




普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材

# 基础化学实验

叶非 徐宝荣 主编

JICHU  
HUAXUE SHIYAN

 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材

# JICHU HUAXUE SHIYAN

## 基础化学实验

叶非 徐宝荣 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验 / 叶非, 徐宝荣主编. —北京: 中国农业出版社, 2015. 6  
 普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-20375-4

I. ①基… II. ①叶… ②徐… III. ①化学实验—高等学校—教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 075482 号

BaO 或 CaO	碱性
KOH 或 NaOH	碱性
# 1.5 液	
# 1A 液	中性
子基	

与子基液分  
 形结构。  
 人。求研下  
 池活化

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 曾丹霞

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.75

字数: 372 千字

定价: 29.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

农林院校“十二五”职业教育改革创新示范  
教材建设“十二五”规划教材

## 内 容 简 介

本教材是普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材。全书共分化学实验基础知识；化学实验基本操作技术；物质的物理量及化学常数的测定；物质的制备、分离与提纯；有机化合物的合成；定量分析；物质的定性分析与结构；综合实验及自行设计实验等8章，选编了59个实验。本教材在编写过程中，注重了教材的立体化建设，将信息化教学资源与纸质教材有机整合并合理运用，制作了网络版课件并在纸质教材中给出了相关链接。本教材内容丰富，结构合理，展现手段新颖、直观，可作为高等农业院校化学实验课的教材，也可供林业、医学、轻工业、师范等院校使用。

中国农业大学出版社

主 编 叶 非 徐宝荣

副主编 姜 彬 李冬梅 杨建新 付 蕾

参 编 (按姓名笔画排序)

衣克寒 刘衣南 邹月利

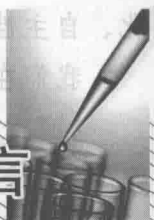
陈 敏 周 楠

主 审 徐雅琴

化学是一门以实验为基础的自然科学。化学理论和定律是根据大量实验进行分析、概括、综合和推理而形成的。化学实验不仅是人们了解物质世界构成、揭示化学变化规律、认识物质变化本质、进行物质合成的重要手段,而且是培养学生创新意识 and 能力的有效途径。在化学实验过程中,学生通过观察实验现象,分析实验数据,总结实验结果以及设计新实验,对已掌握的化学理论知识进一步理解、深化、拓展,从而提高学生的实验技能、动手能力和解决实际问题的能力,培养细致观察和记录实验现象、正确处理实验数据、准确表达并正确分析实验结果的能力;培养学生实事求是的科学态度;培养学生创新意识,提高学生的综合素质。因此,化学课程中实验是化学教学过程的重要组成部分。

随着科学技术的迅速发展,经济建设突飞猛进,对人才的需求提出了更高的要求。近年来,各高校都在不断深化改革,进行教学内容和方法的研究,而课程改革是教学改革的主要内容之一。多媒体和知识载体,是教师实施课堂教学的重要媒介,一本优秀的化学实验教材是化学实验课程教学的重要保证。本教材是普通高等师范院校“十二五”规划教材,全国高等农林院校“十二五”规划教材,是在我们在中国农业大学实验课程体系建设经验的基础上,结合多年的实验课程建设和编写经验编写而成的。我们充分利用现代科学技术不断完善教材建设的观念,立足现代教育理念和现代信息技术平台,以传统纸质教材为基础,以课程为中心,以多层次、多形态、多用途、多层次的教学资源和多种教学服务为内容的立体化课程资源的整合,克服以往纸质形式的单一局限性,将信息化教学资源与纸质教材有机整合并合理应用。我们以黑龙江普通师范“实验化学”教学网站为依托,建立了化学实验及课程的网络资源体系,通过图片、动画、视频等手段将化学实验全方位直观地表现出来。网络版教材中既有标准媒体的视频图像,学生也可以通过鼠标进行模拟操作,完成虚拟实验,使实验操作形象化,增加了教学的直观性。本教材的立体化建设提高了适用性,满足现代学习者个性

# 前言



化学是一门以实验为基础的学科，许多化学理论和定律是根据大量实验进行分析、概括、综合和总结而形成的。化学实验不仅是人们了解物质世界构成、揭示化学变化规律、认识物质性质及研究新物质合成的手段，而且是培养学生创新意识和能力的有效途径。化学实验课的目的在于：学生通过观察实验现象、分析实验数据、总结实验结果以及设计新实验，对已掌握的化学理论知识进一步理解和深化；培养独立工作和独立思考的能力；培养细致观察和记录实验现象、正确处理实验数据、准确表达并正确分析实验结果的能力；培养实事求是的科学态度；培养学生创新意识，提高学生的综合素质。所以，化学实验教学是化学教学过程的重要环节。


随着科学技术的迅速发展，经济建设突飞猛进，对人才的培养提出了更高的要求。近年来，各高校都在不断深化教学改革，进行教学内容和教学方法的研究，而教材建设是教学改革的主要内容之一。教材是知识载体，是教师实施课堂教学的重要媒介，一本优秀的化学实验教材是化学实验课程教学的重要保证。本教材是普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材，是我们在东北农业大学实验课程体系改革经验的基础上，结合多年的实验教学实践组织编写完成的。我们充分利用现代科学技术来完善教材建设的新观念，立足于现代教育理念和现代信息网络技术平台，以传统纸质教材为基础，以课程为中心，以多媒介、多形态、多用途、多层次的教学资源 and 多种教学服务为内容的结构性配套的集合，克服以往教材形式的单一的局限性，将信息化教学资源与纸质教材有机整合并合理运用。我们以黑龙江省精品课程“实验化学”教学网站为依托，建立了化学实验及模拟的网络版体系，通过图片、动画、视频等手段将化学实验全方位直观地表现出来。网络版教程中既有标准操作的视频图像，学生也可以通过鼠标进行模拟操作，完成虚拟实验，使实验操作形象化，增加了教学的直观性。本教材的立体化建设提高了适用性，满足现代学习者个性

化、自主性和实践性的要求。

我们在教材编写工作中对管理、设计等方面进行了创新，主要体现在：

(1)教育理念创新。教材将化学各分支学科所包含的化学实验分离出来，经高度综合，融为一体，自成体系，形成一个有自身特点的新的化学实验课程体系，内容上充分体现了现代知识和技术的综合化、多样化和信息化，以求培养学生的创新精神、创新观念和创新能力。

(2)教材的编写注意体现重视基础、培养能力和提高素质。从素质教育的高度精选和更新教材内容，重视经典内容和现代前沿内容的连接和结合。力争较好地处理更新和继承、知识传授和能力培养之间的关系。

(3)注重教材的网络化建设。将网络化手段与纸质教材相结合，并在教材相关部分提供了链接(带有标注的网址)，学生可以在网络环境下更加有效地学习。

(4)在实验内容上引入化学在农业科学、生命科学、食品科学等方面的应用实例，使学生在对化学实验有初步全面的了解的同时，可以了解化学在农业等领域中的应用。

(5)实验内容涵盖了基础化学的基本实验原理和操作，适当增加了综合性实验、设计性实验和计算机在化学实验中的应用的内容。

(6)附录中摘编了较新的数据资料，供学生实验时查阅。

本教材是由东北农业大学、海南大学、黑龙江中医药大学、沈阳农业大学和南京农业大学的十一位教师共同编写，由东北农业大学叶非和徐宝荣老师担任主编。东北农业大学叶非编写 1.1~1.3；东北农业大学徐宝荣编写 6.1~6.17；东北农业大学姜彬编写 2.13 和 7.1~7.4；东北农业大学李冬梅编写 1.4~1.10 和附录；海南大学杨建新编写 2.12 和 3.1~3.3；黑龙江中医药大学付蕾编写 4.5~4.8；东北农业大学衣克寒编写 2.1~2.5；沈阳农业大学刘衣南编写 3.4~3.7；南京农业大学陈敏编写 4.1~4.4；东北农业大学周楠编写 5.1~5.11 和 8.1~8.12；东北农业大学邹月利编写 2.6~2.11。教材的初稿经主编、副主编审阅、修改，东北农业大学徐雅琴教授仔细审校全稿，最后由叶非教授通读、审定。

在本次编写过程中，我们尽了自己的最大努力，但限于水平，书中难免有错误或不当之处。我们恳切希望使用本书的同行和读者批评和指正。

编者

2015年3月



# 目录

## 前言

1	化学实验基础知识 .....	1
1.1	化学实验教学的作用 .....	1
1.2	化学实验的网络化自主学习 .....	1
1.2.1	网络化学学习的发展 .....	1
1.2.2	化学实验的网络化体系介绍 .....	3
1.2.3	化学实验的网络化体系的使用 .....	5
1.3	实验教学中学生的中心地位和教师的主导作用 .....	5
1.3.1	学生的中心地位 .....	5
1.3.2	教师的主导作用 .....	6
1.4	实验室管理 .....	6
1.4.1	实验室规则 .....	6
1.4.2	实验室操作守则 .....	6
1.4.3	化学灼伤、烫伤、扎伤的预防及处理 .....	7
1.4.4	电器设备的安全使用 .....	8
1.4.5	防火与灭火 .....	8
1.5	实验室常用仪器简介 .....	9
1.5.1	化学实验常用仪器介绍 .....	9
1.5.2	标准磨口玻璃仪器介绍 .....	14
1.5.3	微型化学实验仪器介绍 .....	16
1.5.4	酸度计 .....	17
1.5.5	可见分光光度计 .....	21
1.5.6	电子温度温差测量仪 .....	22
1.6	实验室中的绿色化学 .....	22
1.7	化学试剂基本知识和三废处理 .....	24
1.7.1	化学试剂的分类 .....	24
1.7.2	化学试剂的安全保管 .....	26
1.7.3	化学试剂的“三废”处理 .....	26
1.8	实验用水的规格、制备及检验方法 .....	27
1.8.1	分析实验用水的规格 .....	27



1.8.2 纯水的制备方法	28
1.8.3 纯水的检验	28
1.9 实验预习、记录和报告	29
1.9.1 实验预习	29
1.9.2 实验记录与数据处理	29
1.9.3 实验数据的表达	30
1.9.4 实验报告	31
1.10 常用化学手册和实验参考书	32
<b>2 化学实验基本操作技术</b>	<b>34</b>
2.1 玻璃仪器的洗涤与干燥	34
2.1.1 玻璃仪器的洗涤	34
2.1.2 玻璃仪器的干燥	35
2.2 试剂的取用	35
2.2.1 固体试剂的取用	35
2.2.2 液体试剂的取用	36
2.3 加热与制冷	36
2.3.1 常用加热器具	36
2.3.2 加热方法	39
2.3.3 制冷技术	40
2.4 简单玻璃工操作	41
2.4.1 玻璃管的切割	41
2.4.2 玻璃管的弯曲	42
2.4.3 滴管的拉制	42
2.4.4 毛细管的拉制	42
2.5 塞子的配置	43
2.6 气体的发生、净化、干燥与收集	44
2.6.1 气体的制备	44
2.6.2 气体的净化与干燥	45
2.6.3 气体的收集	46
2.7 常用有机试剂的纯化	46
2.8 常用度量仪器的校正	48
2.8.1 温度计的校正	48
2.8.2 量器的校正	49
2.9 滴定分析基本操作技术	50
2.9.1 量器的分类与分级	50
2.9.2 量器的洗涤	51
2.9.3 量器的基本操作技术	52
2.10 电子天平的使用方法及称量	59
2.10.1 电子天平简介	59
2.10.2 固体样品的称量方法	60

2.10.3 液体样品的称量方法	61
2.11 物质的分离与提纯	61
2.11.1 固液分离	61
2.11.2 结晶与重结晶	66
2.11.3 常压蒸馏	69
2.11.4 减压蒸馏	71
2.11.5 水蒸气蒸馏	73
2.11.6 简单分馏	76
2.11.7 色谱法	78
2.11.8 萃取	83
2.11.9 升华	86
2.12 重量分析基本操作技术	88
2.12.1 基本原理	88
2.12.2 试样的溶解	89
2.12.3 沉淀的生成与陈化	89
2.12.4 沉淀的过滤和洗涤	89
2.12.5 沉淀的干燥和灼烧	89
2.13 物理常数的测定	91
2.13.1 熔点的测定	92
2.13.2 沸点的测定	95
2.13.3 液体化合物折射率的测定	96
2.13.4 旋光度的测定	98
2.13.5 密度的测定	99
3 物质的物理量及化学常数的测定	101
3.1 实验一 熔点的测定	101
3.2 实验二 沸点的测定	102
3.3 实验三 化学反应热效应的测定	103
3.4 实验四 摩尔气体常数的测定	106
3.5 实验五 醋酸离解度和离解常数的测定	108
3.6 实验六 化学反应速率的测定	110
3.7 实验七 糖的旋光度的测定	112
4 物质的制备、分离与提纯	114
4.1 实验八 $\text{KNO}_3$ 的制备	114
4.2 实验九 硫酸铝钾(明矾)的制备及单晶培养	116
4.3 实验十 由粗食盐制备试剂级氯化钠	117
4.4 实验十一 茶叶中咖啡因的提取	119
4.5 实验十二 烟碱的提取	121
4.6 实验十三 纸色谱分离氨基酸	123
4.7 实验十四 薄层色谱分离有机染料	124

4.8	实验十五 柱色谱分离植物色素	125
<b>5</b>	<b>有机化合物的合成</b>	<b>127</b>
5.1	实验十六 正溴丁烷的合成	127
5.2	实验十七 叔戊醇的合成(格氏反应)	129
5.3	实验十八 邻硝基苯酚和对硝基苯酚的合成与分离	132
5.4	实验十九 正丁醚的制备	134
5.5	实验二十 丙酮的合成	136
5.6	实验二十一 苯乙酮的合成(傅-克反应)	137
5.7	实验二十二 乙酰苯胺的合成	139
5.8	实验二十三 乙酸丁酯的合成	141
5.9	实验二十四 乙酰乙酸乙酯的合成	143
5.10	实验二十五 己二酸的合成	145
5.11	实验二十六 苯甲酸的合成	147
<b>6</b>	<b>定量分析</b>	<b>149</b>
6.1	实验二十七 分析天平称量练习	149
6.2	实验二十八 酸碱溶液的比较滴定	150
6.3	实验二十九 食用白醋总酸度的测定	151
6.4	实验三十 HCl 标准溶液的标定	153
6.5	实验三十一 碱样中总碱量的测定	154
6.6	实验三十二 硫酸铵化肥中氮含量的测定	156
6.7	实验三十三 水的总硬度的测定	157
6.8	实验三十四 明矾中铝含量的测定	159
6.9	实验三十五 $\text{KMnO}_4$ 标准溶液的配制与标定	160
6.10	实验三十六 高锰酸钾法测定钙的含量	161
6.11	实验三十七 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	163
6.12	实验三十八 胆矾中铜含量的测定	165
6.13	实验三十九 氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	166
6.14	实验四十 氟离子选择电极测定氟的含量	167
6.15	实验四十一 分光光度法测定 $\text{Fe}^{3+}$ 的含量	168
6.16	实验四十二 氯化钡中结晶水含量的测定	170
6.17	实验四十三 灰分的测定	171
<b>7</b>	<b>物质的定性分析与结构</b>	<b>173</b>
7.1	实验四十四 无机化合物的性质	173
7.2	实验四十五 常见离子的分析鉴定	177
7.3	实验四十六 有机化合物的性质	180
7.4	实验四十七 立体模型组合	188

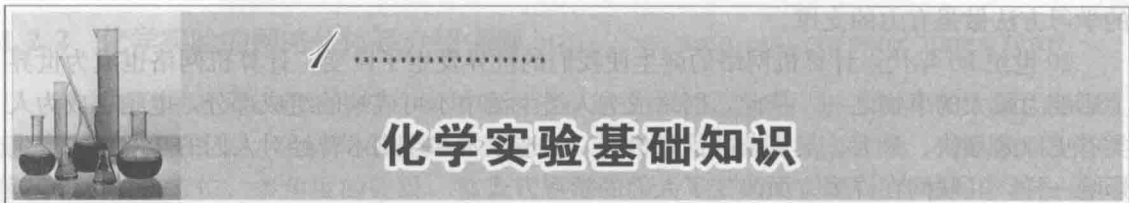
<b>8 综合实验及自行设计实验</b> .....	191
8.1 实验四十八 硫酸亚铁铵的制备及纯度检验 .....	191
8.2 实验四十九 碳酸钠的制备及纯度检验 .....	194
8.3 实验五十 油脂的提取和油脂的性质 .....	196
8.4 实验五十一 从奶粉中分离酪蛋白、乳糖和脂肪 .....	198
8.5 实验五十二 硫代硫酸钠的制备 .....	200
8.6 实验五十三 葡萄糖含量的测定 .....	202
8.7 实验五十四 乙酰水杨酸的合成和红外光谱的测定 .....	206
8.8 实验五十五 外消旋 $\alpha$ -苯乙胺的合成和拆分 .....	209
8.9 实验五十六 农药苯磺隆的制备 .....	212
8.10 实验五十七 植物生长调节剂 2, 4-二氯苯氧乙酸的合成和含量分析 .....	215
8.11 实验五十八 自行设计实验(I)——阴阳离子未知液的分析 .....	218
8.12 实验五十九 自行设计实验(II)——醇、酚、醛、酮、羧酸未知液的分析 .....	218
<b>附录 常用数据</b> .....	220
附录 1 不同温度下液体的密度( $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) .....	220
附录 2 电解质水溶液的摩尔电导( $25^\circ\text{C}$ ) .....	221
附录 3 重要化学物质的毒性和易燃性 .....	221
附录 4 不同温度下水的饱和蒸气压(Pa) .....	224
附录 5 实验室中某些试剂的配制 .....	226
附录 6 水溶液中一些电极的标准电极电势( $25^\circ\text{C}$ ) .....	228
附录 7 几种常用酸、碱的浓度 .....	230
附录 8 几种常用液体的折射率( $n_D$ ) .....	230
附录 9 常用酸碱指示剂 ( $18\sim 25^\circ\text{C}$ ) .....	231
附录 10 常见离子和化合物的颜色 .....	231
附录 11 元素的相对原子质量 .....	234
附录 12 常用缓冲溶液 .....	236
附录 13 常用干燥剂 .....	237
<b>主要参考文献</b> .....	239

## 1.2 化学实验的网络化自主学习

### 1.2.1 网络化学习的发展

整个人类历史发展规律的经验告诉我们,任何一次大的技术革命,都将对人们的生活方式、工作方式和学习方式产生深刻的影响。对于每一个民族和每一个人来讲,这都是一次挑战。

化学实验是化学学科的重要组成部分，也是培养学生科学素养的重要途径。通过化学实验，学生可以直观地观察到物质的性质、变化和反应，加深对化学知识的理解和掌握。同时，化学实验还能培养学生的动手能力、观察能力和思维能力，提高学生的科学素养和创新能力。



## 1.1 化学实验教学的作用

化学是一门以实验为基础的学科。重视和加强实验教学能激发学生的学习兴趣、促使学生主动地学习，使他们切实掌握化学科学的基础知识和技能，深入理解物质的组成、结构、性质、变化之间的辩证关系；实验教学对于帮助学生形成化学概念，巩固化学知识，获得化学实验技能，培养实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法具有不可替代的作用。化学实验有助于学生检验和巩固化学基本概念和化学基础理论，有助于培养学生的操作技能及观察能力、思维能力，使学生养成严谨的科学态度，从而激发学生的认识兴趣，调动学生的学习积极性。

化学实验是高等农、林、水产院校有关专业必修的一门重要基础课，是为了适应 21 世纪高等农、林、水产院校对本科生人才的化学素质、知识和能力的要求，以及我国经济、科技发展和学生个性发展的需要而开设的一门实践性课程。其教学功能是：学生通过化学实验的学习获得化学实验基础理论、基本知识和基本操作技能，使学生逐步学会对实验现象进行观察、分析、联想和归纳总结，培养学生独立操作和分析、解决问题的能力；培养学生严肃、严密、严格的科学态度和良好的实验素养，并为后续课程和将来从事的专业工作奠定坚实的基础。

学生经过基本实验的严格训练，能够规范地掌握基本操作、基本技术和基本技能，学习并掌握基础化学的基本理论和基本知识；通过综合实验，学生可以直接观察到大量的化学现象，经思维、归纳、总结，从感性认识上升到理性认识，加强学生动手、观测、查阅、记忆、思维及表达等智力因素的培养，使学生具备分析问题、解决问题的独立工作能力；在设计实验中，学生由提出问题、查阅资料、设计方案、动手实验、观察现象、测定数据，到正确地处理和概括实验结果，练习解决化学问题，初步具备从事科学研究的能力。

在培养智力因素的同时，化学实验又是对学生进行素质训练的理想场所，包括艰苦创业、勤奋不懈、谦虚好学、乐于协作、求实、求真、存疑等科学品德和科学精神的训练，这些是每一个化学工作者获得成功所不可缺少的因素。

## 1.2 化学实验的网络化自主学习

### 1.2.1 网络化学习的发展

人类历史发展规律的经验告诉我们，任何一次大的技术革命，都将对人们的生活方式、工作方式和学习方式产生深刻的影响。对于每一个民族和每一个人来讲，这既是一次挑战，

更是一种机遇。应当明确地指出,新的学习方式的实现需要新的教育技术手段和与之相适应的学习方法做强有力的支撑。

20世纪90年代,计算机网络的诞生使我们的世界发生了巨变,计算机网络也成为世界上影响力最大的事物之一。从此,网络成为人类生活中不可或缺的组成部分,电脑也成为人类有史以来最快、最大、最复杂的信息机器。像造纸术和印刷术曾经对人们的学习方式产生影响一样,互联网在许多方面改变了人们的学习方式。

当前网络技术使人们感受到信息技术对人类的学习观念和学习方式所产生的影响与挑战。网络信息技术融入学习领域引起的学习革命,极大地改变了传统的学习模式。通过网络进行学习的方式——“网络化学习”也应运而生。网络化学习是一种基于互联网技术平台支持的、开发式的新型学习方式;是一种学习者主动的、自主的、非线性的、交互式的,以获取和理解信息为主的,以多媒体为表现手段的,建立在网络支持之上的学习。网络化学习具有不受时空限制,学习资源多样化,学习自主化、个性化等特点。网络化学习方式彻底改变了让所有学生一起学习的单元化学习模式,从而实现了因材施教。网络化学习可以实现把最好的教师和最好的资源放到网上共享,实现教学资源利用的最大化。网络化学习可使在空间和时间上分离,但在心灵上取得一致的人组成一个学习共同体,从而享受合作学习的乐趣。网络化学习使学习成为一种大规模的各取所需的过程,从而降低学习成本。网络化学习能最大限度地节省学习者和教师的时间,提高工作效率。网络化学习改变了人们的阅读习惯,而使学习者更善于学习和创造,因为超文本代表了一种对于千百年来书本沿用的线性知识组织的重大背离,这种技术将有利于学生自己控制学习的内容和改善学习者的思维品质。与传统学习活动相比较,网络化学习主要具有以下特征:

(1)学习形式打破时空限制 网络化学习可以是实时的、非实时的;可以是在线的、非在线的。在这种教育方式下,受教育的地点不一定是学校中的教室,可以在家里、单位、宿舍、交通工具等公共场所,只要有网络存在,学习就可以随时随地进行。

(2)学习的自主性 在网络化学习环境下,学生完全可以根据自己的基础、学习能力和学习时间等客观条件自主地选择需要学习的内容、学习地点、学习进度、学习方式,也可在教育部门或教育者的指导下进行学习。

(3)学习资源的多样化 在网络化学习环境中,学生学习的信息来源不再仅仅局限于传统的纸质教材和老师在课堂上的讲授。学生在网上获取各方面的信息和各种免费资源,这些资源包括文本、图像、动画、音频、视频、网络教学课件、学习工具软件等多种形式。另外,师生还可以通过网络平台进行实时的或非实时的交流。有些教学资源内容除了有每节课的精讲资源外,还包括教师的课堂讲义、自学光盘、名师讲座、针对性专题讲座、针对性课后练习及各种相关的网站资源链接。

(4)学习的个性化 由于每个学习者对知识的接受、消化能力不同,在网络化学习中,学习者可以任意调节授课的速度,并按照自己的需要有选择地学习某一知识点,直到把教师讲授的内容吸收、掌握并融会贯通。

互联网的出现改变了传统教师拼命灌输和学生被动接受的教育方式,诞生了新的学习革命。网络化学习有助于改变传统教学中以教为主的教学模式,使学生通过网络化学习的方法达到起飞阶段,这种方法使得学生将重点放在学习效果和掌握多种学习手段上。因此,本教材在引导学生进行网络化学习方面进行了一些尝试,希望为有效实现网络化学习提供一些有

益的经验。作进行预习,可以更有效地完成预习任务。

## 1.2.2 化学实验的网络化体系介绍(<http://lxy.neau.edu.cn/syhx/index.htm>)

随着时代的发展,传统的单一纸质教材已不能很好地适应现代新的教学需要,因此必须建立开放式、研究性、立体化的教材。我们在多年的化学实验教学过程中,不断地加强化学实验教材的全方位、多角度的建设,整合已有的资源并吸纳新的资源。在编写本教材的同时,我们非常注重电子教案、CAI 课件、网络课件等电子资源的建设。我们在化学实验教学手段的改革过程中,把上述多种手段和化学实验教材有机地结合起来,通过多媒体、互联网等传播媒介使化学实验的教学内容不断扩充和修改,建立起化学实验的网络化教学体系。

化学实验的网络化教学体系是黑龙江省精品课程的重要组成部分,也是东北农业大学化学实验改革的成果之一,并获得黑龙江省教学成果一等奖。化学实验的网络化体系与本教材相配套,包括普通化学实验、分析化学实验和有机化学实验。它是基于校园网的 Web 应用程序,使用文本、图像、动画、视频等多媒体手段,用网页的形式展示实验内容,作为实验教学的辅助手段,用于指导学生实验前的预习,实验后的答疑和交流,也可以作为教师的教学参考。在使用中,学生只需要访问 <http://lxy.neau.edu.cn/syhx/index.htm> 或本教材中提供的相应网址,就可以很方便地使用化学实验网络化体系进行学习。

化学实验网络化体系共分为课程介绍、单元操作、课程选择和工具箱四大部分。课程介绍中包含了课程的整体情况、教学网站介绍、教学大纲和电子教案等内容。单元操作是化学实验网络化体系的主体部分,包含 27 个单元基本操作。首次使用单元操作部分时,会提示安装 Adobe Shockwave Player 插件,点击安装按钮后,插件会自动安装(图 1-1 和图 1-2)。

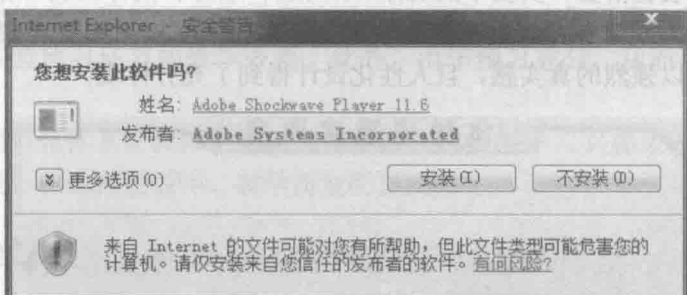


图 1-1 Adobe Shockwave Player 插件的安装提示

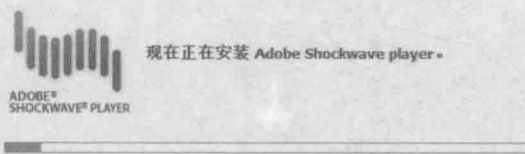


图 1-2 Adobe Shockwave Player 插件安装界面

部分单元操作还需要安装 Virtools Web Player 插件,使用者初次使用时按照网站提供的地址自行下载安装即可。插件安装完毕后,即可观看相应课件。

每个课件包括实验原理、实验装置、实验步骤、实验演示、模拟实验、注意事项及习题解答等内容,图 1-3 是单元操作中回流操作部分的课件操作界面。

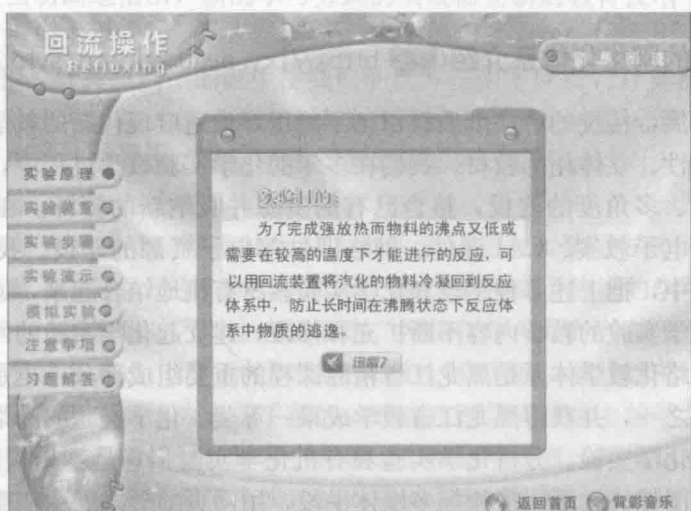


图 1-3 回流操作界面

实验演示是以视频形式向观看者展示实验的基本操作过程及实验现象。

模拟实验通过 Visual C++、Virttools Dev 3.0 等程序编辑完成, 它包括仪器的组装、实验现象动画演示、仪器的拆卸三部分, 可以解决实验课预习难以动手操作的问题。在模拟实验模块中, 学生可以用鼠标完成仪器的搭置、拆卸过程, 还可以观察到惟妙惟肖的实验现象。整个过程都有文字和声音提示, 搭错、拆错装置都会提示错误并显示纠正方法, 以指导学生顺利完成实验装置搭置。实验中的现象(如火焰、烟雾、液体沸腾、液滴回落等)逼真、生动, 而且可以放大或缩小, 并通过键盘的方向键实现 360°效果图旋转观察(图 1-4)。模拟实验能给同学们以强烈的真实感, 且人性化设计得到了充分体现。

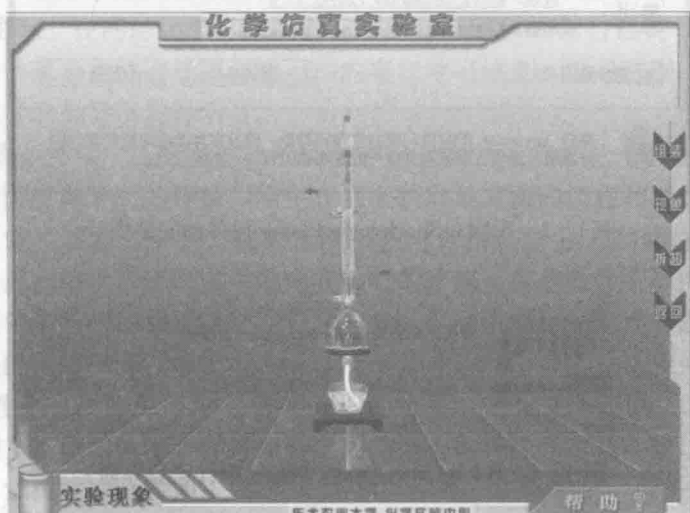


图 1-4 模拟实验模块界面

课程选择模块中列出了 28 个常见实验, 学生在上课之前可以查看自己所要进行的实验内容, 了解实验原理、基本操作步骤和需要注意的事项, 并可以通过基本操作预习对实验中




所涉及的操作进行预习,可以更有效地完成预习任务。

工具箱中提供了一些常用数据和实验室安全事项以及观看课件需要的插件。

化学实验的网络化体系与本教材结合紧密,适用于农林院校师生使用。网络化体系在设计时充分考虑了学习者的特点,网站的结构清晰、模块化的意识强、网页组织合理,学习者能在很短的时间里熟悉网站的结构。

### 1.2.3 化学实验的网络化体系的使用

现代信息技术的蓬勃发展已使网络化学学习成为人们获取知识的重要方式,网络化学的学习和实践为我国现代教育的跨越式发展提供了极好的条件。我们利用计算机信息技术,通过图片、动画、视频等手段,将化学实验中的基本操作分成三大部分(化学基本操作、滴定分析基本操作和有机反应基本操作)全方位、直观地表现出来。化学实验的网络化体系中不仅有标准操作的视频图像,而且有交互的仪器搭置设置,大大增强了课件的生动性和互动性,使实验基本操作教学形象化,增加了教学的直观性,更便于学生课前预习和课后复习,实现了“以学生为主体,以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式。

学生在上课之间可以访问 <http://lxy.neau.edu.cn/syhx/index.htm>,进入课程选择模块,选择相应的实验预习相关实验原理、操作步骤、操作方法和注意事项,也可以通过本书中相应实验中“基本操作预习”栏目给出的相关网址(带有标注的网址)进行预习。

化学实验教学中的难点之一是学生不够重视,课前不能认真预习,面对枯燥、深奥的课本很难提起兴趣,实验课上只是照方抓药。教师对实验原理、实验步骤及注意事项的讲解,往往讲得口干舌燥,学生却听得稀里糊涂,实验做得手忙脚乱,很难保证良好的教学效果。化学实验的网络化体系,很好地解决了实验预习时的“空对空”问题,使实验预习更加充分,从而可提高实验预习环节的教学效果。此外,由于预习充分,从而可增强学生的动手意识。

化学实验的网络化体系使教师上实验课变得轻松,学生学习兴趣浓厚,动手能力增强,常见问题减少,创新能力得到锻炼,教学质量明显提高。

## 1.3 实验教学中学生的中心地位和教师的主导作用

### 1.3.1 学生的中心地位

在实验教学中,必须坚持学生的中心地位。实验教学在理论上明确了学生是实验探索的主体,更是实验教学的主体,所有教学活动都必须围绕学生这个中心开展。为了达到预期的目标,作为主体的学生在实验前必须认真预习。实验从根本上说就是人们需要知道某件事、某个方面、某个理论的时候,从自然现象或模拟自然现象中找出答案的一种手段。因而要求实验者在实验前就必须有明确的目的。例如通过实验应当观察什么现象,测量什么数据,最后获得什么样的结果。为了达到预期的目标,应当制订什么样的实验计划,并选择何种实验仪器,充分了解仪器的性能及操作步骤,了解所需药品的种类、用量及试剂纯度。要做到这些,学生必须认真阅读教材及相关参考资料,并认真做好预习笔记。只有预习充分的学生,实验时才能有条不紊,积极主动地完成各项实验任务,并在实验中不断发现问题和解决问题。