



高等学校实验实训规划教材

大学化学实验

牛盾 王育红 王锦霞 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

牛 盾 王育红 王锦霞 主编

北 京

冶金工业出版社

2007

内 容 简 介

本教材主要包括实验室常识、基本操作、常用仪器使用方法和实验四个部分。其中,实验部分主要介绍基本操作实验、研究性实验、设计性实验和综合性实验等内容。单个实验学时数分别为2学时、3学时、4学时和8学时。使用者可根据学校或专业的实际情况选择合适的实验。

本教材适用于高等学校非化学、化工类专业的普通化学实验教学。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验/牛盾,王育红,王锦霞主编. —北京:
冶金工业出版社,2007. 10

高等学校实验实训规划教材

ISBN 978-7-5024-4396-2

I. 大… II. ①牛… ②王… ③王… 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(2007)第 154513 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 符燕蓉 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4396-2

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

2007 年 10 月第 1 版,2007 年 10 月第 1 次印刷

148mm×210mm;5. 125 印张;149 千字;153 页;1-3000 册

12. 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

大学化学实验是本科化学基础教育的重要组成部分,是实施全面化学教育的主要环节,它是以实验为手段来研究大学化学中的重要理论、典型元素及其化合物的变化,研究物质的组成和含量。通过实验,让学生在获得知识、掌握技术的同时,学会科学的思维和方法,培养学生自学能力和解决问题的能力。

在新的形势下,化学实验的教学要适应 21 世纪对人才的培养方法和素质的要求。本教材结合我校多年大学化学实验的教学实践,以我校大学化学实验讲义为基础,并借鉴了兄弟院校无机化学和普通化学实验改革的成功经验,删除了大部分验证性实验,增加了大量的综合性、研究性和设计性实验。

本教材的主要内容包括以下几个方面:

(1) 基本操作实验。通过基本操作实验,了解和掌握化学实验的基本要求、操作技能以及常用电动仪器和玻璃仪器的使用。

(2) 研究性实验。对生产和生活中的实际问题,提出解决方案。培养正确记录实验现象、合理处理实验数据的能力。

(3) 设计性实验。根据实验要求中的大学化学问题,设计实验方案。掌握常见元素及化合物的酸性、溶解性、氧化还原性、水解及配位等性质,培养正确观察现象、分析现象和归纳总结的能力。

(4) 综合性实验。综合运用大学化学知识,通过无机化合物制备、性能分析、性质测定,学习基本理论、基本知识和基本技能的综合运用,提高解决实际问题的能力。

综合性、研究性和设计性实验是本教材的特色。这些实验,要求学生查阅相关文献,制订实验方案,旨在加深学生对无机化学理论知识的理解,训练学生的基本化学实验技能,培养学生独立思考和独立解决问题的能力。

本教材在内容安排上,综合了以下几个方面的因素:(1)提高学生兴趣,培养学生实践和创新能力;(2)力求反映近代化学的新进展,联系工业实际,贴近日常生活;(3)基础与提高并重,保留了一部分基础知识和基本操作实验,增加了综合性、研究性和设计性实验。

参加本教材编写的有:牛盾(第1章,第2章,实验5、6、23);王育红(第3章,第4章,实验9、15、21);王锦霞(附录,实验1、2、24);李光禄(实验8、10、13);王毅(实验11、19、22);王林山(实验12、16);张庆功(实验4、18);范有静(实验14、17);孙挺(实验7);张霞(实验20);徐君莉(实验3)。

本教材由牛盾、王育红、王锦霞担任主编。

本教材在编写过程中得到了教研室全体人员的支持和参与。

教材中有不妥之处,恳请使用本教材的老师和同学批评指正。

编 者

于沈阳 南湖

2007年6月

目 录

1 绪论	1
1.1 大学化学实验的学习目的	1
1.2 大学化学实验的学习方法	1
1.3 实验报告格式示例	3
1.4 学生实验守则	6
1.5 化学实验室安全规则	6
1.6 实验室中意外事故的处理	7
1.7 消防常识	8
2 基础知识	10
2.1 常用玻璃及瓷质仪器	10
2.2 称量方法	20
2.3 加热	21
2.4 化学试剂	29
2.5 数据的表达和处理	32
2.6 有效数字	33
3 基本操作	36
3.1 溶液的配制	36
3.2 沉淀的分离与洗涤	37
3.3 加热与冷却	40
3.4 蒸发与浓缩	41
3.5 结晶与重结晶	41
3.6 萃取	45
3.7 几种常用试纸的使用及制备	46

4 实验室常用仪器	48
4.1 电子天平	48
4.2 离心机	50
4.3 酸度计	52
4.4 气压计	58
4.5 分光光度计	59
4.6 紫外可见分光光度计	63
4.7 倒置式三目金相显微镜	65
4.8 HCT 差热天平	66
4.9 电化学分析仪使用说明及注意事项	68
5 实验	70
5.1 重要元素及化合物性质实验	70
实验 1 主族元素化合物的性质	70
实验 2 副族元素的性质(一)	75
实验 3 副族元素的性质(二)	78
5.2 化学原理及制备	83
实验 4 气体常数的测定	83
实验 5 pH 法测定 HAc 的电离常数	86
实验 6 离子交换法测定 CaSO_4 的溶解度	90
实验 7 反应速率与活化能的测定	96
5.3 综合性实验	99
实验 8 反应热的测定及活性氧化锌的制备	99
实验 9 利用废铝罐制备明矾	104
实验 10 铝的阳极氧化	105
实验 11 由废铜粉制备硫酸铜	109
实验 12 废水处理及化学耗氧量的测定	112
实验 13 由废铝箔制备聚碱式氯化铝	115
实验 14 印刷电路腐蚀废液的回收和利用	116
实验 15 合成胶黏剂的配制及应用	119

实验 16 含重金属离子废水处理	123
实验 17 金属腐蚀与防护	126
5.4 研究性实验	129
实验 18 动、植物体中某些微量元素的鉴定和含量分析	129
实验 19 库仑滴定法测定硫代硫酸钠的浓度	132
实验 20 分光光度法测定维生素 C 的含量	133
实验 21 BaTiO_3 纳米粉的制备	135
5.5 设计性实验	137
实验 22 日常生活中的化学	137
实验 23 液体香波的制作	140
实验 24 日用化妆品的制作	141
附 录	144
I 常用酸碱的浓度	144
II 常用酸碱指示剂	144
III 常用酸碱的电离常数(25℃)	145
IV 常用难溶电解质的溶度积常数(25℃)	145
V 常见配离子的稳定常数	146
VI 常用电对的标准电极电势	147
VII 常见阳离子鉴定方法	148
VIII 常见阴离子鉴定方法	151
参考文献	153

1 绪 论

1.1 大学化学实验的学习目的

化学是一门以实验为基础的科学。化学中的定律和学说都源于实验,同时又被实验所检验。对任何理论的应用也要依据实验的探索。随着教学改革的深入,实验学时与理论课学时比例已达到 1:1。许多理论知识需要在实验课上进行消化和理解。

大学化学实验的目的,就是使学生通过动手做实验,巩固和加深课堂所学的理论知识,加强和掌握实验的基本操作和技能,学会常用仪器的使用方法,培养独立动手操作能力,训练理论联系实际和分析、解决问题的能力。在实验过程中,通过观察现象、分析原因、测定数据、撰写报告等过程,培养科学思维的方法。另外还可以培养学生严格认真、实事求是的学习态度,理论联系实际的学习方法以及准确细致、整齐清洁等良好的实验习惯,使学生具有较高的实验素质,为以后的学习和工作打下良好的基础。

1.2 大学化学实验的学习方法

为达到大学化学实验的目的,就必须有正确的学习态度和学习方法。大学化学实验的学习方法可归纳为如下几个方面。

1.2.1 课前预习

预习是做好实验的前提和保证。预习工作应做到:

(1) 认真阅读实验教材和教科书中的相关理论内容,做到明确实验目的、了解实验原理、熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法。提出注意事项、合理安排实验时间,预习和复习基本操作及相关仪器的使用方法,认真回答思考题。

(2) 在完成上述工作的基础上,弄清实验过程或工艺流程。列出实验所需的仪器、材料药品,查阅相关资料,列出数据处理过程中所需的常数。

(3) 认真书写预习报告。预习报告应简明扼要。针对不同类型的实验,完成相关内容。

1.2.2 课上认真操作

(1) 按拟订的实验步骤独立进行实验。操作要规范正确,观察实验现象要细致认真。

(2) 实验过程中边操作、边思考、边记录。遇到疑难问题力争自己解决。必要时可与指导教师讨论。

(3) 如实记录观察到的实验现象和测得的数据。原始数据不得涂改。若遇实验失败,在分析原因的基础上,可通过做对照实验或空白实验或自行设计实验进行核对。

(4) 实验中要爱护仪器设备。严格遵守操作规程。如有损坏一定要如实报告。

(5) 实验完毕,做好仪器设备的维护,使之恢复为待使用状态;要做好实验台的整洁工作,养成良好的卫生习惯。

1.2.3 课后总结报告

实验报告是对实验的总结和归纳。它从一定角度反映一个学生的学习态度、知识水平和观察问题、正确判断问题的能力。实验结束后,应严格按照实验记录,独立认真地完成实验报告的撰写工作。

(1) 格式。不同类型的实验依据不同的格式来书写。字迹工整,书写整齐。

(2) 内容。内容要完整。写明实验目的,原理简明扼要,多用自己领会后提炼出来的语言,切勿照抄书本,浪费时间,效果不好;实验步骤清晰明了,多采用表格、流程图或通用符号等形式来表示;实验现象正确全面,数据记录规范完整;结论部分应对实验现象进行解释,写出相应的方程式,得出结论;用表格法或作图法处理实验数据;问题与

讨论部分可提出自己在实验过程中遇到的问题及解决方法。误差产生的原因及自己遇到的或由此联想到的与本实验相关但仍有疑问的内容,对实验的意见或建议等。

1.3 实验报告格式示例

1.3.1 测定类型实验报告格式

专业班级 _____ 姓名 _____ 合作者 _____
实验题目 _____ 实验日期 _____

实验目的:

测定原理(简述):

实验用品(简述):

数据记录和结果处理(及图表):

问题与讨论:

意见或建议: _____

指导教师签字: _____

1.3.2 制备类型实验报告格式

专业班级 _____ 姓名 _____ 合作者 _____

实验题目 _____ 实验日期 _____

实验目的:

基本原理(简述):

实验用品(简述):

简单流程、主要现象及有关反应式:

实验结果、产品外观:

产量:

产率:

问题与讨论:

意见或建议:

指导教师签字: _____

1.3.3 性质类型实验报告格式

专业班级 _____ 姓名 _____ 合作者 _____

实验题目 _____ 实验日期 _____

实验目的:

实验用品(简述):

实验:

实验内容	实验现象	反应方程式和解释	结论

小结:

问题与讨论:

意见或建议:

指导教师签字: _____

1.4 学生实验守则

- (1) 实验前必须认真预习,掌握实验目的、原理、要求等。
- (2) 必须按规定时间进行实验(开放实验室也要严格执行预约时间做实验)。因故不能做实验者,向指导教师请假,所缺实验在本课程考试前补齐,否则不得参加本课程的考试。
- (3) 实验过程中,要听从教师和实验工程技术人员的指导;要严格遵守各项规章制度,不准动用与本实验无关的其他仪器设备。
- (4) 做实验时要有严肃认真的态度,要做到精心操作、仔细观察、积极分析思考、如实记录实验数据,实验数据必须经教师审查签字通过,实验失败或实验结果误差超出允许范围时,要重做实验。
- (5) 实验中要注意人身安全,遵守操作规程,爱护实验仪器设备;仪器设备发生故障,应立即停止使用,采取必要的安全措施,并报告指导教师,凡违反纪律或操作规程造成实验仪器损坏者,要填写事故损坏报告单,学校根据情节轻重,态度好坏进行教育,直至赔偿和处分。
- (6) 实验时要节约水、电、材料等;实验结束后,清理好仪器设备、工具和周围环境,并经教师检查、实验工作人员验收后,离开实验室。
- (7) 学生应独立完成规定的实验内容,认真做好实验记录,要根据要求独立、认真地写好实验报告,要坚决杜绝“坐车”现象,一经发现有抄袭行为,学校根据对学生违纪、作弊处理的有关规定做出严肃处理。

1.5 化学实验室安全规则

化学实验室经常使用水、电、煤气等;化学实验室中许多试剂易燃、易爆、具有腐蚀性和毒性,存在着不安全因素。因此,进行化学实验时,思想上必须重视安全问题,绝不可麻痹大意。学生初次进行化学实验,应接受必要的安全教育。每次实验前应掌握本实验安全注意事项。在实验过程中严格遵守安全守则,避免事故的发生。

(1) 了解实验环境。充分熟悉水、电、煤气等控制阀所在位置以及灭火器、消防栓、洗眼器等存放地点。

(2) 严禁随意混合化学药品,不可尝其味道,以免发生意外。注

意试剂、溶剂的瓶盖、瓶塞不能混用。

(3) 严禁在实验室内吸烟、饮食、打闹;使用有毒试剂(如氟化物、铅盐、钡盐、汞和砷的化合物等)时,严防进入口内或接触伤口,剩余药品或废液不得倒入下水道中,应倒入指定的回收瓶中待集中处理。

(4) 洗液、浓酸、浓碱具有强腐蚀性,用时要小心,避免溅落在皮肤、衣物、书本上,更应防止溅入眼睛中。稀释浓酸时,必须把酸注入水中而不是将水注入酸中。

(5) 有机溶剂如乙醇、乙醚、苯、丙酮等易燃,使用时一定要远离火焰,用后应把瓶塞塞严,放在指定的地方。

(6) 具有刺激性的、恶臭的、有毒的气体(如 H_2S 、 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 Br_2 等)或进行能产生这些气体的实验以及加热或蒸发盐酸、硝酸、硫酸,溶解或硝化试样时,应该在通风橱内进行。

(7) 易挥发和易燃物质的实验,应在远离火焰的地方进行,最好在通风橱内进行。

(8) 加热或浓缩液体时,不能正面俯视,以免把眼、脸烫伤;加热试管中的液体时,不能将试管口对着自己或别人,以免液体溅出使人身受到伤害。

(9) 有毒试剂(如氰化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸盐、砷酸盐等)不得进入口内或接触伤口,也不能随便倒入下水道,应回收统一处理。

(10) 嗅闻气体时,应用手轻拂气体,把少量气体扇向自己再闻。

(11) 实验室所有药品、仪器不得带出室外。

(12) 实验完毕后,应将实验台整理干净,洗净双手,关闭水龙头、电闸、煤气阀门等后才能离开实验室。值日生和最后离开实验室的人员都应负责检查水、电、煤气以及门窗是否关好。

1.6 实验室中意外事故的处理

(1) 割伤:先挑出伤口内的异物,然后在伤口处抹上红药水或紫药水后用消毒纱布包扎,也可贴上“创可贴”,能立即止血,且易愈合。必要时可送医院救治。

(2) 烫伤和烧伤:轻度烫伤或烧伤,可在伤口处抹上烫伤油膏或万花油,不要把烫出的水泡挑破;严重的烫伤和烧伤,要用消毒纱布轻

轻包扎伤处,并立即送医院治疗。

(3) 受酸腐伤:先用大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗,最后再用水冲洗。

(4) 受碱腐伤:先用大量水冲洗,再用 2% 醋酸溶液或 3% 硼酸溶液冲洗,最后再用水冲洗。

(5) 酸和碱不小心溅入眼中,必须用大量水冲洗,持续 15min,随后即送医生处检查。

(6) 毒物误入口中,可取 5~10mL 稀 CuSO_4 溶液加入一杯温水中,内服后用手指伸入咽喉,促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(7) 毒气浸入:不慎吸入煤气、 Br_2 蒸气、 Cl_2 、 HCl 、 NH_3 等气体时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(8) 触电时,立即切断电源。必要时做人工呼吸。

1.7 消防常识

消防应以防为主。不慎起火时,切不要惊慌,应根据不同的着火情况采取不同的灭火措施。

(1) 防止火势蔓延。停止加热,立即关闭煤气总阀;拉下电闸,切断电路,把一切可燃物质和易燃、易爆物质移至远处。

(2) 灭火。物质燃烧需要空气并达到一定温度。所以,灭火的原则是降温和将燃烧物质与空气隔离。

化学实验室常用的灭火方法有:

(1) 小火可用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物,火势较大时可用泡沫灭火器灭火。对油类、有机物的燃烧,切忌用水灭火。因为大多数有机物不溶于水,相对密度又小于水,用水不仅不能灭火,反而会扩大燃烧面积,使火势蔓延。

(2) 精密仪器或电线着火可用四氯化碳灭火(四氯化碳沸点低,相对密度大,不会被引燃)。把四氯化碳喷射到燃烧物的表面,四氯化碳液体迅速汽化,覆盖于燃烧物上,使燃烧物与空气隔绝而灭火,也可用干粉灭火器或 1211 灭火器灭火。

(3) 衣物着火时应立即用毛毯、麻袋之类蒙到着火者身上,切不可慌张跑动,否则会加强气流流动,使燃烧加剧。

常用灭火器类型及适用范围见表 1-1。

表 1-1 常用灭火器类型及适用范围

类 型	药 物 成 分	适用失火类型
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, \text{NaHCO}_3$	适用于一般起火及油类失火
二氧化碳灭火器	干冰(CO_2)	适用于电器失火
干粉灭火器 ^①	NaHCO_3 等物质, 加入适量润滑剂和防潮剂	适用于扑灭油类、可燃气体、电器设备、精密仪器、文件记录和遇水燃烧等物品的初起火灾
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	适用于电器失火 ^②
1211 灭火器	CF_2ClBr	灭火效果好, 主要适用于油类、有机溶剂、高压设备、精密仪器等失火

- ① 干粉灭火器内装二氧化碳作为喷射动力。喷出的灭火粉末覆盖在固体燃烧物表面, 形成阻碍燃烧的隔离层, 稀释燃烧区域中的含氧量, 灭火迅速。
- ② SO_2 着火时, 严禁用 CCl_4 灭火器灭火, 因为 CCl_4 与 SO_2 能产生硫代光气 CSCl_2 一类的有毒气体。