



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

实 验 化 学

(上 册)

刘约权 李贵深 主编



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

实 验 化 学

(上 册)

刘约权 李贵深 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

实 验 化 学

(下 册)

刘约权 李贵深 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。本书是将原来附属在各有关化学课程中处于从属地位的普通化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学与胶体化学实验,以及仪器分析实验,从中分离出来,进行高度综合,自成体系而编著的一门全新体系的高等农、林、水产院校用教材。它包容了目前我国大多数高等农、林、水产院校所开设的通用化学实验,同时吸收了部分高等院校的教学改革成果,内容丰富,结构新颖、合理,是农、林、水产院校独立开设化学实验课的首选教材。本书也可和其它化学教材配套使用。

本书分上、下两册出版,可作为高等农、林、水产院校各专业的教科书,也可供其它专业选用和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

实验化学 上册/刘约权,李贵深主编. —北京:高等教育出版社,1999.9 (2000 重印)

ISBN 7-04-007687-X

I. 实… II. ①刘… 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(1999)第 30621 号

实验化学(上册)

刘约权 李贵深 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×960 1/16

印 张 20.75

字 数 380 000

版 次 1999 年 10 月第 1 版

印 次 2000 年 7 月第 2 次印刷

定 价 17.70 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

(京)112 号

内容简介

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。本书是将原来附属在各有关化学课程中处于从属地位的普通化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学与胶体化学实验,以及仪器分析实验,从中分离出来,进行高度综合,自成体系而编著的一门全新体系的高等农、林、水产院校用教材。它包容了目前我国大多数高等农、林、水产院校所开设的通用化学实验,同时吸收了部分高等院校的教学改革成果,内容丰富,结构新颖、合理,是农、林、水产院校独立开设化学实验课的首选教材。本书也可和其它化学教材配套使用。

本书分上、下两册出版,可作为高等农、林、水产院校各专业的教科书,也可供其它专业选用和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

实验化学(下册)/刘约权,李贵深主编. —北京:高等教育出版社,2000

ISBN 7-04-008071-0

I. 实… II. ①刘… ②李… III. 化学实验-高等学校-教材 IV. 06-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 68087 号

实验化学(下册)

刘约权 李贵深 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京民族印刷厂

纸张供应 山东高唐纸业集团总公司

开 本 787×960 1/16

印 张 15

字 数 270 000

版 次 2000 年 1 月第 1 版

印 次 2000 年 1 月第 1 次印刷

定 价 16.10 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

编委会成员

主 编	刘 约 权	李 贵 深			
副主编	黄 蔷 蔷	李 琳	丁 亚 平	刘 汉 兰	
	耿 金 龙	朱 凤 岗	魏 曙 光	张 荣 华	
编 委	(按姓氏笔划顺序排列)				
	马 晶 军	王 文 保	王 玲	王 淑 玉	邓 月 娥
	尹 洪 宗	李 坤 英	李 敬 慈	陈 学 泽	张 袖 丽
	张 增 强	罗 志 刚	胡 笳	高 向 阳	高 吉 刚
	徐 莉	葛 微	傅 春 玲		

序

作为高等农、林、水产院校基础课教学改革的一项重要成果,《实验化学》一书的出版,值得祝贺。

早在 1986 年,河北农业大学基础部化学教研室首先对化学实验课进行了改革,将原先附属在各有关化学课程中的普通化学实验、有机化学实验、分析化学实验合并为一门“化学实验”,单独设课,单独考核计分,并对教学内容和教学方法逐年进行了卓有成效的改进。1989 年,此项改革获河北省优秀教学成果奖。实践证明,此项改革有助于师生更加重视实践性教学环节;有助于学生自己动手,提高操作技术;有助于培养学生独立思考、分析和解决实际问题的能力;有助于教师增强教学责任感,从而进一步提高自身的业务水平和改进教学方法。总之,它有利于提高实验课的教学质量和教学水平。近十多年来,更有山东农业大学、华南农业大学、仲凯农学院等一批高校进行了这方面的实验和改革,并取得了良好的成效。现在,教育部高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项 04-8-8 课题组在原有的基础上,增加了物理化学与胶体化学实验及现代仪器分析实验内容,形成了一门独立、完整、系统的新课程——实验化学。由此可见,这门课程是经过许多院校的教师辛勤劳动,在教学实践中取得的教学改革成果。

综观《实验化学》教材,我认为有如下特点:

1. 教材将各科的化学实验内容进行了高度综合,自成体系,独立设课,有助于对学生进行整体知识教育。通过本门课程的学习,学生可以了解当前化学在各个领域的应用及发展,以便更深入地学习农、林、水产学科各个专业的前沿知识,提出较深层次的研究问题。

2. 教材内容和结构安排合理,既面向 21 世纪,也考虑目前我国农、林、水产各高校的现状与实际;既有本门课程自身的独立性、系统性和科学性,又照顾到与各有关化学课程及其它专业课程的联系与衔接。通过本门课程的学习,学生将获得必要的化学基本知识和实验技能,以便利用化学知识和严格、严密、严谨的科学态度去研究和解决农、林、水产科学、生命科学以及与化学学科交叉、渗透

所产生的各种问题,使得学生不仅是农、林、水产学科的“内行”,而且对于化学学科也是一个“明白人”。

3. 教材中的综合实验、自行设计实验及部分选做实验,有利于学生对本门课程教学内容的全面了解和掌握,有利于增强学生分析和解决问题的能力以及创新精神的培养,同时也适当照顾了学生个人兴趣的发展。

4. 教材中安排了一些与农、林、水产专业有关的实验内容。这既有利于本门课程与专业相结合,也便于学生了解本门课程与农、林及生命科学的联系,通过本课程的学习,可以了解化学与其它学科(尤其是生命科学、环境科学、农业科学、食品科学及饲料科学、医药科学等)之间的相互交融、渗透与联系,从而培养学生在一定程度上进行生物工程实验应具备的基础知识及技能。

5. 教材中适当安排了一些微量及半微量实验。这不仅是实验化学发展的一个趋势,同时也培养学生在节约化学试剂、减少环境污染方面的意识。使学生了解到化学品在人类社会和自然界创造现代文明的同时,也在某些方面给自然界和人类带来需要避免和克服的灾难。学生们不仅是社会主义的普通劳动者,而且应该是现代文明的建设者,必须自觉地把自已培养成为人类生存和社会环境的监护者。

本书上述特点适应了面向 21 世纪我国农、林、水产高等院校在培养高素质人才、为他们打好应有的化学实验知识和技能基础的需要,适应了我国社会主义市场经济新形势下对学生创新精神和适应能力培养的需要。“实验化学”是在农林科学研究步入生物工程时代,人类开始从分子水平上来认识和解决与农林及生命科学有关的问题,从而需要加强学习实验方法、实验手段和实验技能的时刻诞生的一门新课程。在科学教育改革日益深入的时期,新课程的开设、新教材的出版,具有开拓性,我深信它具有生命力,预祝“实验化学”取得成功。

陶学郁于保定

1998 年 12 月

前 言

为适应 21 世纪着重培养学生创新精神和进行整体化知识教育的现代教育思想,我们将原来附属在各有关化学课程中处于从属地位的普通化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学与胶体化学实验以及仪器分析实验,从中分离出来,进行高度综合,建立化学实验课程的新体系,形成一门系统、完整、独立的新课程——实验化学。

“实验化学”是与有关化学课程相衔接,与农、林、水产各专业相关联,与现代教育思想相适应,以基本操作技能训练为主,突出能力和素质培养,并适应学生个性发展的一门实践性课程。

《实验化学》教材旨在面向 21 世纪化学课程教学改革,适应农、林、水产高校对本科生人才化学素质、知识和能力的要求,以及我国经济发展的需要而编著的,是以介绍化学实验原理、实验方法、实验手段及实验操作技能为其主要内容。

本教材由教育部高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项 04-8-8 课题组提出并组织河北农业大学、浙江大学、安徽农业大学、华中农业大学、南京农业大学、南京林业大学、北京林业大学、华南农业大学、河南农业大学、中南林学院、西北农业大学、山东农业大学等 12 所高校共同编著,教材中包容了目前我国大多数高等农、林、水产院校所开设的通用化学实验内容,其中大大压缩了验证性实验,增加了操作技能训练以及与专业有关的实验,同时吸收了部分高校教学改革的成果,充实和丰富了教材内容。

在教材内容和结构安排上,既面向 21 世纪,又考虑到目前我国农、林、水产高校的现状和实际;既有本门课程自身的系统性、科学性和独立性,又照顾到与有关化学课程及其它专业课程的衔接与联系;本门课程与现有的其它化学课程是相互独立的、相互配合、相互补充的关系,因此既可单独作为一门课程独立开设,也可以(照顾到目前大多数院校化学分设教研室的现实)作为有关化学理论课的配套教材使用。按照下表安排教学,可以实现传统的教学方式——理论在前,实验在后。

学 期		第一学期	第二学期	第三学期		第四学期
有关化学课程的安排		普通化学	有机化学 分析化学	物理化学与胶体化学		仪器分析
实验 化学	安 排	后半学期	全学期	前半学期	后半学期	
	学时分配	30~40	50~60	20~40	20~30	40~70
	教学内容	上 册 内 容			下 册 内 容	

值得指出的是,一些院校的实践经验证明,有些实验在做完之后,再学习有关的理论,效果往往更好,知识掌握得更牢,这大概是因为“理论来自实验,实验是理论的基础”吧。

其次,考虑到专业性质和需要的不同,教材分上、下两册出版,上册可供农、林、水产各专业使用,适用学时 100~140;下册可供生物类、环境类、食品类各专业继续学习使用,其它专业选(修)用,适用学时 60~100。各校可根据自身的具体情况和条件选开教学内容。

全书由主、副编审稿、修改,最后由主编通读、定稿。

河北农业大学原校长陶学郁教授,在任职期间曾于 1986 年提出将普化、有机、分析三个教研室和三门实验课合并,独立设课,并付诸实施,不愧是本门课程的奠基人,编者一致同意请他为本书作序,在此,谨向他致以深深的敬意和衷心的感谢。

在申请封面冠以“面向 21 世纪课程教材”字样的过程中,本教材承蒙教育部高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项 04-8 课题主持人、中国农业大学朱寿珩教授,农业部教学指导委员会化学专业组组长、浙江大学叶孟兆教授以及高等教育出版社和教育部高教司的有关专家审阅,并提出很好的意见和建议,特致谢意。

限于编者水平,书中欠妥乃至错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1998 年 12 月

编委会成员

主 编 刘约权 李贵深
副主编 李敬慈 傅春玲 罗志刚 高向阳
陈学泽 呼世斌
编 委 (按姓氏笔划顺序排列)
丁亚平 马晶军 王 玲 王 静
刘汉兰 邬建敏 曲祥金 李坤英
李 琳 张荣华 孟昭福 赵晓农
章维华 黄蕾蕾 葛 微 魏曙光
主 审 高向阳

责任编辑	岳延陆
封面设计	张楠
责任绘图	李维平
版式设计	史新薇
责任校对	胡晓琪
责任印制	陈伟光

目 录

绪 论	(1)
0-1 实验化学的性质、任务和作用	(1)
0-2 实验化学的基本要求和教学方法	(2)
0-3 实验化学的课程内容	(4)
第一章 实验化学基础知识(一)	(6)
1-1 实验室规则及安全知识	(6)
1-2 常用器皿及用具	(8)
1-3 实验室用水的规格、制备及检验方法	(18)
1-4 化学试剂及有关知识	(21)
1-5 实验记录、实验报告及分析结果的表达	(24)
第二章 实验化学操作技能(一)	(26)
概述	(26)
2-1 简单玻璃工操作及玻璃仪器的洗涤与干燥	(26)
2-2 试剂的取用	(30)
2-3 加热方法与制冷技术	(32)
2-4 气体的发生、净化、干燥与收集	(37)
2-5 常用有机溶剂的纯化	(39)
2-6 滴定分析基本操作及常用度量仪器的使用与校正	(41)
2-7 分离与提纯技术	(48)
2-7-1 过滤	(48)
2-7-2 重结晶	(55)
2-7-3 蒸馏与分馏	(58)
2-7-4 水蒸气蒸馏	(63)
2-7-5 减压蒸馏	(65)
2-7-6 干燥与干燥剂	(69)
2-7-7 色谱法	(73)

2-7-8 萃取	(79)
2-7-9 升华	(82)
2-8 重量分析基本操作及有关仪器的使用	(84)
2-9 物理常数的测定技术	(89)
2-9-1 熔点	(89)
2-9-2 沸点	(96)
2-9-3 折光率	(98)
2-9-4 旋光度	(101)
2-9-5 相对密度	(103)
第三章 物质的制备、分离与提纯	(105)
概述	(105)
3-1 实验一 粗食盐的提纯	(106)
3-2 实验二 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的制备与提纯	(108)
3-3 实验三 苯甲酸的重结晶	(111)
3-4 实验四 工业乙醇的蒸馏与分馏	(112)
3-5 实验五 从烟草中提取烟碱	(115)
3-6 实验六 从茴香籽中提取茴香油	(118)
3-7 实验七 从茶叶中提取咖啡因	(120)
3-8 实验八 油料作物中粗脂肪的提取及油脂 的性质	(122)
3-9 实验九 色谱分离	(125)
3-9-1 纸色谱分离氨基酸(微型实验)	(125)
3-9-2 薄层色谱分离菠菜叶色素(微型实验)	(126)
3-9-3 柱色谱分离有机染料(微型实验)	(129)
第四章 某些物理量及化学常数的测定	(131)
概述	(131)
4-1 实验十 熔点的测定	(131)
4-2 实验十一 液体化合物沸点的测定	(133)
4-3 实验十二 旋光活性物质旋光度的测定	(134)
4-4 实验十三 阿伏加德罗常数的测定	(135)
4-5 实验十四 中和热的测定	(137)
4-6 实验十五 HAc 电离度和电离常数的测定	(140)
4-7 实验十六 化学反应速率的测定	(142)
4-8 实验十七 PbCl_2 溶度积的测定	(146)
第五章 物质的化学性质实验	(149)

概述	(149)
5-1 实验十八 电解质溶液	(149)
5-2 实验十九 氧化还原反应	(153)
5-3 实验二十 配合物的性质	(157)
5-4 实验二十一 吸附与胶体	(161)
5-5 实验二十二 农业上常见离子的基本反应与鉴定	(164)
5-6 实验二十三 有机化合物官能团的性质实验	(172)
5-7 实验二十四 糖和蛋白质的性质	(176)
第六章 物质的定量分析	(181)
概述	(181)
6-1 实验二十五 物质的称量	(181)
6-2 实验二十六 酸碱标准溶液的配制及标定	(183)
6-3 实验二十七 铵盐中含氮量的测定	(187)
6-4 实验二十八 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 中 NH_3 含量的测定	(191)
6-5 实验二十九 混合碱的测定(双指示剂法)	(192)
6-6 实验三十 食醋中总酸量的测定	(194)
6-7 实验三十一 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 法测定亚铁盐中 Fe 的含量	(195)
6-8 实验三十二 示波电位滴定法测定药片中的维生素 C	(197)
6-9 实验三十三 KMnO_4 标准溶液的配制与标定	(198)
6-10 实验三十四 KMnO_4 法测 Ca	(201)
6-11 实验三十五 KMnO_4 法测定双氧水	(202)
6-12 实验三十六 胆矾中 Cu 的测定	(204)
6-13 实验三十七 水的总硬度的测定	(206)
6-14 实验三十八 含碘食盐中含碘量的测定	(208)
6-15 实验三十九 氯化物中 Cl^- 的测定(莫尔法)	(210)
6-16 实验四十 土壤中可溶性 SO_4^{2-} 的测定	(211)
6-17 实验四十一 电位滴定法测定溶液的 pH	(213)
6-18 实验四十二 邻菲咯啉分光光度法测定 Fe	(215)
6-19 实验四十三 磷的比色分析	(218)
第七章 有机合成	(221)
概述	(221)
7-1 实验四十四 乙酸乙酯的合成	(222)
7-2 实验四十五 乙酰苯胺的合成	(225)
7-3 实验四十六 溴苯的合成	(227)
7-4 实验四十七 正溴丁烷的合成	(229)

7-5	实验四十八	2-甲基-2-乙醇的合成	(232)
7-6	实验四十九	三苯甲醇的合成	(235)
7-7	实验五十	乙酸异戊酯的合成(微型实验)	(238)
7-8	实验五十一	苯氧乙酸的合成	(240)
7-9	实验五十二	邻硝基苯酚和对硝基苯酚的合成	(242)
7-10	实验五十三	苯甲醇和苯甲酸的合成	(244)
7-11	实验五十四	三乙基苄基氯化铵(TEBA)的合成	(247)
第八章 综合实验及自行设计实验(一)			(249)
概述			(249)
8-1	实验五十五	硫酸亚铁铵的制备及纯度分析	(250)
8-2	实验五十六	三草酸根合铁(Ⅲ)酸钾的制备及组成的测定	(252)
8-3	实验五十七	从肉桂皮中提取肉桂油及其主要成分的鉴定	(255)
8-4	实验五十八	从松节油合成樟脑	(259)
8-5	实验五十九	自行设计实验(Ⅰ)——阴阳离子未知液的分析	(263)
8-6	实验六十	自行设计实验(Ⅱ)——醇、酚、醛、酮、羧酸未知液的分析	(264)
8-7	实验六十一	自行设计实验(Ⅲ)——Pb、Bi混合液的测定	(265)
第九章 仪器简介(一)			(267)
9-1	分析天平		(267)
9-2	酸度计		(274)
9-3	可见分光光度计		(277)
9-4	电位滴定仪与示波电位分析装置		(281)
9-5	计算机在实验化学中的应用		(287)
附录(一)			(292)
附录一 元素相对原子质量表(1997年)			(292)
附录二 常见离子和化合物的颜色			(295)
附录三 几种常用酸、碱的浓度			(298)
附录四 不同温度下H ₂ O的饱和蒸气压			(299)
附录五 常用试剂的配制			(300)
附录六 常用指示剂及试纸的制备			(303)
附录七 常用缓冲溶液及洗涤剂			(309)

附录八 常用化学手册及有关文献简介(I)·····	(310)
参考资料·····	(313)