

# 无机化学实验

天津大学无机化学教研室 编

杨秋华 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



## 内容提要

本书主要依据教育部高等教育司编写的《高等学校工科本科基础实验教学基本要求》和无机化学学科发展的需要,在天津大学原有的无机化学及普通化学实验教材基础上编写而成,为天津大学编《无机化学》(第四版)和《无机化学简明教程》配套实验教材。

本书分为三部分共13章。第一部分为基础知识和基本操作共5章;第二部分为实验共8章;第三部分为附录。

本书可作为高等学校化学、化工、材料、环境、制药、轻工、食品、冶金、地质、纺织类各专业的无机化学实验教材,也可供农、林、医等院校各相关专业师生选用和参考。

天津大学无机化学教研室  
主编 杨秋华

## 图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验 / 杨秋华主编; 天津大学无机化学教研室编. -- 北京: 高等教育出版社, 2012.8

ISBN 978-7-04-035734-9

I. ①无… II. ①杨… ②天… III. ①无机化学—化学实验—高等学校—教材 IV. ①061-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第155570号

策划编辑 付春江  
插图绘制 尹莉

责任编辑 刘佳  
责任校对 刁丽丽

封面设计 张楠  
责任印制 张福涛

版式设计 余杨

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 北京七色印务有限公司  
开本 787mm × 1092mm 1/16  
印张 18  
字数 430千字  
插页 1  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>

版次 2012年8月第1版  
印次 2012年8月第1次印刷  
定价 26.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 35734-00

# 序

正当跨进 21 世纪之际,凝聚了我们三代人智慧与辛劳的《无机化学实验》正式面世。它把新老同志的业绩有机地融合并深深地渗透到教材的字里行间,以期造福广大学子,这确是件值得高兴的事情。

天津大学无机化学实验教学及其实验室建设可大致分为三个阶段。

## 1. 中华人民共和国成立后的前 17 年(1949—1966 年)

1951 年暑假原北洋大学与河北工学院合并为天津大学。1952 年天津大学由天津西沽迁址到天津七里台,10 月原南开大学、燕京大学、唐山交通大学,以及北京大学、清华大学化工系部分师生并入天津大学化工系,成为我国化工类专业设置最齐全、师资力量最雄厚、设备最完备的化工系。最早筹建普化实验室的主要是段梦麟、郭鹤桐先生,最早投身于化学课堂演示的是林茨枝、计玉清老师。在 20 世纪 50 年代,先后担任过实验室主任的有孙鲁、卢其乐、王文中、田汝川老师,在田汝川、段梦麟、林茨枝、曹履通言传身教下,普化实验室培养出一批像孙艺环、刘瑛、张荫洲、庞懿蓉、仇庆强等实验技术骨干。

在此期间教育战线尽管受到“左”倾路线的严重干扰,但广大干部、教师出于对教育事业的忠诚,还是做了不少有益的工作。例如,1964 年化工系抓实验教学和实验室建设,开出实验大纲规定的全部实验,抓教师、实验技术人员实验基本功训练、考核,建立实验室管理的各种规章制度,使实验教学和实验管理水平明显提升,曾以样板实验室面貌呈现于津大园,成为国内一流的普化实验室,受到教育部的通报表扬,引来国内许多高校同行参观、学习。

但是,随之而来的十年“文革”,以往的工作成果被诬为“封、资、修”的东西而遭到否定和批判。

## 2. 恢复、重建及初步发展时期(1977—1995 年)

十年浩劫后拨乱反正。1979 年在马福华、田汝川等主持下,在总结以往课堂演示实验经验的基础上,从国外引进了在化学教学中应用投影仪做课堂投影演示实验的内容及技术,开创了我国高校化学课程电化教学的先河。

1983 年成立化学系,组建实验化学教研室。在沈君朴、孙艺环、刘希英等领导下,组建了以实验教学为主的师资队伍,增添、更新了仪器设备,开展了微型实验和计算机辅助实验教学的研究并取得可喜成绩,1989 年正式出版了《实验无机化学》教材。“实验化学”先后于 1988 年、1990 年被评为天津市先进集体,1993 年“实验无机化学”被评为天津市优秀课程。

## 3. 踏上现代化建设征途(1995 年—)

1995 年开始申报基础化学实验中心。后来基础化学实验中心与化工基础实验中心合并,成为我国首批国家级化学化工实验教学示范中心(简称“中心”)。

“中心”建设的思路是:以育人为本,以能力培养(尤以创新能力)为核心;建设一支高水平的实验教学师资队伍;整合实验课程,更新实验内容和方法,强化基础训练,提高综合能力和创新意识的培养;营造良好的实验环境和条件;实行科学化管理。

(1) 团队建设 “中心”负责人为田宜灵教授,古风才、杨秋华教授先后为化学教学实验负责人。“中心”下聘具有高级职称的教师担任各实验室的负责人。严乐美、高洪苓先后担任无机化学实验室主任。从事无机化学实验教学的共有 19 人,其中教授 5 人,副教授 10 人,讲师 1 人,工程师 3 人。

(2) 实验室建设与管理 2007 年以学校投资的 700 万元为依托,把原先分散在第 3、7、20 教学楼的基础化学实验室全部集中到第七教学楼,并对水、电、通风系统及安防设施统一铺设安装,对新建的实验室投资 80 万安装新实验台。在 2006—2011 年期间另投资 500 万元更新中小型仪器设备。实验室使用面积达 4 300 平方米,设备总值 2 300 余万元。

实验课程、实验室建立负责人负责制,对实验仪器的使用与维修、化学药品的取用与保管、实验安全与环保、实验室开放与教学质量检查进行综合管理。

(3) 实验课程的建设 “中心”建立后逐步把无机、分析、有机、物化等二级学科的实验课程整合为基础化学实验课程,并由古风才、肖衍繁、张明杰、刘炳泗主编,于 2000 年编写出《基础化学实验教程》,2005 年经修订又出了第二版。

在高等工程教育观念的指导下,2010 年由杨秋华主编了《无机化学实验》。在继承我系以往《实验无机化学》、《大学化学实验》、《基础化学实验教程》适用内容的基础上,该书压缩了验证性实验,强化了应用性、综合性实验,增添了课堂演示实验,创建了设计性、研究性实验,具有较强的综合性和选择性,可供不同层次、不同年级学生选用。

“中心”开发的实验使天津大学每年 6 200 多名学生受益;编写的相关教材被国内多数工科院校和一些理科院校所采用。“中心”2010 年获“天津市女工建功立业示范岗”、“全国五一巾帼标兵岗”荣誉称号。先后有 60 余所国内院校 300 多位教师来“中心”参观、访问、交流;还接待了来自美、澳、非洲一些国家的访问团,起到了良好的示范、辐射作用。

以史为镜,汲古铸今;抚慰先者,启示后人。

天津大学理学院化学系

杨宏孝

2011 年夏

# 前 言

《无机化学实验》教材主要依据无机化学学科发展的需要,在天津大学原有的无机化学及普通化学实验教材基础上,引进 10 多年来实验教学改革及科研成果编写而成的。

《无机化学实验》内容分为三部分共 13 章:第一部分为基础知识和基本操作共 5 章,分别介绍了化学实验基础知识、无机化学实验的基本操作、常见仪器及基本测量仪器的使用;第二部分为实验共 8 章,分别为无机化学课堂演示实验、化学基本原理实验、无机化合物的制备实验、重要元素及化合物性质实验、应用性实验、综合性实验、设计性实验、研究性实验;第三部分为附录。

无机化学课堂演示实验,涉及化学基本原理与元素化学部分理论课教学内容,所选的演示实验现象明显、内容生动、操作简单、用时不多、具有代表性,适用于大班上课,能有效地激发学生的学习兴趣、增强互动性、提高理论课课堂教学效率;化学基本原理实验共 10 个实验,实验目的主要是加深对无机化学反应原理的理解和掌握;无机化合物的制备实验,共计 7 个,实验目的是训练和提高学生制备无机物的基本操作能力;重要元素及化合物性质实验,共 7 个实验,主要熟悉和验证常见主族和过渡元素及其重要化合物的性质;应用性实验包括 6 个实验,实验目的是培养学生运用化学知识和技能解决实际问题的能力;综合性实验包括 3 个实验,目的是培养学生对所学知识融会贯通、对所学技能综合运用能力;设计性实验包含 5 个实验,其教学目的是调动学生的主动性、积极性,培养学生独立思考和创造能力;研究性实验包含 8 个实验,紧跟学科发展前沿,均由教师的最新科研成果转化而来,目的是培养学生的创新意识与科学研究能力。

本书可作为高等学校化工、化学、应用化学、材料、环境、制药、轻工、食品、冶金、地质、纺织等各类专业的无机化学实验教材,也可供农、林、医等院校各相关专业师生选用和参考。其特点是具有较强的综合性和选择性,可供不同层次(大本或大专)、不同年级的学生使用(如研究性实验,可供本科高年级学生选做)。它是作为天津大学编《无机化学》(第四版)和《无机化学简明教程》配套实验教材出版的。

本书由杨秋华担任主编,秦学任副主编。参加本书编写工作的有杨秋华、秦学、严乐美、马亚鲁、高洪苓、田昀、鲁凡丽、王建辉等老师。

本书编写是在杨宏孝教授策划、指导下进行的,颜秀茹教授对本书的编写提出了许多宝贵意见,初稿完成后,在校内先经崔建中教授预审,再经杨宏孝教授详细审阅、修改,最后由杨秋华教授定稿。

本书的编写是在继承我校原有的无机化学、普通化学实验教材(如《实验

无机化学》、《大学化学实验》及《基础化学实验教程》等)中的适用内容,并参阅校外同类实验教材的基础上进行编写的,在此特对同行尤其是前辈老师的贡献表示衷心的感谢和敬意。

编者

2011年5月

# 目 录

绪论 .....	1
1. 无机化学实验课程的目的 .....	1
2. 化学实验课程的基本要求 .....	1
3. 实验报告格式示例 .....	2
<b>第一部分 基本知识和基本操作</b>	
<b>第 1 章 化学实验的基本知识 .....</b>	<b>7</b>
1.1 实验室基本常识 .....	7
1.1.1 实验室规则 .....	7
1.1.2 化学实验室安全守则 .....	7
1.1.3 实验室意外事故的应急处理 .....	8
1.1.4 消防安全 .....	8
1.1.5 化学试剂的规格及存放 .....	9
1.1.6 化学实验三废处理 .....	10
1.2 化学实验中数据的处理与表达 .....	11
1.2.1 测量误差与有效数字 .....	11
1.2.2 化学实验中数据的处理与表达 .....	15
<b>第 2 章 化学实验基本操作 .....</b>	<b>18</b>
2.1 无机化学实验常用玻璃仪器的洗涤和干燥 .....	18
2.1.1 常用玻璃仪器简表 .....	18
2.1.2 玻璃仪器的洗涤和干燥 .....	22
2.1.3 干燥器的使用 .....	24
2.1.4 玻璃加工操作 .....	25
2.2 试剂的取用和试纸、滤纸的使用 .....	27
2.2.1 化学试剂的取用 .....	27
2.2.2 试剂溶液的配制 .....	28
2.2.3 试纸的使用 .....	28
2.2.4 滤纸的使用 .....	29
2.3 称量仪器的使用 .....	30
2.3.1 托盘天平 .....	30
2.3.2 电光天平 .....	30
2.3.3 电子天平 .....	33
2.3.4 试样的称取方法 .....	34

2.4	玻璃量器的使用	35
2.4.1	滴定管	35
2.4.2	吸管	39
2.4.3	容量瓶	39
2.4.4	量筒和量杯	40
2.4.5	微量进样器	41
2.4.6	量器的校准	41
2.5	加热操作	41
2.5.1	加热设备	41
2.5.2	加热操作	44
<b>第3章</b>	<b>气体的制备、净化及气体钢瓶的使用</b>	<b>47</b>
3.1	气体的制备	47
3.1.1	启普发生器	47
3.1.2	恒压简易气体发生装置	48
3.1.3	硬质玻璃试管制备气体	48
3.2	气体的收集	48
3.3	气体的净化与干燥	49
3.4	气体钢瓶、减压阀及安全使用注意事项	50
<b>第4章</b>	<b>物质的分离与提纯</b>	<b>52</b>
4.1	蒸发、浓缩与结晶	52
4.2	固液分离	52
4.2.1	倾泻法(亦称倾析法)	53
4.2.2	过滤法	53
4.2.3	离心分离法	55
4.3	蒸馏	56
4.3.1	原理	56
4.3.2	简单蒸馏操作	56
4.4	萃取分离	58
4.4.1	基本原理	58
4.4.2	萃取分离的操作	59
4.4.3	固体物质提取的实验操作	59
4.5	薄层色谱分离法	59
4.5.1	概述	59
4.5.2	薄层色谱分离法	60
4.6	离子交换分离法	61
4.6.1	离子交换树脂	61
4.6.2	离子交换分离操作	62
4.6.3	应用示例	63

4.6.4 离子交换层析法	63
<b>第5章 基本测量仪器的使用</b>	<b>65</b>
5.1 酸度计	65
5.1.1 电极	65
5.1.2 pH测定原理	66
5.1.3 酸度计的构造和使用方法	67
5.2 pXD—2型通用离子计	68
5.2.1 测量原理	68
5.2.2 使用方法	69
5.3 电导仪和电导率仪	70
5.3.1 测量原理	70
5.3.2 使用方法	71
5.4 722S型分光光度计	73
5.4.1 测量原理	73
5.4.2 使用方法	73
5.4.3 注意事项	74
<b>第二部分 实 验</b>	
<b>第6章 无机化学课堂演示实验</b>	<b>77</b>
6.1 浓度对反应速率的影响	77
6.1.1 碘酸钾与亚硫酸氢钠的作用	77
6.1.2 硫代硫酸钠的加酸分解	79
6.1.3 催化剂对反应速率的影响	80
6.2 pH指示剂变色范围	80
6.3 同离子效应与缓冲溶液	82
6.3.1 同离子效应	82
6.3.2 缓冲溶液	83
6.4 盐类的水解	84
6.4.1 各类盐水溶液的酸碱性	84
6.4.2 浓度对水解度的影响及盐类水解的抑制	85
6.4.3 完全水解	85
6.5 沉淀的生成、溶解、转化与分步沉淀	86
6.5.1 沉淀的生成和溶解	86
6.5.2 难溶金属硫化物在酸中的溶解	87
6.5.3 分步沉淀	88
6.5.4 沉淀的转化	88
6.6 原电池、金属腐蚀与防护	89
6.6.1 原电池(铜-锌原电池)	89

6.6.2	金属的腐蚀——铜-铁腐蚀电池的形成	90
6.6.3	金属的防腐	90
6.7	氧化还原反应的方向与次序	92
6.7.1	判断氧化还原反应进行的方向	92
6.7.2	判断氧化还原反应进行的次序	93
6.8	铁化合物的磁性实验	94
6.9	配合物的形成对电极电势的影响	95
6.9.1	比较黄血盐和铁(II)盐与碘的作用	95
6.9.2	比较铁(III)盐和铁(III)配合物与碘化钾的作用	96
6.10	钙、锶、钡盐的溶解性比较	96
6.11	硅酸盐的性质	97
6.11.1	硅酸的生成	97
6.11.2	“水中花园”——难溶硅酸盐的生成	98
6.11.3	硅酸钠的水解	99
6.12	铵离子与硝酸根离子的鉴定	99
6.12.1	铵离子与奈斯勒试剂的作用	99
6.12.2	硝酸根离子的鉴定方法	100
6.13	过氧化氢的性质	100
6.13.1	过氧化氢的氧化性	100
6.13.2	过氧化氢的还原性	101
6.13.3	“振荡反应”——过氧化氢的氧化还原性	101
6.14	卤素的性质	103
6.14.1	卤素氧化性的比较	103
6.14.2	卤化银的生成与溶解	103
6.14.3	次氯酸盐的氧化性	104
6.14.4	氯酸盐的氧化性	105
6.15	铜氨配合物	105
6.15.1	铜氨配合物的制备	105
6.15.2	铜(II)离子的鉴定	106
6.16	“火山爆发”——三氧化二铬的生成	106
6.17	铬酸盐、重铬酸盐的性质	107
6.17.1	重铬酸盐与铬酸盐的相互转化	107
6.17.2	铬酸盐与铅、银、钡等离子的作用	108
6.18	银的化合物	108
6.18.1	氧化银的生成和性质	108
6.18.2	银镜反应	109
<b>第7章 化学基本原理实验</b>		<b>111</b>
实验一 摩尔气体常数的测定		111

实验二	反应速率与活化能的测定 .....	113
实验三	氯化铵生成焓的测定 .....	117
实验四	乙酸解离常数的测定 .....	119
实验五	单、多相离子平衡 .....	122
实验六	氯化铅活度积的测定 .....	125
实验七	氧化还原反应 .....	128
实验八	物质结构和性质的关系 .....	130
实验九	磺基水杨酸铁配合物的组成及稳定常数的测定 .....	134
实验十	钴、镍的萃取分离 .....	137
<b>第 8 章</b>	<b>无机化合物的制备 .....</b>	<b>141</b>
实验十一	去离子水的制备 .....	141
实验十二	五水合硫酸铜的制备及结晶水的测定 .....	145
实验十三	硫酸亚铁铵的制备(常量和微型实验) .....	147
实验十四	四碘化锡的制备及化学式的确定 .....	151
实验十五	氯化钠试剂的制备 .....	152
实验十六	无机颜料(铁黄)的制备 .....	154
实验十七	四氯化锡的制备 .....	156
<b>第 9 章</b>	<b>重要元素及其化合物性质实验 .....</b>	<b>158</b>
实验十八	p 区重要非金属化合物的性质 .....	158
实验十九	p 区重要金属化合物的性质 .....	162
实验二十	常见阴离子的分离与鉴定 .....	166
实验二十一	d 区重要化合物的性质(一) .....	170
实验二十二	d 区重要化合物的性质(二) .....	174
实验二十三	ds 区重要化合物的性质 .....	178
实验二十四	常见阳离子的分离和鉴定 .....	182
<b>第 10 章</b>	<b>应用性实验 .....</b>	<b>185</b>
实验二十五	水体化学需氧量的测定 .....	185
实验二十六	钢中锰含量的测定 .....	187
实验二十七	纸上色谱法鉴定 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ .....	190
实验二十八	食品中微量元素的鉴定 .....	193
实验二十九	金属表面处理技术 .....	195
实验三十	印染废水的脱色处理 .....	199
<b>第 11 章</b>	<b>综合性实验 .....</b>	<b>201</b>
实验三十一	平衡原理综合实验 .....	201
实验三十二	元素性质综合实验 .....	202
实验三十三	$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$ 配合物的制备、水合反应速率及 活化能的测定 .....	202
<b>第 12 章</b>	<b>设计性实验 .....</b>	<b>205</b>

实验三十四	从化学实验废液中回收 Ag 和 $\text{CCl}_4$ .....	205
实验三十五	磷系列化合物的制备 .....	205
实验三十六	硫代硫酸钠的制备 .....	208
实验三十七	茶叶或紫菜中某些微量元素的鉴定 .....	209
实验三十八	含 Cr(VI) 废液的处理 .....	209
<b>第 13 章</b>	<b>研究性实验</b> .....	<b>212</b>
实验三十九	稀土乙酰丙酮盐 ( $\text{Eu}(\text{acac})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 的制备 .....	212
实验四十	金纳米粒子的制备 .....	213
实验四十一	温敏性水凝胶的合成及表征 .....	214
实验四十二	水热法制备纳米尖晶石型 $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 及表征 .....	216
实验四十三	8-羟基喹啉铝配合物的合成与发光性质研究 .....	218
实验四十四	氧化锆纳米粉末的合成制备、团聚控制与材料表征 .....	220
实验四十五	纳米钙钛矿型 $\text{SrFeO}_{3-\delta}$ 的制备及其光催化降解 水溶性染料 .....	223
实验四十六	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的制备、组成测定及表征 .....	226

### 第三部分 附 录

附录 1	中华人民共和国法定计量单位(摘录) .....	237
附录 2	弱酸、弱碱在水中的解离常数(25 °C, 离子强度 $I=0$ ) .....	239
附录 3	微溶化合物的溶度积(18~25 °C, $I=0$ ) .....	241
附录 4	标准电极电势(25 °C, 标准态压力 $p^\ominus=100 \text{ kPa}$ ) .....	243
附录 5	常见配离子的累积稳定常数( $I \approx 0, 293 \sim 298 \text{ K}$ ) .....	250
附录 6	实验室常用酸、碱溶液的浓度 .....	252
附录 7	实验室中常用试剂的配制 .....	252
附录 8	常用缓冲溶液的 pH 范围 .....	255
附录 9	酸碱指示剂 .....	255
附录 10	氧化还原指示剂 .....	256
附录 11	金属离子指示剂 .....	256
附录 12	离子鉴定反应 .....	257
附录 13	离子常见反应 .....	262
附录 14	常见离子和化合物的颜色 .....	266
附录 15	不同温度下水的饱和蒸气压(Pa) .....	270
附录 16	GB5749—2006 生活饮用水卫生标准水质部分常规指标及 限值 .....	272
附录 17	地下水国家标准(GB/T14848—93)、地表水国家标准 (GB3838—2002)中的高锰酸盐指数 .....	273

元素周期表

# 绪 论

## 1. 无机化学实验课程的目的

无机化学实验是高等院校化学、化工、材料工程、环境工程、制药工程等专业一年级学生必修的基础课程之一,它担负着培养学生掌握无机化学实验基本操作技能及进行科学实验初步训练的任务。已故著名化学家、中国科学院院士戴安邦教授对实验教学作了精辟的论述:实验教学是实施全面化学教育的有效形式。通过化学实验教学,不仅要传授化学知识,更重要的是培养学生的实践能力和科学素质,掌握基本实验技能,培养分析问题和解决问题的能力,养成实事求是的科学态度,树立勇于开拓的创新意识。

对于新入学的一年级学生,通过系统学习本课程,可以初步掌握进行化学实验的基本操作技能,进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和反应,掌握无机化合物的一般分离和制备方法,使课堂讲授的重要理论和概念得到验证、巩固、充实和提高,并适当扩大知识面,从而养成独立思考、独立准备和进行实验的实践能力。通过本课程的学习还可培养学生细致地观察和记录实验现象,学会归纳、综合、正确地处理数据和用语言表达实验结果的能力,以及培养学生的科学工作态度和习惯。

除无机化学基础实验外,增加了无机化学课堂演示实验,目的是活跃理论课课堂教学气氛,提高课堂教学效率。此外本课程结合化学学科的发展趋势与最新科研成果,增加了研究性实验,从而使本课程的发展紧跟化学学科的发展,使学生及时接触学科前沿。同时,本课程增加了大量应用现代分析测试仪器(如红外吸收光谱仪、紫外-可见分光光度计、荧光分析仪、热分析仪、XRD分析仪等)的实验。使学生初步了解现代分析测试方法和有关仪器的使用。

## 2. 化学实验课程的基本要求

为达到化学实验课程的目的,学生必须树立正确的学习态度和明确科学的学习方法,做到:

(1) 实验前应认真预习,查阅有关原料和产物的物理常数,明确实验目的与要求,了解实验基本原理、步骤、方法及注意事项,写好预习报告。

(2) 实验时应保持安静,集中精力,认真操作,仔细观察实验现象,如实记录实验结果,积极思考问题,并运用所学理论、知识解释实验现象,研究实验中出现的现象。

(3) 实验结束,要认真地写好实验报告。对于实验中出现的现象和问题进行认真的讨论。

### 3. 实验报告格式示例

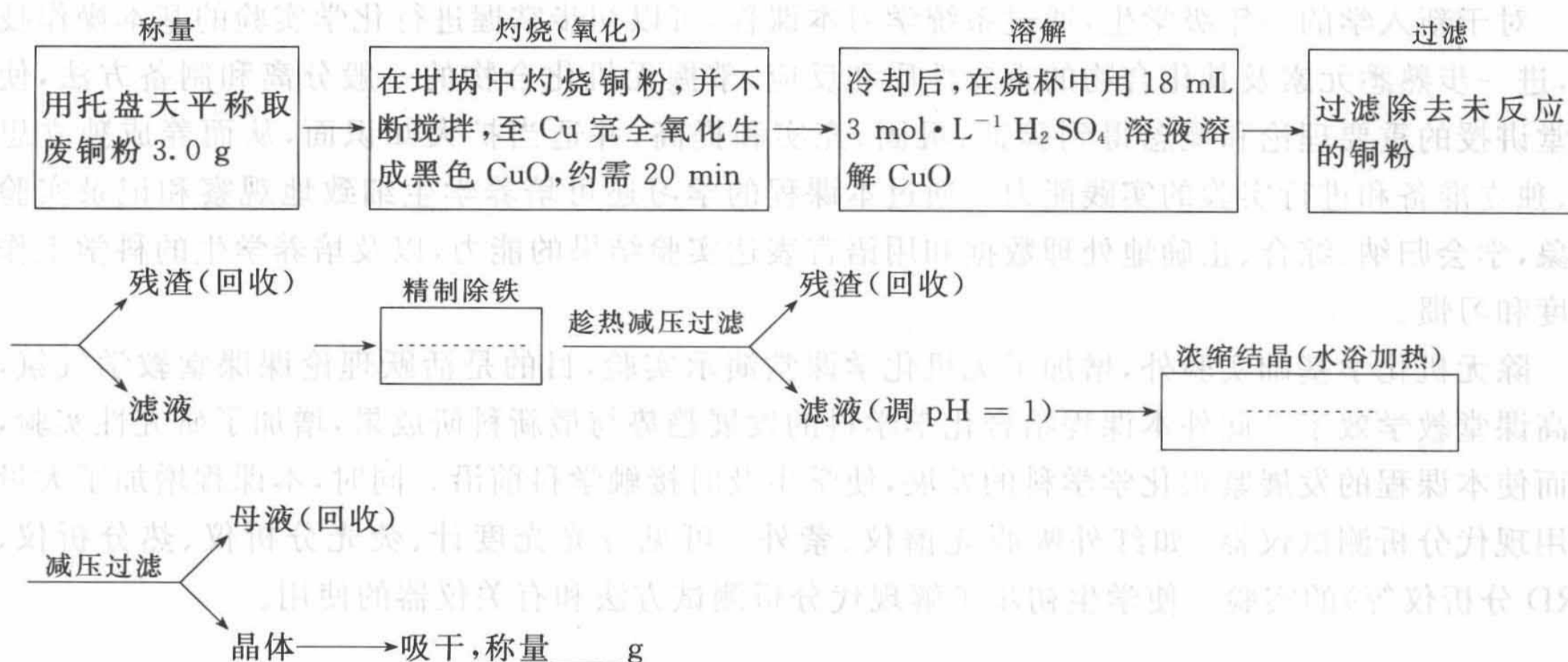
无机化学实验大致可分为三种类型:制备实验、测定性实验、验证性实验。制备实验报告主要写出物质制备原理、步骤、反应条件、原料量、产量、产率、产品质量,有些可能还要求性质表征等。化学工艺一般流程可用“框图”表示,每一步操作可作为一个“框图”。性质测定实验主要是测定数据及处理数据,所有原始数据都要准确无误记录,并应有具体数据处理过程。验证性实验主要是物质性质的验证,一般可分为实验步骤、实验现象、反应方程式及解释或结论等项,借以加深对无机反应原理和物质性质的理解和记忆。

#### 例一 “无机制备实验”报告格式示例

**【实验名称】** 五水合硫酸铜的制备

**【实验目的】** (略写)

**【实验步骤】**



**【实验结果】**

理论产量计算:

实际产量 = \_\_\_\_\_;

产率(计算) = \_\_\_\_\_;

产品等级: \_\_\_\_\_。

**【问题和讨论】**

#### 例二 “无机测定实验”报告格式示例

**【实验名称】** 摩尔气体常数的测定

**【实验目的】** (略写)**【实验步骤】**

## 1. 称量铝箔

- (1) 用托盘天平粗称表面皿质量。
- (2) 用电子天平精称表面皿质量。
- (3) 用电子天平精称表面皿和铝箔质量。

2. 测定摩尔气体常数( $R$ )

- (1) 在反应管内加入 3 mL  $8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 HCl 溶液和铝箔。
- (2) 检漏,调平衡,读取  $V_1$ 。
- (3) 使铝箔与 HCl 反应完全,并恢复至室温,保持 U 形管两端液面水平,读取  $V_2$ 。
- (4) 测室温与大气压。

**【数据记录与处理结果】**

## 1. 称量

表面皿质量/g	(表面皿质量+铝箔质量)/g	铝箔质量/g

2. 测定摩尔气体常数( $R$ )

反应前量气管中液面读数: $V_1 =$  \_\_\_\_\_ mL;

反应后量气管中液面读数: $V_2 =$  \_\_\_\_\_ mL;

$V(\text{H}_2) =$  \_\_\_\_\_ mL。

铝箔质量 = \_\_\_\_\_ g;

室温 = \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T =$  \_\_\_\_\_ K;  $p(\text{H}_2\text{O}) =$  \_\_\_\_\_ Pa;

大气压  $p =$  \_\_\_\_\_ kPa;  $p(\text{H}_2) =$  \_\_\_\_\_ kPa。

$n(\text{H}_2) =$  \_\_\_\_\_ mol(计算式)。

运算过程及结果

$R =$  \_\_\_\_\_; 相对误差 = \_\_\_\_\_。

## 3. 误差分析

## 例三 “无机验证性实验”报告格式示例

**【实验名称】** 单、多相离子平衡

**【实验目的】** (略写)

**【实验步骤】**

实验步骤	现象	反应方程式	解释(结论)
$\frac{0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HOAc}}{3 \text{ mL}}$ + 甲基橙摇匀 $\longrightarrow$	溶液呈红色	$\text{HOAc} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OAc}^-$	

(续前) 【项目】续表

实验步骤	现象	反应方程式	解释(结论)
比较 <ul style="list-style-type: none"> <li>↗ 不加 NH<sub>4</sub>OAc</li> <li>↘ 加少许 NH<sub>4</sub>OAc</li> </ul>	溶液由红变黄		

【问题和讨论】

不加 NH <sub>4</sub> OAc	加少许 NH <sub>4</sub> OAc	平衡常数 K <sub>a</sub>

附录 1 “五组”实验“测定弱酸的解离常数”

【实验目的】  
 (1) 测定弱酸的解离常数 K<sub>a</sub>。  
 (2) 验证 Henderson-Hasselbalch 方程。

实验原理	主要反应式	实验步骤	数据记录与处理
	HA ⇌ H <sup>+</sup> + A <sup>-</sup>	1. 配制不同浓度的 HA 溶液。 2. 测定溶液的 pH 值。	$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ $pH = pK_a + \lg \frac{[A^-]}{[HA]}$