

高等学校实验实训规划教材

大学化学实验教程

余彩莉 刘 峥 主编



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

高等学校实验实训规划教材

大学化学实验教程

余彩莉 刘 峥 主编

北 京

冶金工业出版社

2009

内 容 简 介

本书为高等学校实验实训规划教材。全书共分三部分, 48 个实验: 第一部分为化学实验基础知识, 主要介绍化学实验的基本知识和基本操作技术。第二部分为实验, 包括化合物的物理、化学常数的测定; 基本原理的验证; 元素、化合物性质及离子的分离鉴定; 化合物制备、提纯、分析检测; 综合应用和设计性实验; 仿真实验等。第三部分为附录, 包括常用仪器介绍、常用数据表、常用指示剂的配制和常见离子的鉴定方法。

本书既可作为工科院校无机化学、普通化学的实验教科书, 也可作为其他院校同类课程的实验教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

大学化学实验教程/余彩莉, 刘峥主编. —北京:
冶金工业出版社, 2009. 3

高等学校实验实训规划教材

ISBN 978-7-5024-4773-1

I. 大… II. ①余… ②刘… III. 化学实验—高等学校—教材 IV. 06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 035803 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 王之光 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4773-1

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2009 年 3 月第 1 版, 2009 年 3 月第 1 次印刷

148mm×210mm; 9 印张; 266 千字; 278 页; 1-3000 册

22.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010) 65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

化学实验教学在大学化学教学方面起着课堂讲授不可代替的特殊作用，它能加深学生对化学基本概念和基本理论的理解，更重要的是能培养学生动手、观察、思维和表达等方面的能力以及培养学生掌握基本的操作技能、实验技术、分析问题与解决问题的能力，养成严谨的实事求是的科学态度，树立勇于开拓的创新意识，同时也为学习其他化学学科奠定良好的基础。

本教材为高等学校实验实训规划教材。在实验内容的选择上，在保证学生掌握一定的化学实验基本技能、基本方法的基础上，减少了验证性实验，增加了制备、提纯、测试性实验以及综合性、设计性实验。适当加入了同一实验项目不同实验方法的实验，加入了微型实验和仿真实验，部分实验还结合了教师的科研成果。

本教材共包括三部分：第一部分为化学实验基础知识，主要介绍化学实验的基本知识和基本操作技术。第二部分为实验部分，共48个实验，包括化合物的物理、化学常数的测定；基本原理的验证；元素、化合物性质及离子的分离鉴定；化合物制备、提纯、分析检测；综合应用和设计性实验；仿真实验等，着重于基本技能训练及综合思维和创新能力的培养。第三部分为附录，包括常用仪器介绍、常用数据表、常用指示剂的配制和常见离子的鉴定方法。

参加本教材编写的有余彩莉（第4章中的实验2~实验4、第6章），刘峥（第4章中的实验5~实验7，第5章），钟福新（第

3 章), 魏小平 (第 1 章、第 2 章、附录), 蒋锡福 (第 4 章中的实验 1、第 7 章); 由余彩莉、刘峥担任主编。

本教材由桂林工学院教材建设基金资助出版。在编写过程中, 参阅了一些院校已出版的教材, 并吸取了一些内容, 对此表示感谢。

由于作者水平所限, 书中有不妥之处, 恳请使用本教材的老师和同学批评指正。

编 者
2008 年 9 月

目 录

绪 论	1
一、化学实验的意义	1
二、化学实验的目的	1
三、化学实验的学习方法	1
四、实验报告格式示例	2

第一部分 化学实验基础知识

第1章 化学实验室基本知识	5
一、实验室规则	5
二、实验安全知识	6
第2章 化学实验基本操作技术	12
一、常用仪器的洗涤与干燥	12
二、常用的加热器具及其使用方法	15
三、度量液体体积的仪器及其使用方法	23
四、试剂及取用方法	31
五、固体物质的溶解、蒸发、结晶与固液分离	34
六、称量	41
七、基本测量仪器的使用	49

第二部分 实 验

第3章 化学原理实验	67
实验1 化学反应热效应的测定	67
实验2 气体密度法测定二氧化碳的相对分子质量	70

实验 3	凝固点降低法测定萘的相对分子质量	73
实验 4	化学反应速率与活化能的测定	76
实验 5	化学平衡常数的测定	81
实验 6	醋酸解离度和解离常数的测定	85
实验 7	解离平衡	88
实验 8	沉淀溶解平衡	92
实验 9	分光光度法测定碘酸铜溶度积常数	95
实验 10	氧化还原反应	97
实验 11	原电池电动势和电极电势的测定	100
实验 12	银氨配离子配位数和稳定常数的测定	104
实验 13	配合物形成时性质的改变	107
实验 14	分光光度法测定 $\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ 、 $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ 和 (Cr-EDTA) ⁻ 的分裂能 $\Delta(10Dq)$	110
第 4 章 元素化学实验		114
实验 1	s 区元素实验	114
实验 2	硼、碳、硅	121
实验 3	氮、磷	125
实验 4	氧、硫	130
实验 5	铬、锰	135
实验 6	铁、钴、镍	140
实验 7	铜、银	146
第 5 章 化合物的制备和提纯实验		150
实验 1	固体释氧剂过氧化钙的制备和产品质量分析	150
实验 2	固体碱熔氧化法制备重铬酸钾的微型实验和 产品质量分析	152
实验 3	氯化铵的制备	155
实验 4	硫酸亚铁铵的制备	157
实验 5	三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及组成测定	161
实验 6	硫酸铝钾(明矾)的制备及其单晶的培养	164

实验 7 三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及配离子电荷测定	167
实验 8 微型实验法制备十二钨磷酸	170
实验 9 五水硫酸铜的制备及结晶水的测定	172
实验 10 硝酸钾的制备与提纯	174
实验 11 甲酸铜的制备	176
实验 12 氯化钠的提纯	178
实验 13 硫代硫酸钠的制备和纯度检验	180
第 6 章 综合应用和设计实验	183
实验 1 吉布斯自由能变与化学反应方向 (综合应用实验)	183
实验 2 电化学及其应用(综合应用实验)	184
实验 3 高岭土中杂质铁的除去与增白(综合应用实验)	189
实验 4 水的纯化及其纯度测定(综合应用实验)	193
实验 5 基本离子的鉴定(设计实验)	199
实验 6 卤素元素(设计实验)	200
实验 7 硫酸铜的提纯(设计实验)	202
实验 8 碱式碳酸铜的制备(设计实验)	203
实验 9 席夫碱及其过渡元素配合物的制备(设计实验)	204
实验 10 废干电池的综合应用(设计实验)	206
实验 11 印刷电路腐蚀废液回收铜和氯化亚铁(设计实验)	208
第 7 章 仿真实验	210
实验 1 阿伏加德罗常数的测定	210
实验 2 无水二氯化锡的制备	214
实验 3 配合物的生成和性质	216
第三部分 附 录	
附录 1 化学实验常用仪器介绍	221
附录 2 常见离子和化合物的颜色	230
附表 2-1 常见离子的颜色	230

附表 2-2 常见化合物的颜色	230
附录 3 常见离子的鉴定方法	231
附表 3-1 阳离子的鉴定方法	231
附表 3-2 阴离子的鉴定方法	244
附录 4 常用指示剂	250
附表 4-1 酸碱指示剂 (291 ~ 298K)	250
附表 4-2 混合酸碱指示剂	252
附表 4-3 氧化还原指示剂	253
附录 5 实验室中常用酸碱的浓度及其配制	253
附录 6 常用物理化学常数	255
附表 6-1 弱电解质的解离常数	255
附表 6-2 难溶化合物的溶度积常数	257
附表 6-3 常见配离子的稳定常数	261
附表 6-4 标准电极电势	263
附录 7 元素的相对原子质量和化合物的摩尔质量	272
附表 7-1 元素的相对原子质量	272
附表 7-2 化合物的摩尔质量	273
参考文献	277

绪 论

一、化学实验的意义

化学是在分子、原子（或离子）层次上研究物质的组成、结构、性质和变化规律的自然科学。而化学实验则是化学学科的基础和重要组成。化学实验是化学理论、化学规律和成果产生的基础，也是检验化学理论正确与否的唯一标准。

通过化学实验，不仅可以加深学生对化学基本概念与基本理论的理解，初步树立“量”的概念，更重要的是培养学生动手、观察、思维和表达等方面的能力，使学生掌握基本的操作技能、实验技术；培养学生分析问题与解决问题的能力；使学生养成严谨的实事求是的科学态度，树立勇于开拓的创新意识。

二、化学实验的目的

（1）通过实验教学，加强学生对课堂上所学的化学基本理论和反应的理解，增强学生运用所学理论解决实际问题的能力。

（2）使学生掌握化学实验的基本操作技术和技能，学会正确选择化合物的合成方法，分离提纯及分析鉴定的方法。

（3）培养学生实事求是的、严谨的科学态度，良好的科学素养及实验室工作习惯，培养学生初步具有独立进行实验工作的能力，为后续课程及研究工作和参加实际工作奠定良好的基础。

三、化学实验的学习方法

（1）预习：实验前必须进行充分的预习和准备，并写出预习报告，做到心中有数，这是做好实验的前提。

（2）操作：应按拟定的实验操作计划与方案进行。做到轻（动作轻、讲话轻），细（细心观察、细致操作），准（试剂用量准、结果及其记录准确），洁（使用的仪器清洁，实验桌面整洁，实验结束

把实验室打扫清洁)。在实验全过程中,应集中注意力,独立思考并解决问题。自己难以解释时可请老师解答。

(3) 写实验报告: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。

书写实验报告应字迹端正,简明扼要,整齐清洁。在实验报告的格式上,可根据不同的实验写出不同的格式。

四、实验报告格式示例

格式 1 化学常数测定实验报告

实验名称: _____ 日期: _____
班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____ 同组实验者: _____

(一) 实验目的

(1)

(2)

(二) 实验测定原理(简述)

(三) 数据记录和结果处理(以表格形式为佳)

(四) 问题讨论

(五) 实验小结

(六) 思考题

指导教师签名: _____

格式 2 化学性质实验报告

实验名称：_____ 日期：_____

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____ 同组实验者：_____

(一) 实验目的

(1)

(2)

(二) 实验内容、现象及解释

实验内容	实验现象	解释和反应方程式

(三) 问题讨论

(四) 实验小结

(五) 思考题

指导教师签名：_____

格式3 化合物制备实验报告

实验名称：_____ 日期：_____

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____ 同组实验者：_____

(一) 实验目的

(1)

(2)

(二) 实验基本原理 (简述)

(三) 实验装置

(四) 简单流程

(五) 实验过程主要现象

(六) 实验结果

产品外观 (包括级别):

产量 (包括理论产量和实际产量):

产率:

(七) 实验小结

(八) 思考题

指导教师签名: _____

第一部分 化学实验基础知识

第1章 化学实验室基本知识

化学实验室是开展实验教学的主要场所，化学实验教学不同于传统的讲授教学，学生是教学过程中的主体，教师要充分发挥主导作用。为了使學生尽快熟悉这种教学方式，规范教学秩序，必须制定相关的规章制度。

化学实验室涉及许多仪器、仪表、化学试剂甚至有毒药品，常常会用到一些易燃、易爆、有腐蚀性和有毒性的化学药品，所以必须十分重视安全问题，决不能麻痹大意。在实验前应充分了解每次实验中的安全问题和注意事项，保证教学人员的安全、实验室设备的完好。在实验过程中要集中精力，严格遵守操作规程和安全守则，这样，才能避免事故的发生。万一发生了事故，要立即紧急处理。

一、实验室规则

(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) 在实验过程中要集中精力，认真操作，仔细观察，积极思考，如实详细地做好记录。

(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；公用仪器和临时公用的仪器用毕应洗净，并立即送回原处。如有损坏，必须及时登记补领并且按照规定赔偿。

(5) 加强环境保护意识,采取积极措施,减少有毒气体和废液对大气、水、周围环境的污染。

(6) 剧毒药品必须有严格的管理、使用制度,领用时要登记,用完后要回收或销毁,并把落过毒物的桌子和地面擦净,洗净双手。

(7) 实验台上的仪器、药品应整齐地放在一定的位置上并保持台面的清洁。每人准备一个废品杯,实验中的废纸、火柴梗和碎玻璃等应随时放入废品杯中,待实验结束后,集中倒入垃圾箱。酸性溶液应倒入废液缸,切勿倒入水槽,以防腐蚀下水管道。碱性废液倒入水槽并用水冲洗。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 在使用煤气、天然气时要严防泄漏,火源要与其他物品保持一定的距离,用后要关闭煤气阀门。

(11) 实验后,应将所用仪器洗净并整齐地放回实验柜内。实验台和试剂架必须擦拭干净,最后关好水、电、煤气和门。实验柜内仪器应存放有序,清洁整齐。

(12) 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,电闸是否拉掉,以保持实验室的整洁和安全。教师检查合格后方可离去。

(13) 如果发生意外事故,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,及时救治。

二、实验安全知识

(一) 实验室安全守则

(1) 一切易燃、易爆物质的操作都要在远离火源的地方进行。金属钾、钠和白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, 用毕立即盖紧瓶塞。

(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) 有毒、有刺激性的气体的操作都要在通风橱内进行。当需要借助于嗅觉判别少量的气体时, 不要俯向容器口去嗅放出的气味。面部应远离容器, 用手轻轻煽动少量逸出容器的气体飘向自己的鼻孔进行嗅闻。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。

(4) 加热、浓缩液体的操作要十分小心, 不能俯视正在加热的液体, 试管在加热操作中管口不能对着自己或别人。浓缩溶液时, 特别是有晶体出现之后, 要不停地搅拌, 不能离开工作岗位, 应尽可能戴上防护眼镜。

(5) 绝对禁止在实验室内饮食、抽烟, 或把食具带进实验室。有毒药品 (如重铬酸钾、铬盐、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞及汞的化合物, 特别是氰化物等) 严格防止进入口内或接触伤口。剩余的药品或废液不能随便倒入下水道, 应回收集中处理。

(6) 使用具有强腐蚀性的浓酸、浓碱、洗液时, 应避免接触皮肤和溅在衣服上, 更要注意保护眼睛, 必要时可戴上防护眼镜。稀硫酸、碱时 (特别是浓硫酸), 应将它们慢慢倒入水中, 而不能反向进行, 以避免迸溅。

(7) 不要用湿的手、物接触电源。水、电、煤气使用完毕应立即关闭。点燃的火柴用后立即熄灭, 不得乱扔。

(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桌上或地上。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。

(9) 含氧气的氢气遇火易爆炸, 操作时必须严禁接近明火。在点燃氢气前, 必须先检查并确保纯度符合要求。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。

(10) 实验室所有药品不得携出室外。剩余的有毒药品应交还给

教师。

(11) 每次实验结束后, 必须洗净双手后方可离开实验室。

(二) 实验室意外事故的紧急处理

如果在实验过程中发生了意外事故, 可以采取如下救护措施:

(1) 割伤, 伤处不能用手抚摸, 也不能用水洗涤。伤口内若有异物, 须先从伤处挑出, 轻伤可涂以紫药水 (或红汞、碘酒) 或贴上“创可贴”, 必要时撒些消炎粉或敷些消炎膏, 用绷带包扎。严重时送医院治疗。

(2) 烫伤, 切勿用水冲洗伤处。伤处皮肤未破时, 可在烫伤处涂擦饱和碳酸氢钠溶液或用碳酸氢钠粉调成糊状敷于伤处, 也可抹獾油、烫伤膏或万花油; 如果伤处皮肤已破, 可涂些紫药水或 1% 高锰酸钾溶液。

(3) 酸腐蚀伤害皮肤时, 先用洁净的干布或吸水纸揩干, 再用大量水冲洗, 然后用饱和碳酸氢钠 (或稀氨水、肥皂水) 冲洗, 最后再用水冲洗, 必要时送医院治疗。如果酸液溅入眼内, 应立即用大量水冲洗, 再用 3% ~ 5% 的碳酸氢钠溶液冲洗, 然后立即到医院治疗。

(4) 碱腐蚀伤害皮肤时, 先用洁净的干布或吸水纸揩干, 再用大量水冲洗, 然后用 3% ~ 5% 的醋酸溶液或饱和硼酸溶液洗, 最后用水冲洗, 必要时送医院治疗。如果碱液溅入眼中, 应立即用大量水冲洗, 再用 3% 硼酸溶液冲洗, 然后立即到医院治疗。

(5) 受溴腐蚀致伤, 用苯或甘油清洗伤口, 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清洗伤口, 然后包扎。

(7) 在吸入刺激性或有毒气体如氯、氯化氢气体时, 可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气解毒。因吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适 (头晕、胸闷、欲吐) 时, 立即到室外呼吸新鲜空气。应特别注意, 氯气、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) 遇毒物进入口内时, 可将 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