

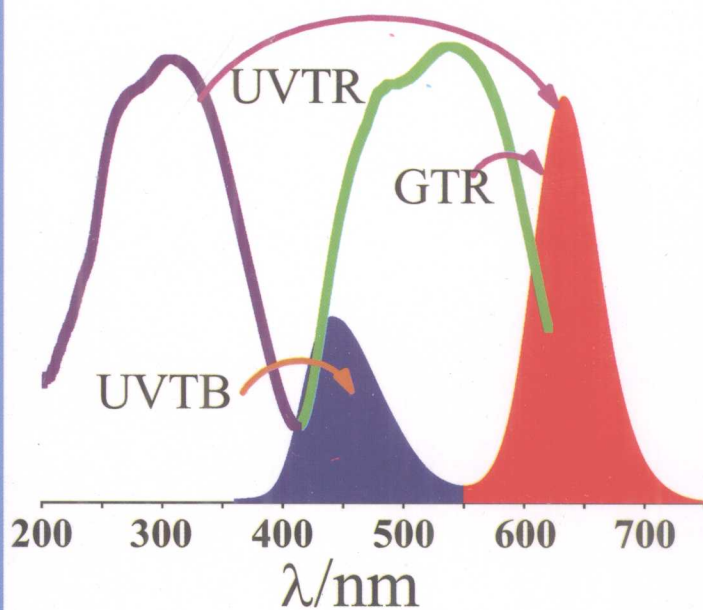
本科化学实验新课程体系系列教材

本科化学实验

(一)

湖南师范大学化学化工学院 组 编

何红运 等 主 编



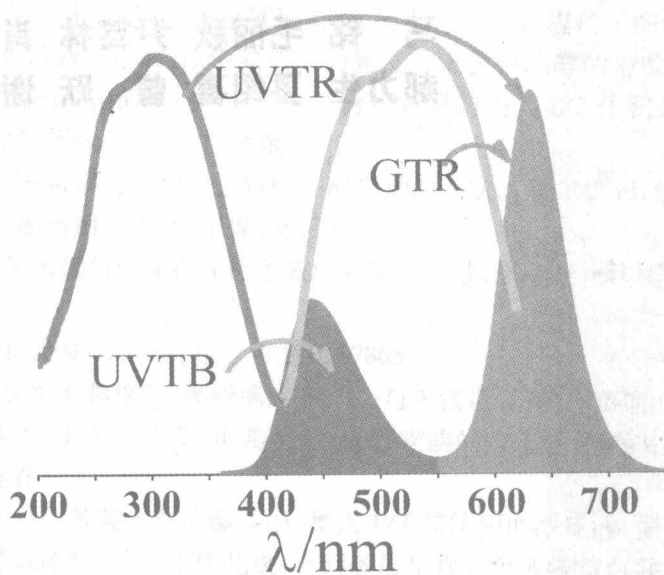
湖南师范大学出版社

本科化学实验新课程体系系列教材

本科化学实验

(一)

湖南师范大学化学化工学院 组 编
何红运 等 主编



湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

本科化学实验 (一) / 何红运等主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2008. 7

ISBN 978 - 7 - 81081 - 896 - 4

I. 本… II. 何 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 (2008) 第 067580 号

本科化学实验 (一)

何红运 等 主编

◇策划组稿: 宋 瑛

◇责任编辑: 宋 瑛

◇责任校对: 蒋旭东

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731. 8853867 8872751 传真/0731. 8872636

网址/http: //press. hunnu. edu. cn

◇经销: 湖南省新华书店

◇印刷: 国防科技大学印刷厂

◇开本: 787 × 1092 1/16

◇印张: 18. 75

◇字数: 479 千字

◇版次: 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

◇书号: ISBN 978 - 7 - 81081 - 896 - 4

◇定价: 35. 00 元

**本科化学实验新课程体系系列教材
编委会**

顾 问 姚守拙

主 任 尹笃林

副主任 肖小明 何红运

委员（以姓氏笔画为序）

马 铭 毛丽秋 尹笃林 肖小明 何红运

郝力生 夏绍喜 曾 跃 谢祥林

序 言

化学在人类社会进步中起到了决定性的推动作用,没有化学就没有现代人类文明。化学是 21 世纪的中心科学,也是促进人类社会持续发展的关键科学。化学与衣、食、住、行、能源、材料、国防、资源利用、环境保护、医药卫生等方面都密切相关,它是一门社会迫切需要的科学。化学不仅与社会发展的各方面需求密切相关,而且与科学技术各个门类相互渗透,直接或间接地促进了相关学科的发展,如生物学、物理学、天文学、医药学、考古学、信息科学等。化学与其他学科形成的交叉学科和边缘学科有望成为取得科学技术新突破的新兴领域。化学的学习与应用能促进人们直接体会学科交叉对科学发展的推动作用。

在当代,年轻一代的科学素养和创新能力亟受关注。科学素养的核心是对物质世界的认识,化学恰恰能够在原子分子层面揭示物质种类与形态的无限发展,能够从结构上阐释物质性能千变万化的决定因素,激发人们探索新物质的兴趣。科学素养还包含对事物过程的洞察能力。化学从多尺度研究物质的变化过程,研究物质变化过程的选择与方向,研究过程的促进、延缓与抑制,因而化学的学习能促进人们对物质世界静态与动态的科学观的形成,有助于调控变化过程洞察力的提高。

化学成就离不开化学实验,系统深入地掌握化学原理和化学实验技能是化学家成长的根本保证。因此,大学化学实验教学至少与化学理论教学同等重要,而要开展好化学实验教学,一套好的实验教材显然是不可缺少的。

本科化学实验系列教材的编委会和作者们长期从事于化学教育和科研开发,其中不乏从英国、美国和日本等国家留学归来的教授和博士。他们热爱化学,重视创新人才的培养,不懈地开展教学改革,不断提高教育质量,向社会各界输送的毕业生深受用人单位的好评。这套教材集成了他们在学科建设和专业建设的一系列成果,适应化学发展的潮流。具有如下几个特点:

第一,理工教融合。作者们将过去在人才培养工作中创立的特色贯穿到该教材中,在内容上既包括了化学实验中合成、分离和分析等全部基本要求,又包含化工的一些基础实验,还有面向中学教学的实验项目,有利于复合型人才的培养。

第二,继承与创新。该教材在化学一级学科基础上构建了与原四大化学密切联系,并能覆盖相关专业各门化学课程和知识领域的化学实验课程新体系,包含了化学基础实验、综合训练实验、研究设计实验三个子体系,经典方法与现代方法相结合,注重通用性和多样性,有利于学生学会学习和学会创造。

第三,科研转化为教学。该教材的一些实验项目源于作者在基础研究、应用研究和技术开发中取得的科研成果,面向生活、面向生产、面向社会,有助于提高学生探索未知的自信心和创造力,促进研究性学习的开展。

我衷心祝愿这套教材在培养学生实验基本技能和科研创造能力中能起到积极的促进作用,为创造型人才的成长做出贡献。

姚守拙

2008年8月

前 言

化学实验教学是高等学校化学、应用化学、化学工程与工艺、制药工程、生物学、农学、医学、材料、冶金、资源环境等多个专业教学体系的重要组成部分;是向学生传授知识,进行科学实验方法和技能训练,提高学生实践能力与分析解决问题的能力,培养学生科学精神与创新意识、理论联系实际学风、实事求是的科学态度,形成科学的世界观和方法论的重要教学环节;是全面实施素质教育的有效形式。

随着科学技术的迅猛发展,大学课程体系与教学内容也在不断调整、优化与更新。从20世纪90年代后期开始,我们在对国内外化学类专业培养目标、规格和课程结构进行比较研究的基础上,经过系统持续的教育教学改革,形成了全面体现在学科建设、专业设置、课程体系、教学内容和科学研究等方面的“理-工-教融合与产-学-研结合培养人才”的办学特色。通过对实验教学改革,逐步建立起了一个在化学一级学科基础上的既相对独立、又与原四大化学密切联系,并能覆盖相关专业各门化学课程和知识领域的新的化学实验课程体系,该课程体系包括化学基础实验、综合训练实验、研究设计实验三个子体系,该项成果于2001年获得国家教学成果二等奖。随着创新教育的不断发展和实验教学改革的不断深入,特别是近几年我院全面推行将教师和学生知识创新和技术创新中取得的一部分科研成果转化成学生的实验教学项目,形成了科研优势转化为教学优势的新局面。这些研究设计性实验项目的开出,使学生有更自由的空间在更高层次上主动学习,更好地启迪和培养学生的创新意识和创新能力。为了促进理-工-教融合与产-学-研结合培养人才,更好地指导今后的实验教学,我们感到很有必要重新建设一套本科化学实验系列教材。

本套教材的编写工作始于三年前对全面实施研究设计性实验教学的总结和研讨,由我院实验教学团队集体完成。学院成立了本科化学实验系列教材编委会,院长尹笃林教授担任编委会主任,主管教学的副院长肖小明教授和化学实验中心任何红运教授担任副主任,实验课方向负责人担任编委。按照教育部化学与化工学科教学指导委员会在普通高等学校本科化学专业规范中提出的化学专业实验教学基本内容要求,围绕创新型国家建设中对人才培养的需求,编委会在全院组织教师就该教材的体系构架、编写大纲和内容范围进行了广泛而深入地讨论和研究,确定了本套教材的内容,由各册主编组织编写。

本套教材分本科化学实验(一)、本科化学实验(二)和化学研究与设计性实验三册出版。

本科化学实验(一)以介绍化学实验基础知识、基本操作技能、科学实验方法以及无机、有机化合物的性质、制备、合成、分析提纯为主线组织编写,突出向学生传授化学实验基础知识,训练实验基本操作技能、实验方法,培养观察能力,增强安全环保意识,指导学生根据实验原理,运用基本实验方法、实验手段和技能完成给定化合物的合成与测定。

本科化学实验(二)以物质的理化性能与化学化工基本过程参数测定、复杂样品的分析分离以及结构表征为主线组织编写,突出培养学生的量测能力、数据处理能力和近代分析仪器的操作技能。

化学研究与设计性实验中编写的项目大多是由我院教师科研成果转化并经过教学实践而来,也包含了教师教育中必选的中学化学实验教学研究项目。让学生根据实验目的与要求自查参考资料,自主设计方案,选择实验仪器和试剂,独立完成实验,并对实验结果进行综合分析、数据处理,撰写实验报告或小论文,以促进学生团结协作,学会学习,提高学生发现问题与解决问题的能力、判断推理能力和研究创新能力。

全套教材涵盖了高师本科化学专业实验教学的基本内容,融合了我院和全国部分高等院校实验教学改革的成果。为了既保证化学专业基本的实验内容,又适合与化学相关的其他专业和不同层次学校的教学需要,本套教材对实验项目进行了适当的扩增,各高校可根据自身实验条件和专业培养目标从中选择实验内容。

本套教材初稿完成后,院学术委员会对该书进行了审阅并提出了许多修改意见,由各分册主编分头组织、反复修改,最后分别由何红运教授、曾跃教授和毛丽秋副教授统稿并定稿。

姚守拙院士自1997年担任湖南师范大学学位委员会主席以来,一直关心学院本科教学工作和人才培养质量,带头进行教学改革,鼓励青年教师创造性地开展教学工作。他热情地担任本套教材编写的顾问,并为本套教材作序。湖南师范大学化学专业先后被立项为湖南省和国家特色专业,化学实验中心、化学实验教学团队和基础化学实验课程先后分别被立项为湖南省实验教学示范中心、教学团队和精品课程,这些都有力地促进了编写工作的进行。本套教材编写借鉴了兄弟院校教材中许多有益的内容,湖南师范大学出版社给予了大力支持,同时本套教材的出版得到了湖南师范大学出版基金资助,在此一并致谢。

参加本册教材编写工作的有:何红运教授(第一章,第二章部分内容,实验一、五、十八至二十二),郝力生副教授(第二章部分内容,实验十四至十六、二十三、二十四、三十、三十三、六十六至七十一部分内容),谢祥林副教授(第二章部分内容,实验七至十、六十五、七十二至七十八,附录13~16),余丽萍副教授(实验二、二十五、二十九、三十一、六十九),李志强副教授(实验三、二十六、二十七、三十二、六十七、六十八、七十、七十一),吴振国副教授(实验四、六、十一至十三、十七、六十六),张漫波博士(实验二十八,附录1~12),李谦和教授(实验三十四至四十三),梁云博士(实验四十四至五十四),喻宁亚副教授(实验五十五至六十四)。由何红运教授、郝力生副教授、谢祥林副教授任主编。

限于编者学识水平和经验,书中难免有错误和疏漏之处,敬请有关专家和读者批评指正。

编者

2008年8月

目 录

第一章 化学实验基础知识	(1)
一、化学实验	(1)
二、化学实验课程体系与教学内容	(2)
三、化学实验课程教学目的	(2)
四、化学实验课程学习方法	(3)
五、化学实验预习报告、实验记录和实验报告	(3)
六、化学实验室学生实验守则	(9)
七、化学实验室安全	(10)
八、化学实验室环境保护	(11)
第二章 化学实验基本操作技术	(19)
一、化学实验常用仪器简介	(19)
1. 普通仪器	(19)
2. 标口玻璃仪器	(25)
二、玻璃仪器的洗涤与干燥	(26)
三、玻璃管的加工与塞子的钻孔	(27)
四、基本度量仪器的使用	(30)
1. 台秤与分析天平的使用	(30)
2. 量器的使用	(34)
3. 基本测量仪器的使用	(40)
五、其他仪器的使用	(46)
1. 酒精灯、酒精喷灯和煤气灯的构造与使用	(46)
2. 常用加热方法	(50)
3. 热电偶温度计的使用	(53)
六、物质的分离与提纯	(56)
1. 固体物质的溶解	(56)
2. 固液分离	(57)
3. 蒸发、结晶(重结晶)与升华	(63)
4. 离子交换分离法	(64)
5. 萃取和洗涤	(65)
6. 蒸馏分离方法	(67)
7. 纸上层析与薄层层析分离	(75)

8. 物质的干燥	(78)
9. 冷却、回流和搅拌	(82)
七、试剂及试剂的使用	(84)
1. 化学试剂的级别与保管	(84)
2. 试剂的取用	(86)
八、气体的发生、收集、净化和干燥	(88)
1. 气体钢瓶的颜色和标记	(88)
2. 气体的发生	(89)
3. 气体的收集	(90)
4. 气体的净化和干燥	(90)
九、试纸和滤纸	(91)
十、物质的物理性质测定	(93)
1. 沸点的测定	(93)
2. 熔点的测定	(94)
3. 密度的测定	(96)
4. 旋光度的测定	(97)
5. 折光率的测定	(99)
第三章 基本操作与基本原理实验	(103)
实验一 仪器的认领、洗涤和灯的使用	(103)
实验二 溶液的配制及电导率的测定	(104)
实验三 缓冲溶液的配制与 pH 的测定	(107)
实验四 醋酸电离常数的测定	(110)
实验五 阿伏伽德罗常数的测定	(112)
实验六 离子交换法制纯水	(114)
实验七 乙酰苯胺重结晶 毛细管法测熔点	(116)
实验八 从橙皮中提取柠檬油	(118)
实验九 茶叶中咖啡因的提取	(119)
实验十 氨基酸的纸层析	(120)
第四章 无机化合物制备实验	(122)
实验十一 硫酸亚铁铵的制备	(122)
实验十二 明矾的制备	(123)
实验十三 氯化钠的提纯	(125)
实验十四 五水合硫酸铜的制备与提纯	(126)
实验十五 硫酸四氨合铜(Ⅱ)的制备和配离子电荷数的确定	(129)
实验十六 从硼镁泥中提取七水硫酸镁	(131)
实验十七 硫代硫酸钠的制备	(134)
实验十八 由铬铁矿制取重铬酸钾	(136)
实验十九 由软锰矿制取高锰酸钾	(138)
实验二十 由硝酸铬制备铅铬黄色颜料	(140)

实验二十一	锌钡白的制备	(141)
实验二十二	十二钨磷酸的制备	(143)
实验二十三	三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及组成的确定	(145)
实验二十四	三草酸合铁酸(Ⅲ)钾的制备、性质及组成测定	(149)
实验二十五	一种无机高分子净水剂——聚合硫酸铁的合成及性质测定	(154)
实验二十六	三(乙二胺)合钴(Ⅲ)盐光学异构体的制备与拆分	(159)
实验二十七	含铬(VI)废液的处理和比色测定	(162)
实验二十八	A型分子筛的水热合成及性能测定	(166)
实验二十九	纳米氧化锌粉的制备及表征	(168)
实验三十	从烂版液中制备硫酸铜和三氯化铁	(170)
实验三十一	从废定影液中回收银	(171)
实验三十二	碱式碳酸铜的制备	(172)
实验三十三	从废碘液中提取单质碘和碘化钾	(174)
第五章	有机化合物合成、制备实验	(175)
实验三十四	环己烯制备	(175)
实验三十五	3-溴环己烯合成	(176)
实验三十六	2-甲基-2-氯丙烷(叔丁基氯)合成	(178)
实验三十七	1-溴丁烷合成	(179)
实验三十八	对甲基苯乙酮合成	(181)
实验三十九	环己酮制备	(183)
实验四十	苯叉丙酮合成	(185)
实验四十一	2-甲基-2-丁醇合成	(187)
实验四十二	三苯甲醇合成	(189)
实验四十三	环戊二烯与马来酸酐的 Diels-Alder 反应	(191)
实验四十四	7-氧杂双环-[2,2,1]-庚-5-烯-2,3-二羧酸酐制备	(192)
实验四十五	甲基橙制备	(193)
实验四十六	邻氯甲苯合成	(195)
实验四十七	呋喃甲醇和呋喃甲酸制备	(197)
实验四十八	苯甲酸与苯甲醇制备	(199)
实验四十九	乙醚合成	(200)
实验五十	正丁醚合成	(202)
实验五十一	乙酸乙酯合成	(203)
实验五十二	乙酸正丁酯合成	(205)
实验五十三	乙酰水杨酸(阿司匹林)合成	(206)
实验五十四	乙酰乙酸乙酯合成	(208)
实验五十五	辛烯醛制备	(210)
实验五十六	苯亚甲基苯乙酮合成	(211)
实验五十七	肉桂酸合成	(212)
实验五十八	1,2-二苯乙烯合成	(214)

实验五十九 7,7-二氯二环[4,1,0]庚烷合成	(215)
实验六十 正丁基锂合成	(216)
实验六十一 二茂铁合成	(217)
实验六十二 对氨基苯甲酸乙酯合成	(218)
实验六十三 1-氯-3-溴-5-碘苯合成	(221)
实验六十四 化学发光剂鲁米诺合成	(224)
实验六十五 外消旋苦杏仁酸拆分	(227)
第六章 元素化学实验	(229)
实验六十六 碳、硅、硼	(229)
实验六十七 卤素	(232)
实验六十八 氧、硫、氮、磷	(235)
实验六十九 铜、银、锌、镉、汞	(239)
实验七十 铁、钴、镍	(246)
实验七十一 钛、钒、铬、锰	(250)
第七章 有机化合物性质实验	(256)
实验七十二 烷、烯、炔、芳香烃的性质	(256)
实验七十三 卤代烃的性质	(257)
实验七十四 醇和酚的性质	(258)
实验七十五 醛和酮的性质	(260)
实验七十六 羧酸及其衍生物的性质	(261)
实验七十七 胺的性质	(263)
实验七十八 糖类物质的性质	(264)
附录	(266)
附录1 国际原子量表	(266)
附录2 常用酸、碱的浓度	(267)
附录3 一些弱电解质的电离常数	(268)
附录4 一些难溶电解质的溶度积常数(298 K)	(269)
附录5 常见氢氧化物沉淀的 pH	(270)
附录6 一些离子和化合物的颜色	(271)
附录7 常见无机化合物的溶解度	(271)
附录8 常见气体在水中的溶解度	(273)
附录9 一些指示剂溶液的配制及变色范围	(273)
附录10 常见试剂溶液的配制	(275)
附录11 常见配离子的稳定常数	(277)
附录12 标准电极电势表	(278)
附录13 有机化合物手册中常见的英文缩写	(282)
附录14 有机实验专用名词英汉对照	(285)
附录15 常见有机溶剂的沸点、密度数据	(286)
附录16 常用有机试剂的纯化	(286)

第一章 化学实验基础知识

一、化学实验

实验是人们为了认识自然、突破现状和创造未来,根据一定的科研目标和明确的工作任务,运用科学方法和仪器设备等手段突破自然条件限制,在人为控制、模拟和干预客观对象情况下,观察、探索事物本质和规律的一种科技创造的方法。实验是探索自然奥秘和创造发明的必由之路,是科学技术进步的源泉,是推动科学与社会文化发展的基础。

人类生存、提高生存质量和保障生存安全的基础是物质,只有满足这三方面的要求,科技进步才能成为人类社会不断发展的推动力。化学是研究物质的科学,它从原子和分子的层面研究物质的组成、结构和功能的关系,研究物质的转化规律、转化过程中的能量关系和控制方法,从而发展物质的人工转化和合成,促进天然资源的循环利用,实现对生活、生命和生产过程的按需调控。

化学作为自然科学的中心科学,不断带动其他学科发展和促进交叉学科与热点研究的产生,例如生命科学、材料科学、能源化学、环境化学、绿色化学、计算化学、纳米化学、药物化学和手性技术等等。化学实验方法学推动其他学科在分子层次上观察、测定和控制物质的变化过程。化学实验研究不断建立各种分析和检测方法,检测物质的组成、形态、结构和各种理化性质,推动了各个学科的发展。

从某种意义上讲,人类科学技术进步史就是一部化学实验史,人类历史上每一项重大科技发明创造,都与化学实验密切相关。人类自开始从事生产实践活动以来,就从未间断过化学实验,中国古代的四大发明中,除“火药”、“造纸”与化学实验直接相关外,“指南针”、“活字印刷”同样要以通过化学实验研制的金属材料为基础。人类的衣食住行离不开化学实验,离不开化学家的辛勤劳动,粮食生产需要农药化肥,棉毛衣料、皮革制品需要化学印染与化学处理,各种建筑需要大量的无机材料、有机材料及其复合材料,制造汽车、火车、飞机、轮船等交通工具需要各种金属材料和化工原料。航空航天发射火箭需要高能燃料,制造飞船需要耐高温的高强度特种材料。计算机及其相关技术发展中的录音、录像需要良好的电磁与光电记录材料。用气相沉积法生产的硅锗氧化物纤维,已成为快速大容量有线通信的主载体,这里也显然离不开化学实验。总之,化学实验与人们生活、国民经济、国防安全和尖端科技各领域都有着密切的关系。

坚实的理论基础、娴熟的实验技能和丰富的想象力是成为化学家的必备条件。因此,在高等院校开设的化学实验课程不是验证理论,更不是理论教学的辅助形式,而是学生获取新知识的源泉,是实现知识与能力、理论与实践相结合的关键,是训练技能、培养创新意识和创造力的重要手段,是全面实施素质教育最有效的形式,历来为化学家所重视。在全面推行素质教育的今天,实验教学在整体教学中的地位更加突出,作用更加重要,化学实验教学是培

养科学家的摇篮。

二、化学实验课程体系与教学内容

随着科学技术突飞猛进的发展,社会对人才的要求越来越高,为满足高素质、创新型人才的培养要求,化学实验课程的设置和教学内容也在不断更新。当今的化学实验课程体系不再是按“四大化学”各自组织实验、实验依附于理论课的传统教学体系,而是建立在一级学科水平上的“独立”的实验课程体系。该课程体系由三个层次的实验课构成:化学基础实验、综合训练实验、研究设计实验。主要教学内容如下:

化学基础实验:(1)化学实验基础知识介绍,包括化学实验常识、常用仪器与化学试剂、物质的分离与纯化技术、加热技术、实验条件控制技术、温度的测量与控制技术、压力与真空的测控技术、实验室电学仪器操作技术、常用理化参数测定原理与方法;(2)基本操作训练实验;(3)无机化合物性质实验;(4)基础无机制备实验;(5)有机化合物性质实验;(6)基础有机制备实验;(7)物质的定性定量分析实验;(8)基础理化参数测定实验。

综合训练实验:(1)无机化合物的制备、结构表征与成分分析;(2)有机化合物的制备、结构表征与成分分析;(3)仪器分析实验;(4)化工参数测定实验和化工过程与开发实验;(5)复杂化合物的分析与分离。

研究设计实验:(1)专题讲座:科技文献资料的查阅与利用,实验研究的基本过程及思路,科技论文写作方法,若干化学研究前沿简介等;(2)研究设计实验,课题由实验指导老师指定或学生自选;(3)中学化学实验教学研究。

三门实验课为一个整体,既重视基础化学实验知识的传输与基本操作技能的训练,又尽量利用化学研究的最新成果;既无低层次实验内容的重复,又尽量涵盖化学学科的各个分支;既突出实验基本方法的教学,又充分体现创新性,特别是通过研究设计实验,让非毕业年级学生提前同老师一道搞科研,使学生有更自由的空间在更高的层次上主动学习,极早接触相关学科科学研究的前沿,培养学生的实践能力和知识创新能力。

三、化学实验课程教学目的

1. 化学基础实验

主要是向学生传授化学实验基础知识、训练实验基本操作技能、教导实验方法,培养学生的科学认识能力,细致观察和记录实验现象的能力和归纳总结、正确处理实验数据、正确表达实验结果的能力。

2. 综合训练实验

主要是指导学生根据实验原理,运用基本实验方法、实验手段和技能完成给定化合物的合成、组成测定及结构表征,使学生系统学习各类化合物的合成原理与方法,初步学习运用近代分析仪器的方法,加深学生对化学基本原理和基础知识的理解和灵活运用,培养学生实事求是、严肃认真、一丝不苟的科学态度,以及准确、细致、整洁的科学习惯和科学的思维方式。

3. 研究设计实验

通过由指导老师提出实验项目或学生自选实验项目,让学生自查参考资料,自主设计方案,拟定解决办法,选择实验用材,独立完成实验,进行综合分析、研究与探讨,撰写实验报告或小论文,让学生及早接触相关学科科学研究前沿,培养学生运用所学知识解决实际问题的

能力、判断推理的能力、拓展知识的能力、科学创新的能力和团结协作的能力。

最终目的是提高学生的就业能力和创业能力,为国家经济建设和社会发展需要培养大批具有实践能力、自主学习能力和创新精神强的高素质人才。

四、化学实验课程学习方法

要达到实验目的,收到良好的实验效果,不仅要有正确的学习态度,而且还要有正确的学习方法。化学实验课程学习方法大致可分为三个步骤:

1. 提前预习

预习是进行化学实验的重要环节,只有认真做好预习,弄清了本次实验要做什么,怎么去做,为什么要这样做,是否还有其他方法达到同样的目的,实验时才心中有数,才能确保收到良好的效果。预习过程要做的主要工作如下:

(1) 阅读教科书和参考资料中的有关内容。

(2) 明确本次实验的目的。

(3) 了解实验内容、步骤,熟悉实验过程和实验操作要点,预见实验中可能出现的正常现象和异常现象,明确实验过程应注意的地方。

(4) 掌握本实验的基础知识,了解实验中所用试剂的性质,以简要的形式写出实验的步骤和相关反应方程式,从文献资料中查得相关数据,需要计算出药品用量的提前计算好。

(5) 在预习的基础上,写好预习报告,方能进行实验。

学生实验前应主动将预习报告交给指导老师审阅,指导教师若发现学生预习不够充分的,可让学生停止实验,要求学生弄清实验内容之后再进行实验。

2. 认真实验

基础实验应根据实验教材上所规定的方法、步骤和试剂用量进行操作,研究设计性实验应按照自己事先设计的方案开展实验。实验过程必须做到如下几点:

(1) 认真操作,细心观察现象,及时如实地做好详细记录。

(2) 如果发现实验现象和理论不符合,应认真检查和分析其原因,反复多次实验或自己设计新的实验来核对,从中得到正确科学的结论。

(3) 实验过程应勤于思考,仔细分析,力争自己解决问题。但遇到自己难以解决的疑难问题时,可提请老师指点。

(4) 在实验过程应保持肃静,仪器摆放整齐,实验台面洁净,严格遵守实验室工作规则,注意安全操作。

3. 写好实验报告

实验完后应独立完成实验报告,报告中撰写本次实验原理、实验步骤和实验现象,并对实验现象进行解释,作出结论,或根据实验数据进行处理和计算,对实验中的问题和实验结果进行讨论。若实验现象、解释、结论、数据、计算等不符合要求,或实验报告写得草率者,应重做实验或重写实验报告。

五、化学实验预习报告、实验记录和实验报告

1. 预习报告

预习报告是实验预习过程中一个简明扼要的记录。初做实验的学生提交的预习报告往往是把实验教材上的内容完完整整被动地抄写一遍,这样做既花了时间,又没有真正弄清实

验的基本内容和做好实验的关键。例如某同学做配制缓冲溶液的实验时,教材上要求用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$ 溶液配制 pH 等于 4 的缓冲溶液 50 mL,该同学在预习报告中也就完完整整地抄写了用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$ 溶液配制 pH 等于 4 的缓冲溶液 50 mL,进实验室后指导教师问该生:用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$ 溶液配制 pH 等于 4 的缓冲溶液 50 mL,分别需要 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$ 溶液各多少毫升?这位同学却不知道,他这样的预习有什么作用呢?而另一位同学在预习报告上写上了配制 pH 等于 4 的缓冲溶液 50 mL,需要 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 溶液 42.5 mL, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$ 溶液 7.5 mL,该生进实验室后便可顺利开展实验。一个合格的预习报告,实际上是一个简明扼要的实验方案,有了这个方案,没有实验教材,也能顺利完成实验。所以,预习报告中应包括的内容是:①实验目的;②实验原理;③实验内容提要(包括实验步骤概要,实验装置草图,相关反应式,实验操作要点,实验关键和实验过程应特别注意的事项);④从理论上预见可能的实验现象;⑤查得或计算出实验时需要的相关数据。

2. 实验记录

学生在实验过程中除认真操作、细心观察外,还必须如实记录。认真做好实验记录是每个实验人员必须具备的基本素养。实验记录应实事求是,如实记录实验现象,这是一个科学工作者的最基本的素质。如何写好实验记录呢?实验记录主要包括如下内容:①实验时的室温与气压;②实验过程所用药品名称、浓度、用量;③实验现象;④实验结果;⑤所用大型仪器的名称、规格型号和测定条件。这里要特别强调,实验记录不是回忆录,不能等到实验做完后一起写,它必须是在实验过程中边做边写,如称量药品时,容器重量、容器和药品总重量、所称药品重量是多少,必须称一个记一个,这样才不会出错。原始实验记录应写在完好的记录本上保存,如发现记录有错,只能重写,不能撕毁原记录。

3. 实验报告

实验完成后,要运用化学理论对实验现象和实验结果进行认真的分析、归纳,将实验过程中获得的感性认识上升到理性认识,然后用简明扼要的文字条理清晰地写出实验报告。同时实验报告还应总结实验的经验、教训和实验中存在的问题,并对实验提出改进建议。通过对实验现象的分析还可能发现新的、有意义的研究题目也是实验报告的重要内容。实验报告要求字迹端正,简单扼要,整齐整洁。对不同类型的实验项目,报告的书写格式一般也不同,下面介绍几种不同类型的实验报告格式,供初学者参考。

无机测定实验报告

实验室:化学实验中心一室

实验时间:2006 年 10 月 15 日

室温:28 ℃ 气压:101.3 kPa

实验项目名称:

实验五 阿伏伽德罗常数的测定

一、实验目的:

1. 了解电解法测定阿伏伽德罗常数的原理和方法;
2. 进一步学习电子天平的使用;
3. 学习可变电阻箱和电流表的使用。

二、测定原理(简述):

本实验采用电解的方法进行测定:

阴极反应: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$

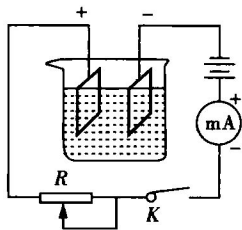
阳极反应: $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$

电解时, 电流强度为 $I(\text{A})$; 电解时间为 $t(\text{s})$; 则通过的总电量 $Q = I \cdot t (\text{C})$, 若阴极铜片增重为 $m(\text{g})$, 则每增加单位质量 Cu 所需的电量为 $I \cdot t / m (\text{C} \cdot \text{g}^{-1})$ 。已知铜的摩尔质量为 $63.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故电解 1 摩尔铜 (63.5 g) 所需的电量为: $(I \cdot t / m) \times 63.5 (\text{C} \cdot \text{mol}^{-1})$ 。因为电解一个 Cu^{2+} 需转移 2 个电子, 2 个电子的电量为 $2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 1 摩尔铜所含的原子个数 (即为阿伏伽德罗常数) 以 mol 为单位时的数值:

$$N_A = (It \times 63.5) \div (m \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19}) (\text{mol}^{-1})$$

三、测定步骤 (简述):

0 号砂纸擦去表面氧化物 → 水洗 → 用酒精棉擦净, 待干后, 做好标记 (阳极 1 号, 阴极 2 号 → 称重 → 按下图装好仪器 → 检查无误后接通电源 → 调节电阻, 保持 $I = 100 \text{ mA}$, 电解开始时间为 3:01, 电解结束时间为 4:02, 实际电解时间为 61 min → 两极铜片水洗, 滤纸吸干 → 称重, 结果记录在下表中。



四、数据记录和结果处理:

实验数据记录与结果处理

项目	阴极数据(2 号铜片)		阳极数据(1 号铜片)	
电极称量/ g	电解前	3. 4500	电解前	3. 4300
	电解后	3. 5705	电解后	3. 5500
重量变化/ g	$m_1 = 0. 1205$		$m_2 = 0. 1200$	
电流强度 I/A	0. 10			
电解时间 t/s	3660			
$N_{\text{A}}/\text{mol}^{-1}$	$It \times 63. 5/(m_1 \times 2 \times 1. 6 \times 10^{-19}) = 6. 03 \times 10^{23}$		$It \times 63. 5/(m_2 \times 2 \times 1. 6 \times 10^{-19}) = 6. 05 \times 10^{23}$	

五、问题和讨论 (含思考题解答):

对实验项目后的每个思考题进行解答, 并对实验中出现的问题进行讨论。

无机制备实验报告

实验室: 化学实验中心一室

实验时间: 2006 年 10 月 15 日

室温: 28°C 气压: 101.3 kPa