




全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 基础化学实验

王兴民 李铁汉 主编

 中国农业出版社



中国海洋大学出版社 2011年11月第1版第1次印刷

# 基础化学实验

王明 王明 编



中国海洋大学出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

# 基础化学实验

王兴民 李铁汉 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验 / 王兴民, 李铁汉主编. —北京: 中国农业出版社, 2006. 8

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 7-109-09811-7

I. 基... II. ①王...②李... 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 (2006) 第 093998 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 王芳芳

---

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

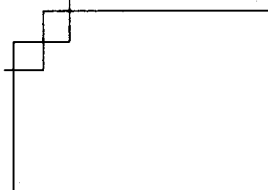
---

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 18

字数: 317 千字

定价: 24.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

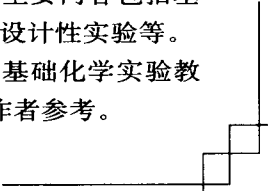


## 内 容 简 介

本书是全国高等农林院校“十一五”规划教材。

全书共分 10 部分、66 个实验。结构层次按照化学实验的特点及循序渐进的原则安排。主要包括基本操作实验与技能训练实验,综合性、设计性实验等。

本书为高等农林院校本专科生的基础化学实验教材,也可供农林院校函授生和科技工作者参考。



主 编 王兴民 李铁汉

副主编 蒲陆梅 梁慧光 年 芳

编 委 (按姓氏笔画为序)

王柱命 龙海涛 乔海军 李国琴

杨继涛 肖 雯 张志霞 虎玉森

胡 冰 莫玉琴 徐玉梅

# 全国高等农业院校水利土木类专业教材 编审委员会名单

- 主任 康绍忠(中国农业大学)
- 副主编 王福军(中国农业大学)  
蔡焕杰(西北农林科技大学)
- 委员 按姓氏笔划为序
- 文俊(云南农业大学)
- 田军仓(宁夏大学)
- 成自勇(甘肃农业大学)
- 刘福胜(山东农业大学)
- 何俊仕(沈阳农业大学)
- 张忠学(东北农业大学)
- 侍克斌(新疆农业大学)
- 郑旭荣(新疆石河子大学)
- 姬宝霖(内蒙古农业大学)
- 郭宗楼(浙江大学)
- 程吉林(扬州大学)
- 韩会玲(河北农业大学)
- 裴毅(湖南农业大学)

# 前 言

为适应高等农业院校教育事业的发展，配合教育部创建全国示范性、规范化公共基础化学实验室的需要，为推进实验教学内容、教学手段和教学管理方式的现代化，结合多年实验教学经验，我们组织了一批有丰富教学经验的资深教师，编写了这本《基础化学实验》教材。通过实验课程重组，加强了不同化学课程之间的交叉、融合和渗透，反映出了化学实验科学的新进展，突出了综合性、设计性实验的地位，充分体现了技能培养的特色。

本教材是在校内讲义《普通化学实验》、《有机化学实验》、《分析化学实验》的基础上，经有机整合而成。具有以下特点：①实验难度循序渐进，有利于学生逐步掌握；②实验技能训练更加系统性；③实验内容层次分明，分为技能训练（即基础训练实验，物质的分离、提纯与鉴定实验，物质的一般性质实验及测定与分析实验）和能力提高实验（即综合性和设计性的实验）；④体现绿色化学内容，培养学生环保意识；⑤少而精，注重实用性和可操作性。

本教材是在长期教学实践的基础上，经集体研究统一编写。王兴民、李铁汉任主编，蒲陆梅、梁慧光、年芳任副主编，虎玉森、肖雯、李国琴、乔海军、张志霞、莫玉琴、徐玉梅、胡冰、杨继涛、王柱命、龙海涛等参编。

书中错误与不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006年7月



# 目 录

## 前言

<b>第一部分 化学实验基本知识</b> .....	1
<b>一、化学实验与化学实验教学</b> .....	1
(一) 化学实验课的教学目的 .....	1
(二) 化学实验课的学习方法与教学基本要求 .....	2
(三) 化学实验室规则 .....	3
(四) 实验室安全知识及意外事故处理 .....	3
(五) 实验室废液的处理 .....	5
(六) 误差与数据处理 .....	6
<b>二、化学实验常用仪器</b> .....	12
(一) 常用的普通仪器 .....	12
(二) 常用的标准磨口玻璃仪器 .....	19
(三) 常用的操作仪器及使用规范 .....	20
<b>三、化学试剂</b> .....	43
<b>四、实验室用水</b> .....	45
<b>第二部分 化学实验基本操作技术</b> .....	48
<b>一、玻璃仪器的洗涤和干燥</b> .....	48
<b>二、试剂的取用及溶液的配制</b> .....	50
(一) 试剂的取用 .....	50
(二) 溶液的配制 .....	52
<b>三、加热与冷却技术</b> .....	53
(一) 加热 .....	54
(二) 冷却 .....	58
<b>四、玻璃工操作与塞子的配制</b> .....	59
(一) 玻璃工操作 .....	59
(二) 塞子钻孔 .....	62
<b>五、气体的发生、净化、干燥与收集</b> .....	63
(一) 气体的发生 .....	63

(二) 气体的净化和干燥	65
(三) 气体的收集	67
六、试纸的使用	68
七、滴定分析基本操作	69
(一) 量器的洗涤	69
(二) 量器的使用	69
八、分析样品的采集和预处理	77
九、回流装置及操作	78
十、搅拌与搅拌器	79
<b>第三部分 物质的分离与提纯技术</b>	<b>81</b>
一、沉淀分离法	81
二、重结晶分离法	83
三、升华分离法	87
四、萃取分离法	88
五、蒸馏分离法	92
六、吸附分离法	101
七、离子交换分离法	104
八、色谱分离法	106
九、电化学分离法	109
<b>第四部分 基础化学技能训练实验</b>	<b>111</b>
实验 1 玻璃管加工和塞子钻孔	111
实验 2 分析天平的称量练习	111
实验 3 滴定分析基本操作练习	113
实验 4 酸、碱标准溶液的配制和比较滴定	114
实验 5 物质熔点的测定	116
实验 6 沸点的测定	119
实验 7 旋光度的测定	120
实验 8 折射率的测定	121
实验 9 液体密度的测定	122
<b>第五部分 物质的分离、提纯与鉴定实验</b>	<b>125</b>
实验 10 粗食盐的提纯	125
实验 11 重结晶	127

实验 12	分馏	128
实验 13	水蒸气蒸馏	129
实验 14	减压蒸馏	129
实验 15	萃取	131
实验 16	柱层析	132
实验 17	薄层层析	133
实验 18	纸上层析	134
<b>第六部分</b>	<b>物质的一般性质实验</b>	<b>136</b>
实验 19	溶胶与乳浊液	136
实验 20	电离平衡和沉淀平衡	138
实验 21	氧化还原反应与电化学	141
实验 22	配合物的生成和性质	145
实验 23	非金属元素(卤素、氧、硫)	150
实验 24	常见离子的定性鉴定方法	155
实验 25	过渡系元素(铁、钴、镍)	163
实验 26	有机化合物官能团实验	166
实验 27	糖和蛋白质的性质实验	172
<b>第七部分</b>	<b>基础制备实验</b>	<b>176</b>
实验 28	硫代硫酸钠的制备	176
实验 29	乙酰苯胺的制备	177
实验 30	正溴丁烷的制备	178
实验 31	乙酸乙酯的制备	179
<b>第八部分</b>	<b>测定及分析实验</b>	<b>181</b>
实验 32	凝固点降低法测定溶质的摩尔质量	181
实验 33	醋酸电离度和电离常数的测定(pH法)	183
实验 34	化学反应速率与活化能	185
实验 35	CaSO <sub>4</sub> 溶度积的测定(离子交换法)	189
实验 36	强酸与强碱反应的摩尔焓变的测定	192
实验 37	酸碱溶液浓度的标定	195
实验 38	铵盐中氮含量的测定(甲醛法)	199
实验 39	EDTA标准溶液的配制与标定	200

实验 40	自来水中钙、镁含量的测定 .....	203
实验 41	亚铁盐中铁含量的测定 ( $K_2Cr_2O_7$ 法) .....	206
实验 42	$KMnO_4$ 标准溶液的配制与标定 .....	207
实验 43	过氧化氢含量的测定 ( $KMnO_4$ 法) .....	209
实验 44	$Na_2S_2O_3$ 和 $I_2$ 标准溶液的配制与标定 .....	210
实验 45	$AgNO_3$ 和 $NH_4SCN$ 标准溶液的配制与标定 .....	212
实验 46	可溶性氯化物中氯含量的测定 (莫尔法) .....	214
实验 47	邻二氮菲分光光度法测定铁 .....	216
实验 48	磷酸盐中磷含量的测定 (分光光度法) .....	219
<b>第九部分</b>	<b>综合性实验 .....</b>	<b>222</b>
实验 49	磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成及稳定常数的测定 .....	222
实验 50	从茶叶中提取咖啡因 .....	226
实验 51	硫酸亚铁铵的制备及纯度分析 .....	227
实验 52	药片中维生素 C 的测定 .....	229
实验 53	含氮有机物中氮的测定 (凯氏定氮法) .....	230
实验 54	橙皮中柠檬油的提取 .....	232
实验 55	从槐花米中提取芦丁 .....	233
实验 56	从麻黄草中提取麻黄碱 .....	235
实验 57	菠菜色素的提取和分离 .....	237
<b>第十部分</b>	<b>设计性实验 .....</b>	<b>240</b>
实验 58	混合碱样的分析 (双指示剂法) .....	240
实验 59	未知物的鉴定或鉴别 .....	241
实验 60	含镍废催化剂中镍的化学回收 .....	242
实验 61	废干电池的综合利用 .....	243
实验 62	乙酰水杨酸 (阿司匹林) 的制备 .....	245
实验 63	葡萄糖酸锌的制备 .....	246
实验 64	$NaH_2PO_4$ - $Na_2HPO_4$ 混合体系中各组分含量的测定 .....	247
实验 65	石灰石中钙、镁含量的测定 .....	248
实验 66	胃舒平药片中铝、镁的测定 .....	248
<b>附录</b> .....		<b>250</b>
附录 I	元素相对原子质量表 (按原子序数排列) .....	250

## 目 录

附录 II	常用酸碱的浓度表 .....	251
附录 III	常见化合物的相对分子质量 .....	252
附录 IV	常见离子和化合物的颜色 .....	254
附录 V	弱电解质的解离常数 $K^{\ominus}$ .....	255
附录 VI	某些难溶电解质的溶度积常数 (298K) .....	256
附录 VII	某些配离子的稳定常数 .....	257
附录 VIII	标准电极电势 $\varphi^{\ominus}$ (298K) .....	258
附录 IX	乙醇水溶液相对密度及组成表 .....	261
附录 X	某些有机化合物的物理常数 .....	262
附录 XI	某些有机化合物的折射率及校正系数 .....	263
附录 XII	危险药品的分类、性质和管理 .....	263
附录 XIII	某些常用试剂、指示剂和缓冲溶液的配制 .....	266
附录 XIV	常用有机溶剂的纯化 .....	271
主要参考文献 .....		274

# 第一部分 化学实验基本知识

## 一、化学实验与化学实验教学

化学实验是进行化学研究的最基本手段。它是通过实验活动，对具体的化学问题进行实际的操作观察、测试、分析和评价，寻找其化学的本质，给出其变化规律和应用信息的科学。纵观化学发展的历史，许多化学概念、规律的揭示，化学理论的产生，几乎都是建立在化学家们大量的实验研究基础上的。迄今近千万种新物质、新材料的问世和应用，都离不开专业人员反复不断的科学实验。显然化学实验对于化学理论的验证、建立和发展都起着不可替代的推动作用，它是理论发展的唯一基础和源泉。同样，在化学理论向化学应用的转化过渡和开发中，科学实验研究工作也是实现这种转化过程的必经之路和桥梁。因此，我们要在化学以及相关学科领域有所作为、有所发展、有所创造，就必须具有丰富、扎实的化学实验技术和技能。

所以，在农科各专业的学习中，同样必须重视基础化学实验的实践活动，重视在实践中训练和掌握基本的化学实验技术和技能，注重自身能力的锻炼和提高。只有亲临实验的实践活动，才能掌握、积累、深化、提高自己的专业知识和技能。

### (一) 化学实验课的教学目的

化学实验课的教学目的是使学生在认真学习化学专业理论知识的同时，通过实验的实践活动，学习和掌握化学专业的基本实验技术。所谓基本实验技术就是如何研究物质的变化规律，如何分离、分析与鉴别，如何合成和如何将它们与生产实际联系起来，开发、扩展它们的应用。这门技术在技能上的要求：掌握各类实验研究的基本方法和方法原理；学会规范的实验操作方法和技巧；学会观察、分析化学现象和测量数据并获得结果；学会如何选择、安装、测试和使用各种实验仪器，以及如何设计实验方案和选择实验条件等；初步具备独立解决实际问题的能力。

除此之外，实验课的教学目的还在于通过实验实践活动，培养学生求实、求真、实事求是的科学态度和相互协作、共同进取的团队精神，以及在实践活动中启发学生创新和开拓的精神。

简而言之,实验课的教学目的就是学习技术、掌握技能、培养能力、提高素质,培养有知识、有技术、有能力的善于动脑、动手的专业人才。

### (二) 化学实验课的学习方法与教学基本要求

实验课的学习是以学生为主,通过实践活动来学习专业技术知识和技能,掌握从事科学实验研究的基本方法,获取解决实际问题的能力。教师的作用仅是引导和启发学生自主地实践与学习,依据专业技术和技能的基本要求,合理地选择搭配实验项目和内容,使学生对实验方法的学习和技能的训练科学化 and 系统化。同时要求对典型的实验技术、仪器的使用操作进行针对性的规范演示和指导。

对于教学性质的化学实验课在学习时,要求抓住课前实验预习、做实验前的提问与检查、做实验、完成实验报告4个学习环节。

**1. 课前实验预习** 充分预习有关实验内容及实验教材是保证做好实验的一个重要环节。预习应当理解实验的目的、原理、内容,明确基本仪器装置的使用、操作方法、实验注意事项等,做到心中有数。根据不同的实验及指导教师的要求写出预习报告或提纲,认真思考实验中的思考题。

**2. 提问与检查** 实验开始前由指导教师进行集体或个别提问和检查,了解学生对本实验的目的、原理、内容、仪器装置的使用、操作方法及实验注意事项等的预习情况,指导教师可根据提问和检查情况,给学生打分,对没有预习或准备不够的学生,教师可以停止他进行本次实验,在指定日期补做。

**3. 做实验** 学生应遵守实验室规则,接受教师指导,按照实验教材上所指导的方法、步骤、要求及药品用量进行实验。细心观察现象,如实进行记录。同时,应深入思考,分析产生现象的原因。若有疑问,可以相互讨论或询问老师。

实验完成后,原始记录须指导教师检查、认可并签名。

**4. 完成实验报告** 实验报告和实验思考题是本次实验的重要组成部分。实验完成之后,要在指定的时间内完成实验报告,实验报告的内容大致如下:

(1) 实验目的、原理和内容。

(2) 实验记录。实验记录要尊重客观事实,实验现象和原始数据的记录要清晰、可靠。

(3) 实验结果。对实验现象进行分析、解释,对原始数据进行处理,并对得到的实验结果进行讨论。

不同的实验,实验报告的格式不同,要求学生按规定的实验报告格式完成实验报告。

### (三) 化学实验室规则

(1) 进入实验室, 须穿好实验服, 遵守实验纪律和制度, 听从教师和实验室工作人员的指导与安排。

(2) 未写实验预习报告者不得进入实验室进行实验。

(3) 实验前, 认真做好实验准备工作, 检查所需试剂、仪器是否齐全、完好。如果发现破损或缺少, 应立即报告指导教师, 及时补领。未经指导教师同意, 不得拿用别的位置上的仪器。

(4) 实验时应保持肃静, 集中注意力, 认真操作, 仔细观察实验现象, 如实记录实验结果, 积极思考问题。

(5) 实验时应爱护公共财物, 小心使用实验仪器和设备, 节约用水、电和试剂; 使用精密仪器时, 必须严格按照操作规程进行, 避免因粗枝大叶违章操作而损坏仪器。如果发现仪器有故障, 应立即停止使用, 报告指导教师及时处理。

(6) 实验时要求按正确操作方法进行, 注意安全。

(7) 实验时每人应取用自己的仪器, 未经教师许可, 不得动用他人的仪器。实验中若有损坏, 应如实登记补领。

(8) 实验时实验台上的仪器应放置整齐, 并经常保持台面清洁。火柴梗、废纸屑、废液及废渣应放入指定位置或废液缸中, 严禁乱堆、乱放、乱倒。

(9) 实验中取用药品或试剂时, 应按需用量取用, 勿撒落或取错, 取用后及时盖好瓶盖, 放回原处。

(10) 实验完毕后, 应将玻璃仪器洗净, 放回原处, 整理好药品架和实验台面, 打扫卫生, 关好水、电、门、窗。实验室内的一切物品(仪器、药品、实验产物等)不得带离实验室。

(11) 实验记录经指导教师签名认可后, 学生方可离开实验室。

### (四) 实验室安全知识及意外事故处理

进行化学实验时, 要严格遵守关于水、电、气和各种仪器、药品的使用规定。化学药品中, 有很多是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的。所以, 在化学实验中, 必须十分重视安全问题, 而且一定要从思想上认识到安全不仅是个人的事情。发生了事故不仅损害了个人健康, 还危及周围的人们, 并使国家财产受到损失, 影响正常工作的进行, 因此, 决不能麻痹大意。在实验前应充分了解仪器的性能和药品的性质及本实验中的安全事项, 在实验中, 要集中注意力, 严格遵守操作规程和实验室安全守则, 以避免意外事故的发生。另外, 要学会



一般救护措施。一旦发生意外事故，可以进行及时处理。

### 1. 实验室安全守则

(1) 进入实验室，须了解周围环境，明确总电源、急救器材（灭火器、消防栓、急救药品）的位置及使用方法。

(2) 实验室内禁止吸烟、饮食，养成实验完成后立即关闭水、电、气源，不随意乱放仪器、药品的好习惯。

(3) 严防易挥发、易腐蚀试剂泄露，对于易燃、易爆的物质要尽量远离火源。

(4) 保持实验室内的良好通风。对能产生有刺激性或有毒气体的实验，应在通风橱内（或通风处）进行。

(5) 绝对不允许任意混合各种化学药品。倾注药品或加热液体时，不要俯视容器，也不要将正在加热的容器口对准自己或他人。凡使用电炉、煤气灯加热的实验，中途不得离开实验室。

(6) 有毒药品（如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷化合物、汞及汞化合物、氰化物等）不得入口或接触伤口。剩余的废物和金属片不许倒入下水道，应倒入回收容器内集中处理。

(7) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，使用时切勿溅在衣服或皮肤上，尤其是眼睛上；稀释浓酸、浓碱时，应在不断搅拌下将它们慢慢倒入水中；稀释浓硫酸时更要小心，千万不可把水加入浓硫酸里，以免溅出烧伤。

(8) 自拟实验或改变实验方案时，必须经教师批准后方可进行，以免发生意外事故。

(9) 实验室内严禁口尝任何药品。

(10) 实验完毕后洗净双手，方可离开实验室。

### 2. 实验室意外事故的处理

(1) 割伤。伤处不能用手抚摸，也不能用水洗涤。若是玻璃创伤，应先把碎玻璃从伤处挑出。再在伤口处涂抹紫药水或红药水，必要时撒些消炎粉或敷些消炎膏，再用纱布包扎。

(2) 烫伤。在伤口处涂抹烫伤药或用苦味酸溶液清洗伤口，小面积轻度烫伤可以涂抹肥皂水。

(3) 酸碱腐蚀致伤。先用大量水冲洗。酸腐蚀致伤后，用饱和碳酸氢钠溶液或氨水溶液冲洗；碱腐蚀致伤后，用2%醋酸洗，最后用水冲洗。若强酸强碱溅入眼内，立即用大量水冲洗，然后相应地用1%碳酸氢钠溶液或1%硼酸溶液冲洗。

(4) 溴灼伤。立即用大量水冲洗，再用酒精擦至无溴存在为止；或用苯或