第九讲	过渡元素小结	(353)
一、	原子半径	(354)
二、	元素的氧化态	(355)
三、	d电子能量	(357)
四、	d轨道的稳定性	(359)
五、	d电子总数	(360)
六、	d单电子数	(366)

附录

附录1 国际原子量表.....	(370)
附录2 不同温度下水的饱和蒸气压.....	(372)
附录3 常用酸、碱的浓度.....	(374)
附录4 溶解度表.....	(插页)
附录5 溶度积常数.....	(375)
附录6 一些酸和碱在水溶液中的电离常数.....	(379)
附录7 某些配离子的不稳定常数.....	(383)
附录8 标准电极电势.....	(389)

绪 论

化学是一门以实验为基础的科学。化学实验在化学科学的形成与发展过程中，起着十分重要的作用。化学元素及其单质和化合物的发现以及对它们的性质、用途的认识与研究，无数新物质、新材料的合成，等等，无一不是通过实验来实现和完成的。许多重大的化学理论、定律的提出、验证，发展和完善，也都是以实验事实为基础的。因此，作为一名将来从事化学工作的学生来讲，在学习理论知识的同时，应该高度重视实践性环节，认真学习和掌握实验知识和技能，使自己成为一名合格的化学工作者。

无机化学实验课是化学系学生所接触的第一门基础实验课程。它在整个无机化学以及后继化学课程的学习中，都占有十分重要的地位。

一、无机化学实验课的目的和任务

无机化学实验课的任务，概括地讲就是：学习知识，训练技能，培养能力。其目的在于：

1. 通过实验，训练无机化学的各种基本操作，使学生正确地掌握化学实验的基本操作与技能技巧。
2. 通过实验和观察，获得有关物质变化的生动的感性知识，以进一步了解和熟悉元素的单质及化合物的重要性质和反应；掌握无机化合物的一般分离和制备的方法，并且加

深对所学基本理论和基础知识的理解和掌握。

3. 通过学生亲自动手，培养其独立工作能力和科学的思维方法。例如，独立准备和进行实验的能力；观察和记录实验现象，正确分析和处理实验结果及数据的能力；独立设计实验及应用实验方法处理具体问题的能力。

4. 通过实验，还应培养学生具有实事求是的科学态度，养成细心、准确、整洁、节约等良好的习惯，逐步掌握进行科学研究的方法，并具有较好的素质。

二、无机化学实验课的学习方法和要求

要学好实验课，必须有正确的学习态度和学习方法。无机化学实验课的学习大致可分为以下三个步骤：

(一) 预习

为了使实验能够获得好的效果，在做实验之前必须进行预习。预习应达到下列要求：

1. 阅读实验教材中的有关内容，明确实验的目的。
2. 了解实验的原理、内容、操作步骤和条件以及实验时应该注意的地方。

3. 在预习的基础上，写好预习笔记，并认真思考和回答教材中所提出的问题，做到真正弄懂和理解所作实验的内容。

(二) 实验

学生要在充分做好预习，掌握了实验内容之后，方可进行实验。在实验中，应严格按照教材上所规定的方法、步骤

和试剂用量进行操作，并要求做到以下几点：

1. 集中注意力，认真操作，细心观察，深入思考，并及时地将观察到的现象和得到的结果、数据，如实地详细记录下来。

2. 如果发现实验现象与理论不符合，应认真分析和检查其原因，并细心重做实验和验证，以从中得到正确的结论。

3. 在实验全过程中，应独立思考，力争自己解决问题。当遇到疑难问题，自己难以解释时，可请教师解答。

4. 严格遵守实验室工作规则。实验过程中做到轻（动作轻、讲话轻）细（细心观察，细致操作）、准（试剂用量准，操作规范化，结果及其记录准确）、洁（使用的仪器清洁，实验中桌面整洁，实验结束实验室打扫清洁）。以便逐步养成科学的态度和良好的习惯。

（三） 写出实验报告

写实验报告是训练学生分析、综合能力及用语言表达实验的能力的重要步骤。因此，做完实验后，应解释实验现象并作出结论，或根据实验数据进行计算和处理，独立完成实验报告，按时交指导教师审阅。

书写实验报告应字迹端正，简明扼要，正确清晰。

三、实验室工作规则

1. 遵守纪律，保持肃静，不得迟到早退，不准高声喧哗，到处乱走。

2. 实验前, 要做好预习和实验准备工作, 检查所需药品、仪器是否齐全、完好。

3. 实验中要集中思想, 认真操作, 仔细观察现象, 详细作好记录。

4. 爱护国家财物, 小心使用仪器和实验设备, 注意节约水、电和药品; 使用精密仪器时, 必须严格按照操作规程进行操作, 避免因粗枝大叶违章操作而损坏仪器。如发现仪器有故障, 应立即停止使用, 报告指导教师, 及时排除。

5. 每人应取用自己的仪器, 不得动用和乱拿他人的仪器。公用仪器和临时供使用的仪器用毕应洗净送回原处, 如有损坏, 必须自觉地登记补领。

6. 实验台上的仪器应放置整齐, 并经常保持台面清洁。

7. 称取药品时应小心, 勿撒落或搞错。取用后, 要及时盖好瓶盖, 放回原处, 不得擅自拿走, 影响他人做实验。仪器和药品, 严禁私自带出实验室。

8. 实验完毕, 应将所用仪器洗净放回柜内。并检查水和煤气开关是否关好, 电闸是否开启。

9. 认真做好值勤工作, 打扫和整理实验室。垃圾和废液应分别倒入垃圾箱和废液池, 切勿倒入水池, 以防堵塞或锈蚀下水管道。

10. 发生意外事故(如烧伤、烫伤等), 应保持镇静, 立即报告教师, 及时进行处理和治疗。

四、无机化学实验室安全守则

化学药品中, 有很多是易燃、易爆、有腐蚀性和有毒性

的。同时，在做实验中，还要经常使用水、电、火和各种玻璃仪器。因此，要求每个学生，必须重视安全问题，遵守安全守则，以保证实验的顺利进行。

在每次实验前，应了解所用仪器的性能及药品的性质以及本实验中的安全注意事项。在实验中，应严格按照操作规程和要求，仔细认真地进行操作，避免意外事故的发生。若由于各种原因而发生事故，应有秩序地进行处理。

(一) 实验室安全守则

1. 水、电、煤气一经用毕，应立即关闭。
2. 严禁在实验室内饮食、吸烟，或把食具带入实验室。每次实验结束后，必须洗净双手。
3. 绝对不允许任意混和各种化学药品，也不准将药品带出室外，以免发生意外事故。
4. 倾注药品或加热液体时，不要俯视容器，以防溅出，也不准将正在加热的容器口对准自己和他人。凡做使用电炉、煤气灯（或酒精灯）加热的实验时，不得中途离开实验室，而无人看管。
5. 实验完毕后，应认真检查水龙头、煤气开关是否关严，电闸是否开启，仪器、药品瓶是否放好和盖好，检查合格后，才可离开实验室。

• (二) 易燃、易爆、有腐蚀性和毒性的药品的使用规则和要求

1. 不纯的氢气遇火易爆炸，使用时必须远离明火。在点燃氢气前，必须检查其纯度。
2. 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿使其洒在皮肤或衣

服上。使用时应注意，不要溅在面部。

3. 强氧化剂（如氯酸钾、硝酸钾、高锰酸钾）及其某些混和物（如氯酸钾与红磷的混和物）易发生爆炸。使用时，不能研磨，否则将发生事故。

4. 活泼金属钾、钠等在空气中易燃烧，也不可与水接触，应保存在煤油中，并在煤油中进行切割，用镊子夹取。使用过的刀和镊子要拭净，并将擦拭过的废纸当即烧掉，切不可乱扔。

5. 白磷有毒且在空气中易自燃，应保存在水中。取用它时，要用镊子，切不可灼伤皮肤。

6. 一些有机化合物（如乙醚、乙醇、丙酮等）极易燃，使用时，一定要远离明火，且室内通风要好。用后应立即盖紧瓶塞，并放在阴凉的地方。

7. 下列实验应在通风橱内进行：

(1) 制备或能产生有刺激性的、恶臭和有毒的气体（如硫化氢、氯气、一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、溴等）时；

(2) 加热或蒸发盐酸、硝酸、硫酸时；

(3) 进行能产生氟化氢、氰化氢的反应时。

8. 一些毒性大的药品（如汞的化合物、砷的化合物、钡盐、铅盐、特别是氰化物）严禁进入口内或接触伤口。剩余的溶液及废液，决不可随便倒入水池。

9. 汞易挥发，并可通过呼吸进入人体内。它在人体内逐渐积累，会引起慢性中毒。因此，在做使用汞的实验时，应特别小心取用，不要把它洒落在桌上或地上。若不慎一旦洒落，必须把它尽可能地收集起来，并用硫黄粉盖在洒落的

地方，使汞转变为不挥发的硫化汞。

12. 银氨溶液久置后易发生爆炸。因此，用后不要将其保存起来，应倾入水池中。

13. 实验的废液应倒入废液桶内，待实验结束后，由值日生倒入废液池内。

(三) 实验室事故的处理

1. 酸腐蚀致伤 先用水冲洗，再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水洗，最后用水再冲洗。

2. 碱腐蚀致伤 先用水冲洗，再用2%醋酸溶液或硼酸溶液洗，最后用水冲洗。酸或碱溅入眼中时，先用水洗，然后用硼酸溶液再洗。

3. 溴腐蚀致 伤用苯或甘油洗，然后用水洗。

4. 受磷灼伤 可用1%的硝酸银、1%硫酸铜和浓的高锰酸钾溶液洗伤处，然后进行包扎。

5. 吸入刺激性或有毒性的气体 若吸入氯、氯化氢气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混和蒸气使之解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时，立即到室外呼吸新鲜空气。但应注意，一氧化碳中毒不可用兴奋剂。

6. 毒物进入口中 取5~10毫升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，然后送医院治疗。

7. 烫伤 伤处皮肤未破时，可用饱和碳酸氢钠溶液或其粉调成的糊涂敷伤处，也可抹烫伤膏。若伤处皮肤已破，可涂紫药水或10%高锰酸钾溶液。

8. 起火 起火后，应立即一面灭火，一面移开易燃药