

普通高等教育“十二五”规划教材

大学化学实验教程

I

无机化学与 分析化学实验

李巧玲 主 编

李延斌 景红霞 段红珍 副主编

第二版

WUJI HUAXUE YU
FENXI HUAXUE SHIYAN



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

大学化学实验教程 I

无机化学与分析化学实验

第二版

李巧玲 主 编

李延斌 景红霞 段红珍 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《大学化学实验教程 I 无机化学与分析化学实验》第二版在第一版基础上增加了在生活、生产中的实际应用性实验和热点领域的研究性实验,还加强了综合实验训练。内容共 6 章:第 1 章介绍无机化学与分析化学实验的目的、方法、成绩评定等;第 2 章介绍实验室安全规则、废物的处理、实验室常用仪器及基本操作、实验数据的表达与处理等;第 3 章无机化学实验(基础训练)部分;第 4 章分析化学实验(基础训练)部分,每个实验包括目的、原理、用品、步骤、思考题等内容;第 5 章综合、研究性实验;第 6 章是附录。本书在编写时博采众长,注重对学生创新精神和科研能力的培养,同时关注化学学科发展的前沿领域。

《大学化学实验教程 I 无机化学与分析化学实验》第二版可作为化学、化工、材料、生物、环境工程及能源等相关专业实验课教材,也可作为从事同领域科学研究人员的实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验教程. I, 无机化学与分析化学实验/
李巧玲主编. —2 版. —北京:化学工业出版社, 2015. 8
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-24238-9

I. ①大… II. ①李… III. ①无机化学-化学实验-
高等学校-教材②分析化学-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 124099 号

责任编辑:刘俊之

装帧设计:刘丽华

责任校对:宋 玮

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:高教社(天津)印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 337 千字 2015 年 9 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

本书编委会

主 编：李巧玲

副主编：李延斌 景红霞 段红珍

编 委：吴晓青 贾素云 张学俊

高建峰 焦晨旭 武志刚

徐春燕 宋江峰

主 审：高艳阳

前言

当代化学学科的发展突飞猛进，学科之间的交叉与渗透，研究领域的拓宽与应用周期的缩短，都要求高校培养出的大学生具有较强的动手、动脑的综合素质及与这个时代相适应的创新精神和应变能力。

化学实验教育既是传授知识与技能、训练科学思维、提高创新能力、全面实施化学素质教育的有效形式，又是建立与发展化学理论的“基石”与“试金石”。近几十年的化学发展，尽管其理论起了十分重要的作用，但还是可以说“没有实验就没有化学”。随着知识快速更新、科学技术交叉发展，实验与理论已发展到并重的地步。有必要进行改革，强化以提高学生创新精神和实践能力为主的新体系与新内容。

中北大学化学系基础化学课程组多年来一直承担着本校化学、化工、材料、环境、生物、能源等各专业低年级学生的无机化学和分析化学实验课程的教学工作，经过多年不断地探索、教学实践的检验和完善，在综合分析了大学化学实验教育在化学、化工、材料等类学生培养计划中的作用后，本着学生掌握知识循序渐进的原则，将实验内容按“无机化学实验基础训练部分”、“分析化学实验基础训练部分”和“综合、研究性实验部分”三个教学单元进行重组与编排。第二版基本保持了第一版的风格，对其中不适应现在教学体系的内容进行了改进，对文字叙述不恰当的段落进行了修改，并根据化学学科的发展和实验仪器的更新，重新编写了部分实验，增加了在生活、生产中的实际应用性实验和热点领域的研究性实验，还加强了综合实验训练。突出了对学生“三基”（基本理论、基本操作、基本技能）能力培养与训练的特点，使选材更贴近科研与生产实践，并力求体现“绿色”化学的教育思想。

全书共分为六章。主要是以无机化合物的制备与物质的组成、含量和特性分析为主。本书由李巧玲任主编，李延斌、景红霞、段红珍任副主编，全书由李巧玲教授统稿，高艳阳教授担任全书的主审工作，对书稿提出了宝贵的意见与建议，特此致谢。

本书的编写既继承了我校基础化学教研室前辈的心血，又参阅了校外同类实验教材，在此特向前辈同行们表示衷心的感谢和敬意，也向中北大学全体参与基础化学实验教学与改革工作的教师以及支持该项工作的各级领导和广大师生表示深切的谢意。

由于水平有限，经验不足，本书难免存在诸多不足之处，敬请读者指正。

编者

2015年5月

第一版前言

当代化学学科的发展突飞猛进,学科之间的交叉与渗透,研究领域的拓宽与应用周期的缩短,都要求高校培养出的大学生具有较强的动手、动脑的综合素质及与这个时代相适应的创新精神和应变能力。

化学实验教育既是传授知识与技能、训练科学思维、提高创新能力、全面实施化学素质教育的有效形式,又是建立与发展化学理论的“基石”与“试金石”。近几十年的化学发展,尽管其理论起了十分重要的作用,但还是可以说“没有实验就没有化学”。随着知识快速更新、科学技术交叉发展,实验与理论已发展到并重的地步。有必要进行改革,强化以提高学生创新精神和实践能力为主的新体系与新内容。

中北大学化学系基础化学课程组的教师们,总结了多年教学改革的经验,在综合分析了大学化学实验教育在化学、化工、材料等专业学生培养计划中的作用后,本着学生掌握知识循序渐进的原则,将实验内容按“无机化学基础训练部分”、“分析化学基础训练部分”和“综合、研究性实验部分”三个教学单元进行重组与编排,剔除重复内容,增加了在生活、生产中的实际应用性实验和热点领域的研究性实验,突出了对学生“三基”(基本理论、基本操作及基本技能)能力培养与训练的特点,使选材更贴近科研与生产实践,并力求体现“绿色”化学的教育思想。

全书分为六章,以无机化合物的制备与物质的组成、含量和特性分析为主。全书由李巧玲任主编,李延斌、景红霞、段红珍任副主编;研究生李洪刚也参加了部分内容、资料的收集与编写工作,全书由李巧玲教授统稿。高艳阳教授担任全书的主审工作,对书稿提出了宝贵的意见与建议,特此致谢。

本书的出版,是中北大学化学系基础化学实验室全体教师多年教学工作的积淀,尤其是教学改革的经验总结,是集体劳动汗水与心血的结晶。在此向全体参与实验教学改革工作的教师以及支持该项工作的各级领导和广大师生表示深切的谢意。

由于水平有限,经验不足,本书难免存在不足之处,敬请读者指正。

编者

2011年11月

第1章 绪论	1
1.1 学生实验守则	1
1.2 大学化学实验课程的目的	2
1.3 大学化学实验课程的要求	2
1.3.1 实验前的预习	2
1.3.2 学习方法	2
1.3.3 实验过程与记录	3
1.3.4 实验报告	3
第2章 化学实验室基本知识	7
2.1 实验室安全知识	7
2.1.1 实验室安全规则	7
2.1.2 消防知识	8
2.1.3 三废处理	8
2.2 实验室常用玻璃仪器	9
2.3 试剂规格与存放	12
2.3.1 化学试剂的规格	12
2.3.2 取用试剂时的注意事项	12
2.3.3 化学试剂的存放	13
2.4 试纸与滤纸	13
2.4.1 用试纸检验溶液的酸碱性	13
2.4.2 用试纸检验气体	14
2.4.3 滤纸	14
2.5 实验室常用溶剂——纯水	15
2.5.1 蒸馏水	15
2.5.2 电渗析水	15
2.5.3 去离子水	15
2.6 仪器的洗涤与干燥	16
2.6.1 玻璃仪器的洗涤	16
2.6.2 仪器的干燥	19
2.6.3 干燥器的使用	19
2.7 试剂的配制和取用	20

2.7.1 固体试剂的取用	20
2.7.2 液体试剂的取用	20
2.7.3 试剂的配制	21
2.8 加热与冷却	21
2.8.1 加热装置	21
2.8.2 加热操作	22
2.8.3 冷却方法	23
2.9 称量仪器及其使用	24
2.9.1 台式天平	24
2.9.2 分析天平	24
2.9.3 电子天平	32
2.9.4 称量方法	34
2.10 常见仪器的用法	35
2.10.1 721 型分光光度计的使用	35
2.10.2 酸度计的使用	36
2.10.3 电导率仪的使用	42
2.10.4 比重计的使用	44
2.11 化学实验中的误差与数据处理	44
2.11.1 误差	44
2.11.2 数据记录、有效数字及其运算法则	46
第3章 无机化学实验(基础训练)部分	50
3.1 无机化合物的提纯和制备的基本操作	50
3.1.1 蒸发(浓缩)、结晶和固体干燥	50
3.1.2 过滤操作	51
3.2 基础实验	52
实验一 仪器的熟悉、洗涤和干燥	52
实验二 简单玻璃工操作	53
实验三 氯化钠的提纯	54
实验四 二氧化碳摩尔质量的测定	56
实验五 摩尔气体常数的测定	57
实验六 硫代硫酸钠的制备	60
实验七 硫酸亚铁铵的制备	61
实验八 弱电解质的离解平衡	63
实验九 配位化合物的形成和性质	66
实验十 配合物的制备及其组成和配离子分裂能的测定	68
实验十一 沉淀反应	71
实验十二 氧化还原反应与电化学	73
实验十三 明矾的制备	75
实验十四 主族元素(一)——金属元素及其化合物的性质	76
实验十五 主族元素(二)——非金属元素及其化合物的性质	79
实验十六 副族元素(一)——d 区元素	82

实验十七 副族元素 (二)——ds 区元素	86
实验十八 综合练习——金属各类化合物的性质	91
第 4 章 分析化学实验 (基础训练) 部分	94
4.1 滴定分析基本操作训练	94
4.1.1 滴定分析常用仪器的使用与校正	94
4.1.2 实验室常用溶液的配制及浓度	96
4.1.3 碱滴定应掌握的实验技术	98
4.1.4 酸滴定应掌握的实验技术	101
4.1.5 移液管与容量瓶的使用	102
4.2 基础实验	104
实验一 电子天平的操作及其称量练习	104
实验二 溶液的配制	106
实验三 NaOH 标准溶液的配制与标定	108
实验四 草酸纯度的测定	109
实验五 盐酸标准溶液的配制与标定	110
实验六 碱灰中各组分与总碱度的测定	111
实验七 EDTA 的配制与水的总硬度的测定	114
实验八 重铬酸钾法测铁盐中铁含量 (氧化还原滴定法)	116
实验九 硫代硫酸钠溶液的配制与标定	117
实验十 间接碘量法测铜 (氧化还原滴定法)	118
实验十一 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	119
实验十二 丁二酮肟镍重量法测定钢样中镍含量	121
实验十三 普通碳素钢中锰含量的测定 (分光光度法)	122
实验十四 电位滴定法测定醋酸的浓度及其离解常数	123
实验十五 离子选择性电极法测定水中微量氟	124
实验十六 排放水中铜、铬、锌及镍的测定 (AAS 法)	126
实验十七 气相色谱法测定苯的同系物	129
实验十八 固体与液体有机化合物的红外光谱定性分析	130
实验十九 不同介质中苯、苯酚和胺的紫外光谱的测定	132
第 5 章 综合、研究性实验部分	134
实验一 无机未知物的定性鉴定	134
实验二 茶叶中微量元素的鉴定与定量测定	135
实验三 三草酸合铁 (Ⅲ) 酸钾的合成和组成分析	137
实验四 含铬废液的处理	139
实验五 废烂板液的综合利用	140
实验六 利用废铜和工业硫酸制备五水硫酸铜	143
实验七 氧化镁的制备——利用工业废渣制备氧化镁	145
实验八 配合物磁化率的测定	147
实验九 化学反应热效应的测定	154
实验十 化学反应速率和化学平衡	156

实验十一	纳米 BaTiO_3 的制备与表征	158
实验十二	纳米 TiO_2 的低温制备、表征及光催化活性检测	159
实验十三	高盐废水可溶性氯化物中氯含量的测定 (莫尔法)	161
实验十四	水样中化学需氧量的测定	163
实验十五	工业废水 BOD 的测定	165
实验十六	沉淀重量法测定钡 (微波干燥恒重法)	167
实验十七	分光光度法测定铁 (Ⅲ)——磺基水杨酸配合物的组成	168
实验十八	邻二氮杂菲分光光度法测定铁条件的研究	170
实验十九	气相色谱法测定邻二甲苯中的杂质 (内标法)	171
实验二十	铵盐中氮含量的测定 (甲醛法)	173
实验二十一	食用醋中醋酸含量的测定	174
实验二十二	蛋壳中钙、镁含量的测定	175
实验二十三	维生素 C 片中抗坏血酸含量的测定 (直接碘量法)	176
实验二十四	植物中某些元素的分离与鉴定	177

第 6 章 附录 179

6.1	相对原子质量表 (2005 年)	179
6.2	常用化合物相对分子质量表	181
6.3	化学中与国际单位并用的一些单位	182
6.4	几种常见酸碱的浓度和密度	183
6.5	常用基准物及其干燥条件	183
6.6	常见离子的鉴定方法	184
6.7	标准电极电势表	186
6.8	弱电解质的解离常数 ($t=25^\circ\text{C}$)	193
6.9	溶度积常数 (298.15K)	194
6.10	某些离子及化合物的颜色	196
6.11	某些氢氧化物沉淀和溶解时所需的 pH 值	198
6.12	常用缓冲溶液的配制	198
6.13	标准缓冲溶液在不同温度下的 pH 值	199
6.14	定性分析试液的配制方法	199
6.15	常用酸碱的配制	200
6.16	常用指示剂及其配制	201
6.17	实验室中一些试剂的配制	203
6.18	常用洗涤剂的配制	204
6.19	磁化率、反磁磁化率和结构改正数	204

参考文献 206

绪 论

1.1 学生实验守则

(1) 学生必须在规定时间内参加实验，不得迟到，迟到 10 分钟以内给予批评教育，10 分钟以上者，取消本次实验资格。累计三次迟到者，记“实验成绩不及格”，不能参加该课程考试。

(2) 学生在进行实验之前，必须作好预习，熟悉实验指导书规定的实验内容；进入实验室后，要听从指导教师的指挥，严格按照各种仪器设备操作规程、使用方法和注意事项进行实验。要特别注意易燃易爆物、有毒有害、腐蚀性等危险特性的化学品和贵重仪器的保管和使用，严防事故发生。

(3) 在实验过程中要集中精力、认真操作、仔细观察、做好记录，以达到巩固理论、培养独立分析和解决问题的能力。

(4) 在实验中若发现仪器设备有损坏或异常现象时，应立即关闭仪器设备电源，停止操作，保持现场，并马上将详细情况向指导教师报告，待查明原因并作出妥善处理，方可继续进行实验。

(5) 实验完毕后，要关闭实验室内的电源和水源，要把实验用的工具、器材等整理好，当面向主管人员交代清楚，要取得主管教师同意后，方可离开实验室。

(6) 要爱护实验室的一切财物。凡与本次实验无关的仪器设备和物品，一律不准动用，更不准在实验期间利用仪器设备和物品做与本次实验无关的事情。

(7) 实验室的一切物品，未经主管人员同意，不得擅自搬动或带出实验室。如有违者，除退还所带物品外，根据情节给予批评或处分。

(8) 如有特殊原因未能按时参加实验者，经教师同意后可以补做。无故不参加者，以旷课论处。

(9) 因病、事假而耽误 $1/4$ 以上实验课的同学，必须在课程考试之前补做，否则不能参加该课程的考试。

(10) 实验室要保持清洁卫生，不得高声喧哗和打闹，不准吸烟，不准随地吐痰。实验完毕后，值日学生要协助搞好实验室卫生。

(11) 在实验室进行实验的学生，必须遵守本规则，否则实验教师有权停止其参加实验。对损坏的仪器设备，要按规定予以赔偿。

1.2 大学化学实验课程的目的

随着世界科学技术的飞速发展,现代化学的发展已进入到理论与实践并重的阶段。在我国高等教育进入大众化教育的背景下,在全面推进通识和素质教育的形势下,大学化学实验作为高等理工科院校化工、材料、环境、生物等工程专业的专业主要基础课程,是培养学生动手和创新能力的重要课程。本书将实验内容按“无机化学基础训练部分”、“分析化学基础训练部分”和“综合、研究性实验部分”三个教学单元进行重组与编排,增加了在生活、生产中的实际应用性实验和热点领域的研究性实验,按照基本化学原理、化合物制备、合成、结构、性能的基本关系和化学实验技能培养重新组织实验课教学。

本课程以包含基本原理、基本方法和基本技术的化学实验作为素质教育的媒体,通过实验教学过程达到以下目的:

以基本知识→基础训练实验部分→综合、设计与研究性实验三个层次的实验教学,模拟化学知识的产生与发展为化学理论的基本过程,培养学生以化学实验为工具获取新知识的能力。经过严格的实验训练后,使学生具有一定的分析和解决较复杂问题的实践能力、收集和化学信息的能力、文字表达实验结果的能力,培养学生的科学精神、创新意识和创新能力以及团结协作的精神。

1.3 大学化学实验课程的要求

为了达到上面提出的课程目的,规范实验教学过程,学生应在以下环节严格要求自己。

1.3.1 实验前的预习

弄清实验目的和原理、仪器结构、使用方法和注意事项、药品或试剂的等级、物化性质(熔点、沸点、折射率、密度、毒性与安全等数据)。实验装置、实验步骤要做到心中有数,避免边做边翻书的“照方抓药”式实验。实验前认真地写出预习报告。预习报告应简明扼要,但切忌照抄书本。实验过程或步骤可以用框图或箭头等符号表示(参照实验报告格式例1~例3)。

1.3.2 学习方法

本教材的基本实验是在教学过程中经多年使用较为成熟的,因而容易做出结果。但不要认为生产或科研中的实际问题都可以如此顺利地解决,应当多问几个为什么。对于性质和表征实验,要搞清楚化合物的性质和相关的表征手段,这些手段基于什么理论和原理,以及表征方法的使用条件和局限性。对于综合、设计和研究性实验,重在培养创新和开拓以及综合应用化学理论和实践知识的能力,对这部分实验,首先要明确需要解决的问题;然后根据所学的知识(必要时应当查阅文献资料)和实验室能提供的条件选定实验方法,并深入研究这些方法的原理、仪器、实验条件和影响因素,以此作为设计方案的依据;最后写成预习报告并和指导教师讨论、修改、定稿后即可实施。本书所选的题目较为简单,目的是给学生在“知识”和“应用”之间架设一座“能力”的桥梁。

1.3.3 实验过程与记录

为培养学生严谨的科学研究精神，在需要等待的时间内不能做其他事情，要养成专心致志的观察实验现象的良好习惯。善于观察、勤于思考、正确判断是能力的体现。实验过程中要准确记录并妥善保存原始数据，不能随意记在纸片上，更不能涂改。对可疑数据，如确知原因，可用铅笔轻轻圈去，否则宜用统计学方法判断取舍，必要时应补做实验核实，这是科学精神与态度的具体体现。实验结束后，请指导教师签字，留作撰写实验报告的依据。

1.3.4 实验报告

实验报告不仅是概括与总结实验过程的文献性资料，而且是学生以实验为工具，获取化学知识实际过程的模拟，因而同样是实验课程的基本训练内容。实验报告从一定角度反映了一个学生的学习态度、实际水平与能力。实验报告的格式与要求，在不同的学习阶段略有不同，但基本应包括：实验目的、实验简明原理、实验仪器（厂家、型号、测量精度）、药品（纯度等级）、实验装置（画图表示）、原始数据记录表（附在报告后）、实验现象与观测数据。实验结果（包括数据处理）用列表或作图形式表达并讨论。

处理实验数据时，宜用列表法、作图法，具有普遍意义的图形还可以回归成经验公式，得出的结果应尽可能地与文献数据进行比较。通过这种形式培养学生科学的思维模式，提高学生的文献查阅能力和文字表达能力。

对实验结果进行讨论是实验报告的重要组成部分，往往也是最精彩的部分。包括实验者的心得体会（是指经提炼后学术性的体会，并非感性的表达），做好实验的关键所在，实验结果的可靠程度与合理性评价，实验现象的分析和解释等，提出实验的改进意见，或提出另一种比实验更好的路线等。注重培养学生思考和分析问题的习惯，尤其是培养发散性思维和收敛思维模式，为具有真正的创新性思维打下基础。

实验结束后，应严格地根据实验记录，对实验现象作出解释，写出有关反应，或根据实验数据进行处理和计算，作出相应的结论，并对实验中的问题进行讨论，独立完成实验报告，及时交指导教师审阅。

特别强调，化学实验课的首次实验时，学生必须做好预习，准备好两本实验报告并将每页编上页码。实验数据只能记在实验报告上，不能随意记在纸片上。学生必须主动接受规范化的严格训练，掌握实验的基本操作技术，并进一步掌握有关的理论知识。

书写实验报告应字迹端正，简明扼要，整齐清洁。实验报告写得潦草者应重写。

实验报告包括六部分内容：

一、实验目的。

二、实验步骤。尽量采用表格、框图、符号等形式，清晰、明了地表示。

三、实验现象和数据记录。表达实验现象要正确、全面，数据记录要规范、完整。

四、数据处理。获得实验数据后，进行数据处理是一个重要环节。

五、实验结果的讨论。对实验结果的可靠程度与合理性进行评价，并解释所观察到的实验现象。

六、问题讨论。针对本实验中遇到的疑难问题，提出自己的见解或收获，也可对实验方法、检测手段、合成路线、实验内容等提出自己的意见，从而训练创新思维和创新能力。

下面举出三种不同类型实验报告的格式，供同学们参考。

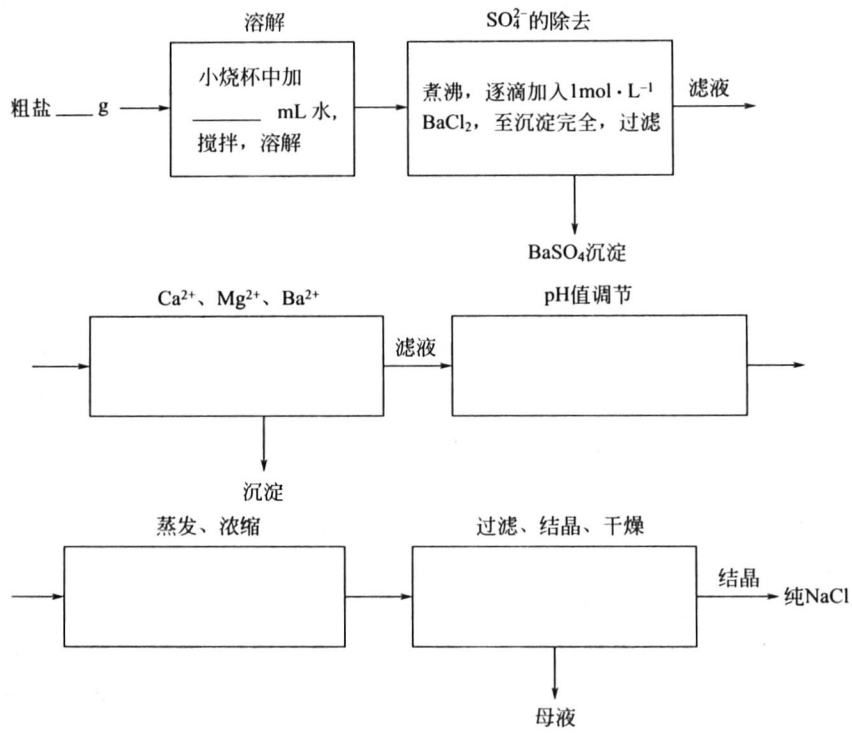
例 1

氯化钠的提纯

班级姓名日期

一、实验目的

二、提纯步骤



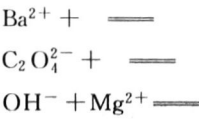
纯 NaCl 结晶质量_____ g

纯 NaCl 产率=

三、产品纯度检验

检 验 方 法	现象(粗盐溶液)	现象(精盐溶液)
加 BaCl_2 溶液		
加 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液		
加 NaOH + 镁试剂		

离子方程式



四、讨论

根据产率、纯度和本人在操作中遇到的问题简单谈谈实验后的体会。

例 2

离 解 平 衡

班级姓名日期

一、实验目的

二、实验内容

1. 离解平衡

(1) 同离子效应

① 步骤 2mL 0.1mol · L⁻¹ 氨水 + 酚酞 + NH₄Ac (s)

现象

解释

② 步骤 1mL 0.1mol · L⁻¹ HAC + 甲基橙 + ?

现象

解释

(2) 盐类水解和影响盐类水解的因素

① 0.1mol · L⁻¹ NaAc 实验 pH 值 = 计算 pH 值 =

0.1mol · L⁻¹ NaCl 实验 pH 值 = 计算 pH 值 =

去离子水 实验 pH 值 = 计算 pH 值 =

② 温度对水解的影响

a. 步骤

现象

解释

b. 步骤

现象

解释

③ 酸度对水解平衡的影响

步骤

现象

解释

④ 能水解的盐类间的相互反应

步骤

现象

解释

2. 缓冲溶液和 pH 值

编号	溶液	pH 计算值	pH 测定值
1	? mL 1mol · L ⁻¹ HAc + ? mL 1mol · L ⁻¹ NaAc	5	
2	1 号缓冲溶液加几滴 0.1mol · L ⁻¹ HCl		
3	1 号缓冲溶液加几滴 0.1mol · L ⁻¹ NaOH		
4	1 号缓冲溶液稀释 1~2 倍		

三、结论

例 3

电子天平

年 月 日

一、实验目的

- 1. 了解电子天平的构造及其主要部件；
- 2. 掌握电子天平的基本操作；

- 3. 学会直接法和减量法称量试样；
- 4. 学会正确使用称量瓶；
- 5. 掌握准确、简明规范地记录实验原始数据的方法。

二、实验步骤

(1) 天平外观检查

取下天平罩→检查天平状态→插上电源→调电子天平的零点。

(2) 直接称量法练习

用电子天平准确称出两锥形瓶和一个装有样品的称量瓶的质量。

按“电子天平操作”整理好天平，调零后，取两个洁净、干燥并编有号码的锥形瓶（1[#]，2[#]）和1个装有样品的称量瓶（3[#]）。将1[#]锥形瓶轻轻放在天平盘中央，当显示数字稳定后，即可读数，记录称量结果 m_1 ；重复操作分别称出2[#]锥形瓶质量 m_2 与3[#]称量瓶质量 m_0 ，记录在相应表格位置上。

(3) 减量法称量练习

本实验要求用减量法从称量瓶（3[#]）中准确称量出 0.20~0.25g 的固体试样（称准至 $\pm 0.0002\text{g}$ ）。

- ① 分别准确称取1[#]和2[#]锥形瓶的质量 m_1 和 m_2 （即直接称量法称得的数据 m_1 和 m_2 ）。
- ② 准确称取3[#]称量瓶的质量 m_0 （即直接称量法称得的数据 m_0 ）。
- ③ 取出称量瓶3[#]，用瓶盖轻轻地敲打称量瓶口上方，使样品落在1[#]锥形瓶中，估计倾出的试样在 0.2g 左右时停止。将称量瓶再放回天平中称其质量 m'_0 ，两次质量之差（ $m_0 - m'_0$ ）即为倾出试样的质量。若倒出的试样还少于 0.2g，应再次敲取（注意不应一下敲取过多），直到倾出的试样在 0.20~0.25g 之间；重复操作，在2[#]锥形瓶中也倾入 0.20~0.25g 样品。
- ④ 用直接称量法准确称量“1[#]锥形瓶+样品”的质量 m'_1 与“2[#]锥形瓶+样品”质量 m'_2 ，并计算绝对误差。
- ⑤ 数据记录与处理见下表。

三、数据记录与处理

记录内容 \ 次数	I	II
(称量瓶+样品) m_0	17.5549	17.3331
倾出样品后质量 m'_0	17.3331	17.1308
$m_0 - m'_0$	0.2218	0.2023
(锥形瓶+样品) $m'_1(m'_2)$	20.4818	21.8844
空锥形瓶质量 $m_1(m_2)$	20.2602	21.6818
$m'_1 - m_1(m'_2 - m_2)$	0.2216	0.2026
绝对误差	-0.0002	+0.0003

四、结果讨论

化学实验室基本知识

2.1 实验室安全知识

2.1.1 实验室安全规则

实验室安全包括人身安全及实验室、仪器、设备的安全。进行化学实验，经常要使用有毒药品、易燃易爆的气体 and 溶剂以及有腐蚀性的浓盐酸、浓硫酸等。若这些药品使用不当，则可能会发生中毒、烧伤等各种事故。除此之外，由于玻璃仪器、电器设备等的违规操作，也会造成人身伤害及仪器设备的损坏。为此，必须树立安全第一的思想，严格遵守实验室安全规则，高度重视安全操作，预防这些事故的发生。

(1) 实验室内严禁吸烟、饮食和嬉闹喧哗，切勿以实验用容器代替水杯、餐具使用，勿让试剂入口，实验结束后要细心洗手。

(2) 水、电、气使用完毕要及时关闭。

(3) 剧毒品和危险品要有专人管理，使用时要特别小心，必须记录用量。不可乱扔、乱倒，要进行回收或特殊处理。

(4) 使用浓酸、浓碱及其他有强烈腐蚀性的试剂时应避免溅落在皮肤、衣服或书本上。挥发性的有毒或有强烈腐蚀性的液体和气体的使用，应在通风柜或密封良好的条件下进行。

(5) 使用高压气体钢瓶时，要严格按操作规程进行操作。

(6) 使用可燃性有机试剂时，要远离火焰及其他热源，尽可能在通风柜中进行。用后要塞紧瓶塞，置阴凉处存放。低沸点、低熔点的有机溶剂不要在明火下直接加热，而应在水浴或电热套中加热。

(7) 估计可能发生危险的实验，在操作时应使用防护眼镜、面罩、手套等防护用具。

(8) 使用大型或较为贵重仪器前，要认真阅读仪器操作规程，经教师讲解后再动手操作。不要随意拨弄仪器，以免损坏或发生其他事故。

(9) 事故的处理和急救：发生事故应立即采取适当措施并报告教师。

实验中发生事故后的紧急处置和应急处理办法：

① 酸或碱产生腐伤时，应先用大量水冲洗，再用饱和碳酸氢钠溶液或2%的硼酸溶液洗涤，最后用蒸馏水冲洗。

② 烫伤勿用水冲洗，在灼伤处抹上黄色苦味酸溶液、高锰酸钾溶液或凡士林、烫伤膏、