



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

普通化学实验

赵成爱 刘俊渤 尹成日 主编

第三版

 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

普通化学实验

第三版

赵成爱 刘俊渤 尹成日 主编

中国农业出版社 ◀

图书在版编目(CIP)数据

普通化学实验 / 赵成爱, 刘俊渤, 尹成日主编. —
北京: 中国农业出版社, 2015.1

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 978-7-109-19195-2

I. ①普… II. ①赵… ②刘… ③尹… III. ①化学实
验—高等学校—教材 IV. ①O6-3

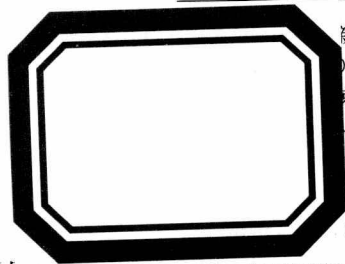
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 000447 号

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



新华书店北京发行所发行

2015 年 1 月第 3 版

北京第 1 次印刷

16 印张: 11.5

千字

0 元

(凡出版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内容简介

本书为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。

全书分为绪论、普通化学实验基础知识、普通化学实验基本操作、实验选编、附录五部分。实验选编部分包括物质的制备与提纯实验、物质的化学性质实验、某些物理量及化学常数的测定实验、综合实验及设计实验、演示实验、研究性实验。实验内容增设了微型化学实验和与农林院校各专业结合紧密的实验内容。本书在内容选择上注重改革创新与继承传统相结合、理论与实践相结合、经典方法与现代方法相结合，注重通用性、广泛性、实用性。

本书可作为高等农、林、水产院校各专业的教材，也可供社会读者阅读。

第三版编审名单

- 主 编** 赵成爱 (吉林农业大学)
刘俊渤 (吉林农业大学)
尹成日 (延边大学)
- 副主编** 程志强 (吉林农业大学)
申凤善 (延边大学)
司艳玲 (吉林农业大学)
- 参 编** 常海波 (吉林农业大学)
于海玲 (吉林农业大学)
赵欣宇 (吉林农业大学)
张莲姬 (延边大学)
严华玉 (延边大学)
夏 泉 (沈阳农业大学)
于立红 (黑龙江八一农垦大学)
- 主 审** 赵明宪 (吉林农业大学)

第一版编审名单

- 主 编** 赵成爱 (吉林农业大学)
刘俊渤 (吉林农业大学)
申凤善 (延边大学)
- 副主编** 于晓斌 (吉林农业大学)
杨桂霞 (吉林农业大学)
王大鹏 (吉林农业大学)
- 参 编** 司艳玲 (吉林农业大学)
于海玲 (吉林农业大学)
李国权 (吉林大学)
李立英 (吉林大学)
李 艳 (吉林大学)
崔晓辉 (吉林大学)
夏 泉 (沈阳农业大学)
冷丰收 (延边大学)
- 主 审** 赵明宪 (吉林农业大学)

第二版编审名单

主 编 赵成爱 (吉林农业大学)

刘俊渤 (吉林农业大学)

申凤善 (延边大学)

副主编 于晓斌 (吉林农业大学)

杨桂霞 (吉林农业大学)

王大鹏 (吉林农业大学)

参 编 司艳玲 (吉林农业大学)

于海玲 (吉林农业大学)

李国权 (吉林大学)

李立英 (吉林大学)

李 艳 (吉林大学)

崔晓辉 (吉林大学)

夏 泉 (沈阳农业大学)

冷丰收 (延边大学)

主 审 赵明宪 (吉林农业大学)



第三版前言

本书作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《普通化学》的配套实验教材于2008年7月第1版及2010年7月第2版印制发行以来,受到农业院校广大师生的好评与青睐,尤其是第2版发行以来,在普通化学实验课程改革中收到了非常显著的效果。本次修订作为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”规划教材出版,从内容上进行了充实,为满足提高学生综合素质的需要,增设了研究性实验和与农林院校各专业结合紧密的实验内容。全书分为绪论、普通化学实验基础知识、普通化学实验基本操作、实验选编、附录五部分。实验选编部分包括物质的制备与提纯实验、物质的化学性质实验、某些物理量及化学常数的测定实验、综合实验及设计实验、演示实验、研究性实验。

参加本书修订的有:吉林农业大学赵成爱、刘俊渤、程志强、司艳玲、常海波、于海玲、赵欣宇,延边大学尹成日、申凤善、张莲姬、严华玉,沈阳农业大学夏泉,黑龙江八一农垦大学于立红。最后由赵成爱定稿,由赵明宪主审。

本次修订是我们对普通化学实验课程改革的又一次尝试,也是提高学生素质的一次教学检验。由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请同行专家和广大师生批评指正。

编者

2014年7月



第一版前言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《普通化学》的配套实验教材。

《普通化学实验》是体现化学实践性的教材之一。通过实验使学生获得感性认知，加深对所学基本理论、无机化合物性质和反应性能的理解，熟悉无机化合物的一般分离和制备方法，掌握基础无机化学的基本实验方法和操作技能，培养学生严谨的科学态度及分析问题和解决问题的能力。

本书是作者在多年从事高等农林院校普通化学教学的基础上编写的。内容包括普通化学实验使用的仪器，规范化的仪器操作方法，实验内容和附录三部分。实验仪器部分以图文形式介绍了普通化学实验所使用的仪器名称、规格及用途，并附以使用注意事项。操作技术规范中详细介绍了称量、溶解、定容、溶液移取、加热及玻璃工入门。实验内容部分则尽可能结合农林院校普通化学的教学内容，收录了基本原理的验证实验，化合物性质、一些常数的测定及农业上常见的离子分析实验、综合实验和设计实验，以及演示实验。有些实验内容同时给出微量化的操作，供有条件的院校在实验课中选用。附录部分提供了与实验有关的数据资料、常用溶液的配制方法等，可供教师和学生参考。

参加本书编写的有：赵成爱、刘俊渤、申凤善、于晓斌、杨桂霞、王大鹏、司艳玲、于海玲、李国权、李立英、李艳、崔晓辉、夏泉、冷丰收等。最后由赵成爱定稿，由赵明宪主审。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中缺点与错误在所难免，恳请广大师生批评指正。

编者

2008年7月



第二版前言

本书作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材于2008年7月第1版印制发行以来,受到农业院校广大师生的好评,取得了良好的教学效果。本次再版,主要是普通化学课程改革的需要,部分高校普通化学实验课每次课学时由2学时改为4学时,《普通化学实验》第2版在保持教材原有的特点基础上,从体系、结构、内容上进行了以下调整。

1. 教材结构进行了重新设计,教材分为绪论、普通化学实验基础知识、普通化学实验基本操作、实验选编、附录五部分。

2. 绪论部分除了给出实验任务与要求外,还提供了实验报告参考格式。

3. 删去了溶液的配制实验,增设了溶液配制的相关知识。

4. 实验选编部分对实验内容重新进行了分类。实验内容分为物质的制备与提纯实验、物质的化学性质实验、某些物理量及化学常数的测定实验、综合实验及设计实验、演示实验。实验内容增设了综合性实验,化学常数测定实验增设了方法先进的实验,附录部分数据采用了配套普通化学理论教材的数据。

参加本书编写的有:赵成爱、刘俊渤、申凤善、于晓斌、杨桂霞、王大鹏、司艳玲、于海玲、李国权、李立英、李艳、崔晓辉、夏泉、冷丰收等。最后由赵成爱定稿,由赵明宪主审。

这次再版是我们对普通化学课程改革的又一次尝试,书中缺点与错误在所难免,恳请同行专家和广大师生批评指正。

编者

2010年7月



目 录

第三版前言

第一版前言

第二版前言

绪论	1
0.1 普通化学实验的教学目的	1
0.2 怎样上好普通化学实验	1
0.3 实验报告参考格式	2
第一章 普通化学实验基础知识	5
1.1 实验室安全守则	5
1.1.1 一般的安全规则	5
1.1.2 易燃、有毒、有腐蚀性药品的使用规则	5
1.1.3 防火与灭火	6
1.1.4 实验室中意外事故的处理	7
1.2 实验常用仪器介绍	7
1.3 溶液配制的相关知识	14
1.3.1 一般溶液的配制	14
1.3.2 基准溶液的配制	15
1.3.3 标准溶液的配制	15
1.3.4 饱和溶液的配制	16
第二章 普通化学实验基本操作	17
2.1 玻璃仪器的洗涤和干燥	17
2.1.1 仪器的洗涤	17
2.1.2 洗涤方法	18

2.1.3 玻璃仪器洗涤要求	18
2.1.4 仪器的干燥	18
2.2 试剂及其取用方法	19
2.2.1 固体试剂的取用	19
2.2.2 液体试剂的取用	20
2.3 加热方法	21
2.3.1 加热装置及使用方法	21
2.3.2 加热方法	24
2.4 玻璃工操作和塞子打孔	25
2.4.1 截断玻璃管的操作	25
2.4.2 弯曲玻璃管的操作	25
2.4.3 拉玻璃管操作	26
2.4.4 塞子钻孔	26
2.5 几种天平的使用方法	27
2.5.1 托盘天平的使用方法	28
2.5.2 JD200-3 型电子天平的使用方法	28
2.5.3 Sartorius110s 电子天平的使用方法	29
2.5.4 分析天平的使用注意事项	30
2.6 液体体积的量取	30
2.6.1 量筒的使用方法	30
2.6.2 移液管的使用方法	31
2.6.3 容量瓶的使用方法	32
2.6.4 滴定管的使用方法	33
2.7 溶液与沉淀的分离及沉淀的洗涤	38
2.7.1 倾析法	39
2.7.2 过滤法	39
2.7.3 离心分离法	41
2.8 秒表、密度计的使用	42
2.8.1 秒表的使用方法	42
2.8.2 密度计的使用方法	43
2.9 温度计的使用	43
2.10 干燥器的使用	44
2.11 溶解、蒸发与结晶	44
2.11.1 固体的溶解	44

2.11.2 蒸发(浓缩)	44
2.11.3 重结晶	45
第三章 实验选编	46
第一节 物质的制备与提纯实验	46
实验一 粗食盐的提纯	46
实验二 碳酸钠的制备	48
实验三 硫酸镍铵的制备	50
实验四 五水硫酸铜的制备与提纯	54
实验五 橘皮中果胶的提取	57
第二节 物质的化学性质实验	60
实验六 化学反应速率	60
实验七 酸碱解离平衡	62
实验八 沉淀溶解平衡	67
实验九 氧化还原反应	69
实验十 配位化合物	74
实验十一 吸附与胶体	78
实验十二 卤素	83
实验十三 氮、磷、硫	85
实验十四 铁、钴、镍	87
实验十五 农业上常见阳离子分析	90
实验十六 农业上常见阴离子分析	93
第三节 某些物理量及化学常数的测定实验	95
实验十七 化学反应速率常数的测定	95
实验十八 醋酸解离度和解离常数的测定	98
实验十九 碘酸铜溶度积的测定	100
实验二十 二氯化铅溶度积的测定	103
实验二十一 电极电势的测定	106
实验二十二 配位化合物的配位数及稳定常数的测定	108
实验二十三 凝固点下降法测萘的相对分子质量	111
实验二十四 化学反应热效应的测定	114
第四节 综合实验及设计实验	118
实验二十五 硫酸亚铁铵的制备及纯度分析	118
实验二十六 硫代硫酸钠的制备和应用	120

实验二十七 由锌灰制备硫酸锌和提取金属镉	124
实验二十八 三草酸根合铁(Ⅲ)酸钾的制备及其化学式的确定	128
实验二十九 设计实验 I 离子鉴定和未知物的鉴别	131
实验三十 设计实验 II 硝酸钾的制备和提纯	132
实验三十一 设计实验 III 由废铁屑制备三氯化铁	134
实验三十二 设计实验 IV 从废定影液中回收金属银	134
第五节 演示实验	135
实验三十三 稀溶液的通性	135
实验三十四 胶体的性质	139
第六节 研究性实验	141
实验三十五 DPPH·法测定中药成分抗氧化活性	141
实验三十六 溶胶凝胶-微波加热法合成微/纳米材料	143
附录	149
附录一 某些盐的焰色	149
附录二 几种常用酸、碱的浓度	149
附录三 常见配离子的稳定常数	150
附录四 常见盐类在水中的溶解性	151
附录五 一些常见弱酸、弱碱在水溶液中的解离常数 $K^{\ominus}$	152
附录六 几种常用试纸的制备	153
附录七 常见离子和化合物的颜色	153
附录八 常用试剂的配制	156
附录九 常用化合物的摩尔质量	158
附录十 标准电极电势表(298 K)	162
附录十一 常见难溶电解质的溶度积 $K_{sp}^{\ominus}$ (298 K)	164
主要参考文献	166

绪 论

0.1 普通化学实验的教学目的

普通化学实验是高等农林院校各相关专业的重要基础课,以介绍化学实验原理、实验方法、实验手段以及实验操作技术为主要内容,作为大学实验系列的第一门课程,在训练学生的基本操作、培养学生的学习兴趣、启迪学生的学习方法、为进一步学习其他实验课程打下坚实基础等方面具有重要的意义。

普通化学实验的主要教学目的是:使学生正确掌握化学实验的基本方法和基本技能,学会正确记录实验数据和现象;培养学生严肃认真、实事求是的科学态度,认真细致的工作作风,整洁有序的良好习惯和互助协作的团队精神;巩固和加深对所学的理论知识的理解,并运用所学的理论知识对实验现象进行分析、推理和联想;学习科学的思维方法。

0.2 怎样上好普通化学实验

为了在普通化学实验课上真正地有所收获,学生应具有正确的学习态度和学习方法,必须做好如下几个环节的工作。

(1)实验前的预习工作直接影响实验课的收获大小。预习是做好实验的前提,为保证在有限的学时中获得最好的效果,必须做好预习工作。

①对于性质实验,要了解每个小实验的目的、理解其原理、预测其实验现象和结果,更重要的是思考实验步骤的设计是如何来完成实验目的的。

②对于测定实验,在预习时要了解实验原理,更重要的是要了解所用仪器的使用方法以及注意事项。预习时要画出记录数据的表格。

③对于制备实验,要理解制备过程中每一步的原理及操作方法,要注意协调各个步骤间的关系,提高工作效率,确保实验的成功。

④对于设计实验,要根据化学原理以及给定的实验条件设计出可行的实验

方案。方案中要有详细的实验步骤(包括加入试剂的种类、次序、用量及操作方法等)。为了设计出合理的方案,课前要和老师讨论并回答预设的问题,在实验设计方案得到老师允许后方可开始实验。

为督促预习,要求写出预习报告,规定没有预习报告者不得进实验室做实验。

(2)实验室就是课堂,学生进入实验室后必须保持肃静,不许大声喧哗、谈笑,应立即进入自己的位置,做好实验前的准备工作,如洗涤玻璃仪器等。学生要树立一个观念,自己做实验的仪器必须自己动手洗涤干净,否则实验中出现一些反常现象是无法找出原因的。当教师扼要讲解本次实验有关问题及注意事项时,要注意听讲并认真思考。实验中要认真规范地操作,要细致全面地观察实验现象,要思考所观察到的实验现象是否已经达到了预期要求,要及时记录实验现象和实验数据。若出现与实验前预测的现象不同的“反常”现象,要实事求是地认真分析原因,出现错误要重做实验。

实验过程中实事求是的科学态度很重要,良好的、整洁的操作习惯也至关重要,要求学生在实验时保持台面的整洁,应把各种仪器摆放合理,把实验现象及时记录在报告上,不允许随手记在一张任意的纸上或写在手上,更不允许事后追记。应使整个实验过程有条不紊,实验操作一丝不苟。当实验结束后,一定要认真整理台面,把所有仪器洗涤干净,排列整齐。

(3)实验后写出符合要求的实验报告,对报告的格式无一定的要求,但每次实验报告必须包含下列内容:实验目的、实验内容、实验步骤、实验现象、实验结果及对结果的分析。

0.3 实验报告参考格式

能书写出一份合格的实验报告是大学生应具备的基本能力。实验报告并没有固定的模式,但一份合格的实验报告必须有下列几方面的内容:完整的实验步骤、正确无误的原始记录、实验结果和结果讨论或分析(一份好的实验报告一定要有此部分)。

现将普通化学部分实验报告的主要格式分列于下,供参考。

(一)元素及化合物性质实验类实验

实验七 酸碱解离平衡

班级

姓名

实验时间

1. 实验目的

2. 实验原理

3. 实验仪器

4. 实验步骤

实验步骤	现象	反应式	解释或结论
HAc 溶液 5 滴 + 甲基橙 1 滴 + 少量 NaAc(s)	红色 红色→黄色	$\text{HAc} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Ac}^-$	甲基橙的变色范围: 3.1~4.4 0.1 mol·L ⁻¹ HAc 的 pH<3.1, 故呈红色, 加入 Ac ⁻ , 由于同离子效应, HAc 解离度减小, 使溶液 pH>4.4, 故呈黄色
NH ₃ ·H ₂ O 溶液 5 滴 + 酚酞 1 滴 + NH ₄ Ac 3 滴	红色 红色褪色	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	酚酞的变色范围: 8~10 0.1 mol·L ⁻¹ NH ₃ ·H ₂ O 的 pH>10, 故呈红色, 加入 NH ₄ ⁺ , 由于同离子效应, NH ₃ ·H ₂ O 解离度减小, 使溶液 pH<8, 故褪色

(二) 常数测定类实验

实验十八 醋酸解离度和解离常数的测定

班级

姓名

实验时间

1. 实验目的

2. 实验原理

3. 实验仪器

4. 实验步骤

(1) 不同浓度 HAc 溶液的配制

(2) 测定 pH

数据记录:

编号	$c(\text{HAc})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	pH	$c(\text{H}^+)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$\alpha(\text{HAc})$	$K^\ominus(\text{HAc})$
1					
2					
3					

计算过程:

结果讨论:

(三) 制备实验