

高等学校“十一五”规划教材

大学化学实验

古国榜 李 朴 徐立宏 主编
华南理工大学无机化学教研室 编



化学工业出版社

高等学校“十一五”规划教材

大学化学实验

古国榜 李 朴 徐立宏 主编
华南理工大学无机化学教研室 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是高等学校非化工类专业大学化学实验教材，可与普通高等教育“十一五”国家级规划教材——《大学化学教程（第二版）》配套使用。全书分为四个部分：化学实验须知、化学实验基础知识、基本操作与基本原理实验、综合及设计性实验，共收编了26个实验。以化学的基础知识及实验的基本技能训练为主线，适当选择了部分能体现化学在环保、材料及日常生活等领域应用的实验。通过实验使学生加深对化学的了解，强化自身综合分析问题、解决问题的能力。本书在内容安排上具有一定的灵活性，可根据具体的学时和教学要求进行选择。

本书可作为高等学校非化工类专业大学化学实验教材，也可作为相关人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

大学化学实验/古国榜，李朴，徐立宏主编. —北京：
化学工业出版社，2009.12
高等学校“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-06879-8

I. 大… II. ①古…②李…③徐… III. 化学实验-高等
学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 191842 号

责任编辑：陈有华

文字编辑：刘志茹

责任校对：陶燕华

装帧设计：蒋艳君

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印刷：北京市振南印刷有限责任公司

装订：三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张6½ 字数167千字

2010年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：12.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书根据高等学校大学化学课程教学基本要求，总结多年来大学化学实验课程的教学经验，并结合非化工类各专业的特点及教学的实际情况，对我校《大学化学实验》讲义进行改编而编写，是普通高等教育“十一五”国家级规划教材——《大学化学教程（第二版）》（古国榜主编，化学工业出版社出版）的配套实验教材。全书共收编了 26 个实验。在编写的过程中，力求注意以下几个方面。

1. 通过实验教学使学生能够深刻体会到化学作为中心学科的重要地位，加深对化学基本理论知识的理解。

2. 通过基础性实验使学生熟悉和掌握化学实验的基本操作和基本实验技能，同时培养学生严谨的科学态度、良好的工作作风和科学的思维方法。

3. 适当引入一些实用性的实验，反映化学与环保、材料及日常生活等方面的密切关系，调动学生对化学实验的兴趣，开发其学习的潜能。

4. 通过综合及设计性实验引导学生灵活运用所学的知识，激发其创新能力，实现化学素质教育的目的。

本教材由古国榜教授担任主编，负责全书的策划、编排和审定，李朴、徐立宏参与主编并负责全书的统稿和复核。参与教材编写工作的有徐立宏（第 2 章部分内容、实验 3、7、15、16、18）、李朴（第 1 章、第 2 章部分内容、实验 1、2、4、12、14、20、24~26）、刘静（实验 8、17、19）、章浩（实验 9、21）、展树中（实验 22）、魏小兰（实验 23）、李白滔（实验 6）、王湘利

(实验 5)、邓远富 (实验 11)、黄莺 (实验 13)、林亦辉 (实验 10)。此外, 柳松、曾祥德及华南理工大学化学与化工学院无机化学教研室同仁为本书编写提供大量的帮助。化学工业出版社为本书的编辑出版做了大量的工作。在此谨向他们致以诚挚的谢意。

编写时也参考了兄弟院校的教材和公开出版的书刊及互联网上的相关内容, 在此对有关的作者和出版社表示衷心的感谢。

由于我们水平有限, 书中仍难免有疏漏之处, 敬请同行和读者批评指正。

编者
于华南理工大学
2009 年 8 月

目 录

1 化学实验须知	1
1.1 化学实验的目的	1
1.2 化学实验的学习方法	1
1.2.1 预习	1
1.2.2 实验	2
1.2.3 实验报告	2
1.3 化学实验室规则	7
1.4 实验室安全守则和意外事故的处理	8
1.4.1 实验室安全守则	8
1.4.2 意外事故的处理	9
2 化学实验基础	10
2.1 化学实验常用仪器	10
2.2 化学实验基本操作	13
2.2.1 玻璃仪器的洗涤和干燥	13
2.2.2 试剂的取用	16
2.2.3 加热的方法及操作	18
2.2.4 溶解、蒸发和结晶	24
2.2.5 固、液分离及沉淀的洗涤	25
2.2.6 容量仪器的使用	30
2.2.7 试纸的使用	36
2.3 化学实验常用测量仪器的使用	38
2.3.1 称量仪器	38
2.3.2 酸度计	47

2.3.3	分光光度计	51
2.3.4	电导率仪	56
2.4	实验误差和数据处理	62
2.4.1	有效数字简介	62
2.4.2	误差的概念	64
2.4.3	实验数据的处理	67
3	基本操作及基本原理实验	71
实验 1	天平的使用	71
实验 2	溶液的配制	72
实验 3	酸碱滴定	75
实验 4	摩尔气体常数的测定	78
实验 5	化学反应焓变的测定	82
实验 6	化学反应速率、反应级数与活化能的测定	86
实验 7	离子平衡	91
实验 8	醋酸离解度和离解常数的测定	97
实验 9	氧化还原反应与电化学	100
实验 10	电导法测定氯化银溶度积	106
实验 11	一些无机化合物的性质	110
实验 12	配合物的生成、性质和应用	118
实验 13	粗食盐的提纯	123
4	综合及设计性实验	127
实验 14	重铬酸钾法测定二价铁离子的含量	127
实验 15	化学电池与防腐	129
实验 16	硫酸铜的提纯	136
实验 17	水的净化与水质检测	138
实验 18	1:1 型磺基水杨酸铁 (Ⅲ) 配合物的组成和稳定 常数的测定	145
实验 19	水中化学需氧量 (COD) 的测定	152
实验 20	碘盐的制备与检验	156
实验 21	金属表面的处理	159

实验 22	从含银废液中回收金属银	164
实验 23	纳米 TiO_2 的制备与表征	166
实验 24	洗发香波的制作	168
实验 25	聚乙烯醇缩甲醛胶水的合成	171
实验 26	生活中的化学	173
附录		181
附录 1	常用元素的相对原子质量 (2003)	181
附录 2	常用酸、碱溶液的近似浓度	182
附录 3	我国化学试剂的等级	182
附录 4	几种常用酸碱指示剂	182
附录 5	不同温度下水的蒸气压	183
附录 6	一些弱电解质的离解常数 (298K)	184
附录 7	难溶电解质的溶度积 (298K)	184
附录 8	一些配离子的不稳定常数 (298K)	186
附录 9	标准电极电势 (298.15K)	187
参考文献		192

1 化学实验须知

1.1 化学实验的目的

大学化学实验是大学化学课程的重要组成部分，其任务就是通过实验教学，使学生加深对大学化学课程的了解。

(1) 通过实验获得第一手感性知识，更好地理解 and 掌握大学化学课程的基本理论和基础知识，了解现代化学的新进展、新技术，以及化学在科技发展、工业生产和日常生活等领域中所起的重要作用。

(2) 掌握正确的化学实验的基本操作技术，正确地使用常用化学实验仪器，获得准确的实验数据，并学会科学地处理和分析实验结果。

(3) 培养学生独立工作、独立思考、独立分析和解决问题的能力，达到通过化学实验获取新知识，训练其创新能力的目的。

(4) 培养学生实事求是的科学态度，理论联系实际的科学方法，严谨、准确、细致、整洁的科学素养，团结协作的团队精神。

1.2 化学实验的学习方法

要学好化学实验这门课程，还必须有正确的学习态度和学习方法。

1.2.1 预习

(1) 认真阅读实验教材和参考资料中的有关内容。

(2) 明确实验目的及有关的实验原理, 了解实验内容、操作要点和注意事项, 合理安排实验方案。

(3) 简明扼要地写好预习报告。

1.2.2 实验

(1) 认真正确地进行操作, 多动手、勤动脑, 细心观察实验现象, 用已学过的知识判断、理解、分析和解决实验中所观察到的现象和遇到的问题, 培养分析问题和解决问题的能力。

(2) 应及时、如实并有条理地记录实验现象及数据。

(3) 遇到问题或实验结果与预测现象不符等“反常”现象时, 应积极思考、查找原因, 力争自己解决, 在自己难以解决的情况下, 请教指导教师。若实验失败, 应找出原因, 经指导教师同意, 可重做。

(4) 在实验过程中, 应保持肃静, 遵守实验课的纪律。

(5) 严格遵守实验室的各项规章制度, 安全第一, 注意节约水电、药品和器材, 爱护仪器和实验室各项设备。

1.2.3 实验报告

实验报告包括如下内容。

(1) 实验目的。

(2) 实验原理。

(3) 实验内容或步骤, 可用简图、表格、化学式或符号表示。

(4) 实验现象或数据记录。

(5) 解释、结论或讨论、数据处理或计算。性质实验要写出反应方程式; 制备实验应计算产率; 测定实验应进行数据处理并将结果与理论值相比较, 并分析产生误差的原因。

下面列举三种不同类型的实验报告格式, 以供参考。

I. “制备实验”报告的格式

实验名称: 实验 13 粗食盐的提纯
 系 专业 班 姓名 合作者 日期

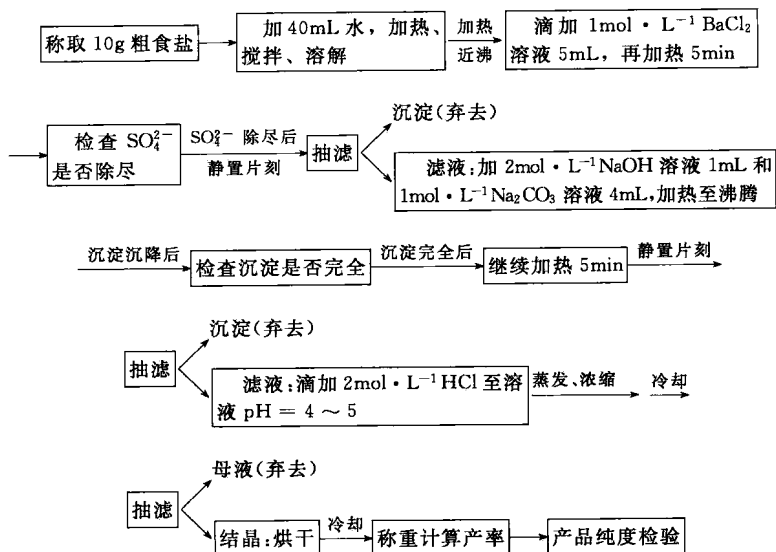
实验目的：

(略)

实验原理 (简述)：

(略)

简要实验步骤 (可用框图)：



实验结果：

产品外观：_____

产 量：_____

产 率：_____

产品纯度检验：

溶液 \ 检验项目	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
粗盐			
精盐			

问题和讨论:

(略)

II. “化学测定实验”报告的格式

实验名称: 实验 14 重铬酸钾法测定二价铁离子的含量
系 专业 班 姓名 日期

实验目的:

(略)

实验原理 (简述):

(略)

实验内容

1. 标准 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液的配制

准确称取 1.2000~1.3000g 干燥且恒重的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 用容量瓶配制成 250mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液。

2. Fe^{2+} 含量的测定

用移液管吸取 Fe^{2+} 待测溶液 25.00mL 于 250mL 锥形瓶中, 加 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_3\text{PO}_4$ 混合酸 20mL、蒸馏水 50mL 及二苯胺磺酸钠指示剂 3~5 滴, 用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液滴定至紫蓝色为终点。重复测定三份样品。

数据记录和结果处理 (可用表格):

固体 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的质量 _____ g

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的浓度 $c =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

实 验 序 号		1	2	3
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的用量 V_1/mL				
待测 Fe^{2+} 溶液的体积 V_2/mL				
Fe^{2+} 的含量/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	测定值			
	平均值			
相对平均偏差/%				

问题和讨论 (分析造成误差的主要原因等):

(略)

Ⅲ.“性质实验”报告的格式

实验名称: _____ 实验 7 离子平衡
 _____ 系 _____ 专业 _____ 班 姓名 _____ 日期 _____

实验目的:

(略)

实验内容

1. 浓度对化学平衡的影响

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
$\text{FeCl}_3 + \text{KSCN}$		
$\text{FeCl}_3 + \text{KSCN} + \text{饱和 FeCl}_3$		
$\text{FeCl}_3 + \text{KSCN} + \text{饱和 KSCN}$		
小结		

2. 温度对化学平衡的影响

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
饱和 CoCl_2		
加热饱和 CoCl_2		
小结		

3. 弱电碱质的离解平衡及其移动

(1) 弱碱的离解平衡及其移动

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
$0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{酚酞}$		
$0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{酚酞} + \text{饱和 NH}_4\text{Ac}$		
$0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{酚酞} + \text{等体积 H}_2\text{O}$		
$\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$		
$\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl 固体}$		
小结		

(2) 弱酸的离解平衡及其移动

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
HAc+甲基橙		
HAc+甲基橙+ NH_4Ac 固体		
小结		

(3) 缓冲溶液的配制和性质

缓冲溶液配制：(略)

实 验 内 容	溶液的 pH	解释和反应方程式
缓冲溶液		
缓冲溶液+等体积 H_2O		
缓冲溶液	+酸	
	+碱	
H_2O	+酸	
	+碱	
结论		

4. 难溶电解质的多相离子平衡

(1) 沉淀的生成和转化

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
稀 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + 稀 NaCl		
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + NaCl (体积比=1:2)		
小结		

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
PbCl_2 沉淀+KI		

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
0.1 mol · L ⁻¹ FeCl_3 溶液的 pH		
FeCl_3 + NaOH 至刚生成沉淀		
0.1 mol · L ⁻¹ MgCl_2 溶液的 pH		
MgCl_2 + NaOH 至刚生成沉淀		
小结		

(2) 分步沉淀

实 验 内 容	实验现象	解释和反应方程式
NaCl 和 K_2CrO_4 混合溶液 + $AgNO_3$ 溶液		
小结		

1.3 化学实验室规则

(1) 实验前应认真做预习, 明确实验目的, 了解实验内容及注意事项, 写出预习报告。

(2) 做好实验前的准备工作, 清点仪器, 如发现缺损, 应报告指导教师, 按规定手续从实验准备室补领。实验时仪器如有损坏, 亦应到实验准备室换领, 并按规定进行适当的赔偿。未经指导教师同意, 不得随意拿其他位置上的仪器。

(3) 实验时应保持肃静, 集中思想, 认真操作, 仔细观察现象, 如实记录, 积极思考问题。

(4) 实验时保持实验室和台面清洁整齐, 火柴梗、废纸屑、废液、废金属屑应倒在指定的地方, 不能随手乱扔, 更不能倒在水槽中, 以免水槽或下水道堵塞、腐蚀或发生意外。

(5) 爱护国家财物, 小心正确地使用仪器和设备, 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, 如发现故障, 应立即停止使用, 并及时报告指导教师。实验药品应按规定取用, 取用药品后, 应立即盖上瓶塞, 以免弄错, 沾污药品。放在指定地方的药品不得擅自拿走。自瓶中取出的药品不能再倒回原瓶中。

(6) 实验完毕后将玻璃仪器清洗干净, 放回原处, 整理好桌面, 经指导教师批准后方可离开。

(7) 每次实验后由学生轮流值日, 负责整理公用药品、仪器, 打扫实验室卫生, 清理实验后废物, 检查水、电、煤气开关, 关好门窗等。

(8) 实验室内的一切物品(包括仪器、药品、产物等)不得带离实验室。

1.4 实验室安全守则和意外事故的处理

1.4.1 实验室安全守则

(1) 熟悉实验室环境,了解电源、煤气总阀、急救箱和消防用品的位置及使用方法。

(2) 一切易燃、易爆物品的操作应远离火源。严禁用火焰或电炉等明火直接加热易燃液体。

(3) 注意煤气灯或酒精灯的使用安全。酒精灯内的酒精不能超过其容量的 $\frac{2}{3}$ 。灯内酒精不足 $\frac{1}{4}$ 时,应熄火后添加酒精。燃烧着的酒精灯焰应用灯盖熄灭,不可用嘴吹灭,以防引燃灯内酒精。

(4) 有刺激性、有毒和有恶臭气味产生的实验,应在通风橱内或通风口处进行。

(5) 使用具有强腐蚀性的试剂,如强酸、强碱、强氧化剂等,应特别小心,防止溅在衣服、皮肤,尤其是眼睛上。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢注入水中,并不断搅动,切勿将水倒入浓酸中,以免因局部过热,使浓硫酸溅出,引起灼伤。溶解氢氧化钠、氢氧化钾等强碱性物质,由于过程放热,应选择在耐热的容器中进行。

(6) 嗅瓶中气味时,鼻子不能直接对着瓶口,应用手把少量气体轻轻地扇向自己的鼻孔。

(7) 加热试管时,不能将管口对着自己或他人。不要俯视正在加热的液体,以防被意外溅出的液体灼伤。

(8) 严禁做未经教师允许的实验,或任意将药品混合,以免发生意外。

(9) 不用湿手去接触电源。水、电、煤气用完后应立即将开

关关闭。

(10) 严禁在实验室内进食、吸烟。实验用品严禁入口。实验结束后, 必须将手洗干净。

1.4.2 意外事故的处理

(1) 割伤 伤处不能用水洗, 应立即用药棉擦净伤口(若伤口内有玻璃碎片, 应先挑出), 涂上紫药水(或红药水、碘酒, 但红药水和碘酒不能同时使用), 再用止血贴或纱布包扎, 如果伤口较大, 应立即去医院医治。

(2) 烫伤 轻度的烫伤, 可在伤处涂上烫伤膏或万花油。较严重的烫伤, 应小心地用消毒纱布包扎伤处(注意不要弄破水泡, 以防感染), 立即送医院治疗。

(3) 化学灼伤 酸灼伤时, 应立即用大量水冲洗, 然后用3%~5%碳酸氢钠溶液(或稀氨水、肥皂水)冲洗, 再用水冲洗, 最后涂上医用凡士林。

碱灼伤时, 应立即用大量的水冲洗, 然后用2%醋酸溶液(或3%硼酸溶液)冲洗, 再用水冲洗, 最后涂上医用凡士林。

(4) 不慎吸入有刺激性或有毒气体, 如氯气、氯化氢, 可立即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气, 若吸入硫化氢气体而感到头晕等不适时, 应立即到室外呼吸新鲜空气。

(5) 触电 立即切断电源, 必要时进行人工呼吸。

(6) 起火 熄灭火源, 停止加热。小火可用湿布或砂子覆盖燃烧物, 火势较大时用泡沫灭火器。油类、有机物的燃烧, 切忌用水灭火。电器设备着火, 应首先关闭电源, 再用防火布、砂土、干粉等灭火。不能用水和泡沫灭火器, 以免触电。实验人员不慎衣服着火时, 不可慌张跑动, 否则加强气流流动, 使燃烧加剧, 而应尽快脱下衣服, 或在地面打滚, 或跳入水池。