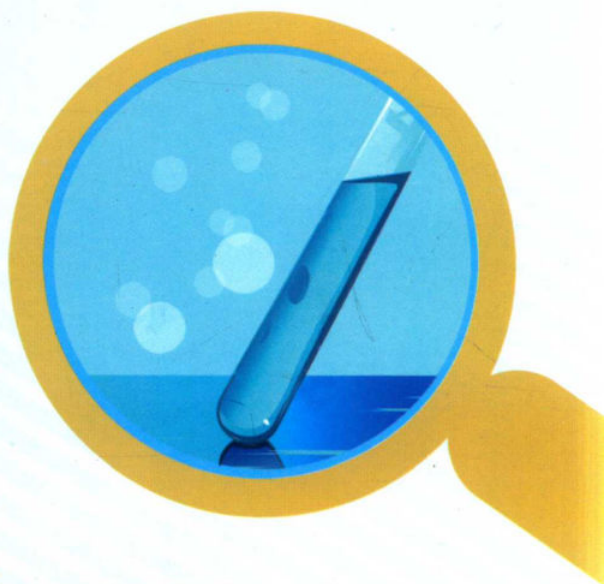




普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

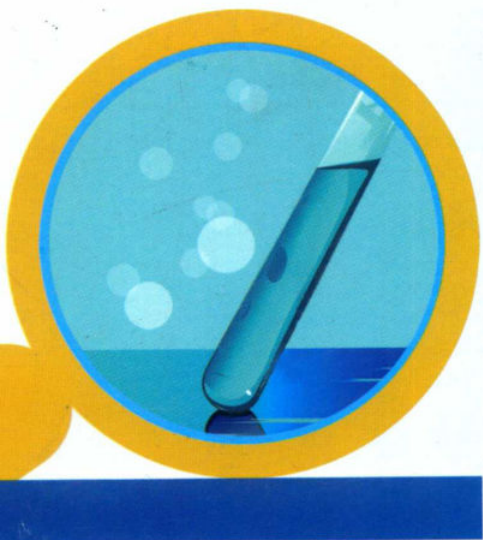
普通化学实验

敖特根 阿娟◎主编



 中国农业出版社

欢迎登录：中国农业出版社<http://www.ccap.com.cn>
全国农业教育教材网<http://www.qgnyjc.com>



封面设计 贾利

ISBN 978-7-109-1790



9 787109 179004 >

定价：16.00元

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

敖特根 阿娟 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通化学实验 / 敖特根, 阿娟主编. —北京: 中国农业出版社, 2013. 7 (2014. 1 重印)

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 978-7-109-17900-4

I. ①普… II. ①敖… ②阿… III. ①化学实验-高等职业教育-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 104538 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 100125)

策划编辑 曾丹霞

文字编辑 曾丹霞

北京中兴印

2013 年 8

开本:

行所发行

次印刷

. 25

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 敖特根 阿 娟

副主编 张 霞

编 者 敖特根 阿 娟 张 霞

付 媛 杨 威

前 言

普通化学实验作为高等农林院校非化学专业的本科学生的一门实践基础课，是普通化学课程的重要实践教学环节。该课程旨在为学生提供将课堂理论知识与实际相结合的宝贵的实践机会。充分的实验教学能提高学生的独立操作、分析记录、撰写报告等多方面的综合能力。由于近年非化学专业本科生的课程体系的调整和变动，普通化学实验这门课程已经由原来的仅有农科类学生修读扩大到所有修读普通化学理论课程的专业必修课程，受众面远远大于以前。这就对该课程提出了更高的要求，因此，我们结合多年的教学经验，参考近年来国内同类教材编写了《普通化学实验》教材，以适应课程改革的发展需求。

本教材在内容上主要分为绪论、常用仪器及基本操作、实验室精密仪器使用简介、实验部分。在与普通化学理论课程基本框架相一致的基础上共选择了18个实验，供不同专业方向的学生学习。在实验顺序编排上按基本操作实验、化学原理及化学平衡、元素性质及定性分析实验、综合性实验的顺序，有助于选择不同类型的实验进行循序渐进的训练。同时在实验的选择上注重了实验的安全性、可操作性和趣味性。

参加本教材编写工作的有敖特根、阿娟、付媛、杨威、张霞。其中第1部分绪论由敖特根和张霞编写，第2部分常用仪器及基本操作由阿娟和付媛编写，第3部分实验室精密仪器的使用简介、第4部分实验部分的实验一到实验十由张霞编写，实验十一到实验十八由付媛编写，附录由杨威编写。全书由张霞统一整理，由敖特根、



阿娟审阅定稿。

本教材编写过程中融入了内蒙古农业大学理学院化学系普通化学课程组所有成员的教学经验，他们的有益建议对本教材的出版帮助很大。另外在本教材的编写和出版过程中，受到内蒙古农业大学教材科和中国农业出版社各位老师的大力支持，在此表示衷心的感谢！

限于编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请专家和读者批评指正。

编者

2013年5月于内蒙古农业大学

目 录

前言

第 1 部分 绪论	1
1.1 普通化学实验的目的和要求	1
1.2 教学过程及内容	2
1.3 实验室中一般伤害的救护	4
1.4 灭火常识	5
1.5 实验室纪律及实验成绩评定	6
第 2 部分 常用仪器及基本操作	8
2.1 基本实验仪器	8
2.2 玻璃仪器的洗涤和干燥	13
2.3 比重计及天平的使用	15
2.4 液体体积的度量仪器及其使用方法	17
2.5 试剂及取用方法	20
2.6 溶解、结晶与固液分离	21
2.7 加热仪器的使用	26
第 3 部分 实验室精密仪器使用简介	29
3.1 EL20 型 pH 计的使用操作说明	29
3.2 低速离心机的使用	32
3.3 DDS-11A 型电导率仪基本原理及其操作方法	34
3.4 ZD-2 型自动电位滴定仪	36
3.5 T6 新悦可见分光光度计	38
第 4 部分 实验部分	41
实验一 溶液的配制	41



实验二	氯化钠的提纯	43
实验三	硫酸亚铁铵的制备	45
实验四	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的制备与提纯	48
实验五	凝固点下降法测定摩尔质量	50
实验六	化学反应摩尔焓变的测定	53
实验七	化学反应速率及活化能的测定	57
实验八	醋酸解离常数的测定	61
实验九	氯化铅溶度积的测定	64
实验十	邻菲罗啉分光光度法测定铁	66
实验十一	沉淀溶解平衡	69
实验十二	氧化还原反应	72
实验十三	配位平衡	76
实验十四	吸附与胶体	80
实验十五	三草酸合铁(III)酸钾的制备及组成分析	83
实验十六	Co(III) 配合物的制备及组成鉴定	85
实验十七	海带中碘含量的测定	87
实验十八	茶叶中茶多酚的提取	89
附录	93
附录一	不同温度下水的饱和蒸汽压	93
附录二	几种常用酸碱的密度和浓度	94
附录三	弱电解质在水溶液中的标准离解常数	95
附录四	一些难溶电解质的标准溶度积常数(298K)	96
附录五	常见配离子的标准稳定常数	97
附录六	标准电极电势(298K)	98
附录七	常见离子和化合物的颜色	102
附录八	实验室常用的酸碱指示剂	103
附录九	普通有机溶剂的性质	103
附录十	元素的相对原子质量表(1989)	103
附录十一	特殊试剂的配制	105
主要参考文献	107

第1部分

绪 论

1.1 普通化学实验的目的和要求

普通化学是高等农业院校各有关专业本科学生必修的重要基础课程，是高级农业科技工作者知识结构的重要组成部分。普通化学实验与普通化学课程相辅相成，是教学中必不可少的重要环节；同时，它也是非化学类本科生进入大学所接触的第一门实验课，是后续相关理论、实验课程的重要基础。普通化学实验既是独立的课程，又与相应的理论课相互配合，也是衔接高中与大学化学实验课程的桥梁。从内容上讲，普通化学实验课程涉及简单无机化合物制备、分离和提纯的基本方法，一些基本物理化学常数的测定及元素性质实验等实验内容。

1.1.1 普通化学实验的主要目的

(1)使学生正确掌握化学实验的基本方法和基本技能，以及从事化学研究的基本思想方法。

(2)学会正确记录实验现象和数据，培养实事求是的科学态度和严谨细致的实验作风；巩固和加深对所学知识的理解，并运用所学理论知识对实验现象进行分析、推理和联想。

(3)初步学会查阅专业书籍和学术期刊的方法，并能运用文献中的知识解释实验中的问题；进一步培养学生对这门基础学科的兴趣。

1.1.2 普通化学实验的课程要求

实验室安全问题不仅是个人问题，发生事故不仅损害个人的健康，还会危及周围的人们，并使国家财产受到损失，影响工作的正常进行，因此重视安全操作，熟悉一般的安全知识是非常必要的。

(1)尽早熟悉实验室的水、电、气的开关位置，不要用湿的手、物接触电源。水电一经使用完毕立即关闭。点燃的火柴用后立即熄灭，不得乱扔。酒精



灯随用随点，加热液体时将试管口朝向无人的地方。

(2)有毒、有刺激性的气体的操作都应在通风橱内进行。当需要借助嗅觉判断少量气体时，应用手轻轻扇动少量气体进行嗅闻。

(3)使用乙醚、乙醇、丙酮等易燃易爆的物质时都应远离明火，取用完毕后应立即盖紧瓶盖。

(4)使用浓酸、浓碱、洗液等强腐蚀性液体时，要避免接触衣物和皮肤尤其是眼睛。稀释它们的溶液时，应将浓溶液倒入稀释液中，并不断搅拌。

(5)有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、氰化物、砷的化合物、汞的化合物，特别是氰化物)不得进入口内或接触伤口。剩余的废液也不能随便倒入下水道，应倒入教师指定的回收容器内。

(6)实验室内禁止吸烟、饮食。公共仪器试剂使用后应物归原位，实验结束后应洗净双手后离开实验室。

1.2 教学过程及内容

本课程主要从实验预习、实验过程、实验报告及课堂讨论等方面对学生进行考查。要求学生将预习报告、实验记录写到专用的实验记录本上。每次实验结束后，须由任课教师确认已完成所有实验内容，审阅实验记录本并在上面签字后方可离开实验室。

1.2.1 实验预习

实验前要充分预习，明确实验目的和要求，了解实验所使用的仪器、试剂，初步理解实验内容、方法和基本原理，查阅必要的文献资料。在预习的基础上写出预习报告，其内容主要包括实验名称、简明扼要的实验目的和原理、实验内容及步骤(对于制备实验和常数测定实验，要求写出实验步骤，设计好数据记录表格；对于元素性质实验，要求设计好包括实验内容、现象、反应方程式、解释、备注等项目在内的表格)、回答预习思考题。对实验进行充分的预习是顺利进行实验的基本前提。因此，对未预习实验的学生，必须首先完成预习，经教师同意后方能进行实验。

1.2.2 实验过程

实验参照预习报告进行。实验中要仔细观察现象，并将实验现象、数据等填写在预习报告写好的表格中。养成边做实验边观察和记录的习惯，尊重实验事实，如实记录实验现象及数据。实验记录本不得撕页，不得在记录本以外的



任何地方记录数据。实验记录要准确、整齐、清楚，不得使用铅笔和红色笔做记录，不得随意涂改实验记录，如某个数据或现象确为误记，可用笔轻轻划去，并简单注明理由，便于检查。

1.2.3 实验报告示例

实验报告是实验结果的总结，也是把感性认识上升到理性认识的思维记录，是研究成果的结晶，必须认真完成。报告的内容包括实验目的和原理、实验装置示意图、实验内容、原始数据和现象记录、对实验现象和结果的解释、有关反应方程式、数据处理(计算、作图等)以及对所做实验的小结、实验中存在问题的讨论、改进意见等。

具体要求如下：

- (1) 简明扼要地阐明实验原理。
- (2) 实验步骤尽量以表格、框图表达，文字要简明或以方程式表示。
- (3) 实验现象应描述准确，数据记录要真实并力求完整，绝不允许主观臆造弄虚作假。
- (4) 解释现象应尽量言简意赅、表达准确，结论要有理有据。
- (5) 作图应采用坐标纸完成，坐标、点、线的绘制力求规范。

每次实验完成后，要求写出实验报告。下面列出几种不同类型的实验报告示例以供参考：

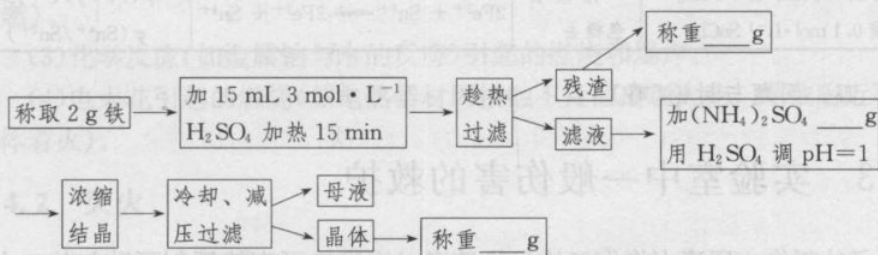
(1) 制备实验报告

实验名称：硫酸亚铁铵的制备

一、实验目的(略)

二、实验原理(略)

三、实验步骤



四、实验数据处理和结果

Fe: _____ g; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: _____ g; 产量: _____ g;

理论产量: _____ g; 产率: _____ %。



五、问题与讨论(略)

(2) 测定性实验报告

实验名称: 醋酸解离常数的测定

一、实验目的(略)

二、实验原理(略)

三、实验步骤

1. 配制不同浓度的 HAc 溶液

2. 用 pH 计由稀到浓测定其 pH

四、数据记录和处理

温度: $^{\circ}\text{C}$

溶液 编号	不同浓度 HAc 溶液的配制	$\frac{c(\text{HAc})}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}$	pH	$\frac{c(\text{H}^+)}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}$	α	解离常数 K_a^{\ominus}	
						测定值	平均值

五、问题与讨论(略)

(3) 验证性实验报告

实验名称: 氧化还原反应

一、实验目的(略)

二、实验原理(略)

三、实验步骤现象记录

实验步骤	实验现象	反应方程式	结 论
5 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ + 5 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ SnCl}_2$	溶液黄 色褪去	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$	$\varphi(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) >$ $\varphi(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+})$

四、问题与讨论(略)

1.3 实验室中一般伤害的救护

(1) 割伤 用清水将伤口处污物洗净, 小伤口可直接用创可贴包扎, 大的伤口需去医院进行处理。如被玻璃碎片扎伤, 应先挑出伤口里的玻璃碎片再按上述程序处理。

(2) 烫伤 先用大量冷水冲洗伤处(一般要 20 min 左右, 目的是冷却皮肤,



防止伤情加重),再在伤口上抹烫伤药膏、獾油或万花油等。

(3)受酸腐蚀 先用洁净毛巾或面巾纸将酸轻轻拭去,然后用大量水冲洗,之后用5%碳酸氢钠溶液或稀氨水清洗伤处,最后再用水冲洗。注意所用碱的浓度不宜过大,清洗伤处时间不宜过长(20 min以内),否则后期会导致脱皮现象。

(4)受碱腐蚀 先用大量水冲洗,然后用1%~2%醋酸溶液冲洗,最后再用水冲洗。

(5)受溴腐蚀 用大量水冲洗,至少1~5 min。

(6)受白磷灼伤 立即用大量水冲洗,再用2%硝酸银溶液或2%硫酸铜溶液冲洗创面。

(7)吸入刺激性气体 吸入氯气、溴蒸气、碘蒸气等刺激性气体立即到户外呼吸新鲜空气。

(8)试剂入眼 应先用清水冲洗眼部(必须翻开眼皮,冲洗时间不少于1 min);如果溶液呈碱性,可再用硼酸溶液冲洗,之后用水冲洗。如果眼部仍有不适,应送医院治疗。

(9)毒物入口 用手指伸入喉部,促使呕吐;或以2%~4%的盐水或淡肥皂水内服,催吐;或取25~50 mL约5%的硫酸铜溶液内服,催吐。并送医院治疗。

1.4 灭火常识

1.4.1 起火原因

(1)可燃的固态药品或液态药品因接触火焰或处在较高的温度下而燃烧。

(2)能自燃的物质由于接触空气或长时间的氧化作用而燃烧(如白磷的自燃)。

(3)化学反应(如金属钠与水的反应)引起的燃烧和爆炸。

(4)电火花引起的燃烧(如电热器材因接触不良而出现火花,导致附近可燃气体着火)。

1.4.2 灭火

要根据起火的原因和火场周围的情况,采取不同的扑灭方法。起火后不要慌乱,一般应立即采取以下措施:

(1)为防止火势蔓延,应立即关闭燃气阀;关闭通风橱及窗户,停止通风以减少空气(氧气)的流通;断开电闸切断电源以免引燃电线;把易燃、易爆的



物质移至远处。

(2) 迅速扑灭火焰。一般的小火可用湿布、石棉布或沙土覆盖在着火的物体上(实验室都应备有沙箱和石棉布,放在固定的地方);火势大时要用灭火器灭火。常用的灭火器及其特点如表 1-1 所示。

表 1-1 常用灭火器的类型和特点

灭火器类型	药液主要成分	特 点
ABC 干粉灭火器	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 CO_2 或 N_2	灭火时靠容器中的加压气体驱动干粉喷出,形成的粉雾流与火焰接触、混合,发生一系列的物理和化学作用迅速把火焰扑灭
BC 干粉灭火器	NaHCO_3 和 CO_2 或 N_2	
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	以高压气瓶内储存的二氧化碳气体为灭火剂,通过降低可燃物温度、隔绝空气来阻止燃烧
泡沫灭火器	NaHCO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	使用泡沫和二氧化碳降低温度、隔绝空气灭火,通过阻燃气隔绝空气灭火,不留痕迹,绝缘性能好,它的灭火原理是抑制燃烧的连锁反应,也适宜于扑救油类火灾
1211 灭火器	CBrClF_2	

1.5 实验室纪律及实验成绩评定

1.5.1 实验室纪律

(1) 学生进入实验室必须遵守一切必要的安全规定,确保实验安全。

(2) 遵守纪律,不迟到,不早退,保持室内安静,不要大声喧哗。

(3) 使用水、电、药品时要坚持节约原则;使用仪器要精心操作,爱护公共财产。

(4) 实验中要随时保持工作环境的整洁。火柴梗、纸屑、废品只能丢入废物桶,不能丢入水槽,以免堵塞。

(5) 实验完毕后洗净、放好玻璃仪器,整理好公用药品。实验室任何物品不得私自带走。

(6) 学生轮流值日,负责打扫实验室卫生,整理实验室用品,检查水、电和门窗是否关好。保证实验室的安全。

(7) 遵从实验教师的指导。

1.5.2 实验成绩评定

考试、考查是教学过程的重要环节,是检查教学效果、总结教学经验、不断提高教学质量的重要措施。学生实验成绩评定的主要依据如下:

第2部分

常用仪器及基本操作

2.1 基本实验仪器

仪器	规格	用途	注意事项
 <p>试管 离心管</p>	分硬质试管、软质试管、普通试管、离心试管。普通试管以管口外径(mm)×长度(mm)表示。如25 mm×100 mm, 10 mm×15 mm等, 离心试管以容量(mL)表示	用作少量试剂的反应容器, 便于操作和观察。离心试管还可用作定性分析中的沉淀分离	可直接用火加热。硬质试管可以加热至高温。加热后不能骤冷, 特别是软质试管更容易破裂。离心试管只能用水浴加热
 <p>试管架</p>	有木质、铝质、塑料的	放试管用	加热后的试管应以试管夹夹好悬挂架上
 <p>试管夹</p>	由木头、钢丝或塑料制成	夹试管用	防止烧损或锈蚀
 <p>毛刷</p>	以大小和用途表示。如试管刷、滴定管刷等	洗刷玻璃仪器用	小心刷子顶端的铁丝撞破玻璃仪器
 <p>烧杯</p>	玻璃质。分硬质、软质, 有一般型和高型, 有刻度和无刻度。规格按容量(mL)大小表示	用作反应物量较多时的反应容器。反应物易混合均匀	加热时应放置在石棉网上, 使受热均匀, 刚加热后不能直接置于桌面上, 应垫以石棉网