

高等学校教材

HUAXUE SHIYAN

化学实验

(上)



河北师范大学、衡水学院、邢台学院、石家庄学院合编
申金山 邢广恩 段书德 主编



化学工业出版社

高等学校教材

化学实验（上）

第二版

河北师范大学、衡水学院、邢台学院、石家庄学院合编
申金山 邢广恩 段书德 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《化学实验(上)》在介绍实验室基本常识、化学实验基础知识与基本操作的基础上,选择了86个实验项目,内容涵盖基本操作实验、元素及其化合物的性质实验、化学原理与物理化学常数的测定、物质的分离与提纯、无机物的制备与检验、化学分析实验、仪器分析实验等。在注重基本技能训练的同时,强化专业技能训练,有利于培养学生的实验能力。

本书可作为高等师范院校及理工类院校化学类专业本科生的教材,也可供相关人员参考使用。

(上) 化学实验

化学实验

图书在版编目(CIP)数据

化学实验(上)/申金山等主编. —2版. —北京:化学工业出版社, 2016. 2

高等学校教材

ISBN 978-7-122-25978-3

I. ①化… II. ①申… 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(2016)第000024号

责任编辑:宋林青
责任校对:边涛

装帧设计:王晓宇

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:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张18½ 字数464千字 2016年4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:35.00元

版权所有 违者必究

前言

《化学实验》(上、中、下)系列教材基于“高等学校基础课实验教学示范中心建设标准”和“厚基础、宽专业、大综合”教育理念的要求,在第一版基础上经充实、重组,重新编写而成。本教材具有以下特点:

(1) 层次化与整体性统一。教材将化学实验作为一门独立课程设置,其实验内容与教学进度独立于理论课,通过实验室常识、基本操作技术、实验项目等内容的分层次设计,构建一个成熟的、系统完整的实验教学新体系。

(2) 经典性与时代性统一。教材在精选化学学科中一些经典实验内容的同时,选择一些成熟的、有代表性的现代教学科研成果,一方面加强学生实验技术与技能的训练;另一方面强化学生研究和创新能力的培养。

(3) 知识性与实用性的统一。教材既涉及化学实验基础知识和操作训练,又涉及无机物制备、有机物合成、工业品质量检测、环境分析、天然产物提取等应用性内容。

(4) 专业性与师范性的统一。体现师范院校的教师教育及化学学科专业性的特点,在注重化学学科的专业知识、专业技能训练的同时,强化专业知识和技能与其他相关学科知识与技能的联系,强化从专业学习到专业施教的过渡。

本套教材可供高等师范院校及理工科化学专业使用,由河北师范大学、衡水学院、邢台学院、石家庄学院和沧州学院共同编写,参加上册编写的有申金山、贾密英、冯玉玲、张慧姣、王秀玲、邢广恩、郑学忠、段书德等。全书最后由申金山通读、定稿。

由于编者水平所限,本书难免有不足之处,希望读者批评指正。

编 者

2015 年 9 月

目录

第1章 绪论	/ 001
1.1 化学实验的目的	001
1.2 化学实验的学习方法	002
1.2.1 充分预习	002
1.2.2 认真实验	002
1.2.3 详实记录	003
1.2.4 全面总结	003
1.3 化学实验课的教学要求	006
第2章 实验室基本常识	/ 008
2.1 化学实验室规则	008
2.2 化学实验安全知识	009
2.2.1 实验室安全守则	009
2.2.2 药品使用安全规则	009
2.2.3 实验室三废处理	010
2.2.4 实验室内事故的预防与应急处理	011
2.2.5 实验室急救药箱	014
第3章 化学实验基础知识与基本操作	/ 015
3.1 实验数据的处理	015
3.1.1 测定结果的准确度和精密度	015
3.1.2 误差产生的原因	016
3.1.3 提高分析结果准确度的方法	018
3.1.4 有效数字及其运算规则	018
3.1.5 化学实验数据的处理	019
3.2 化学实验常用仪器介绍	023
3.2.1 常用仪器介绍	023
3.2.2 常用的五金用具	031
3.2.3 常用仪器和实验装置简图的绘制	031
3.3 常用仪器的洗涤和干燥技术	032
3.3.1 常用仪器的洗涤	032
3.3.2 几种常用的玻璃仪器的保养和洗涤方法	033

3.3.3 常用仪器的干燥	034
3.4 常用加热方法与加热装置	035
3.4.1 常用的加热方法	035
3.4.2 常用的加热装置和使用方法	036
3.5 化学试剂基础知识	041
3.5.1 化学试剂的分类	042
3.5.2 化学试剂的质量标准	043
3.5.3 化学试剂的选用	044
3.5.4 化学试剂的保存和管理	044
3.6 实验室用水	045
3.6.1 实验室用水的等级、规格和影响纯度的因素	045
3.6.2 实验室用水的制备方法	046
3.6.3 实验室用水水质鉴定方法	047
3.7 试纸与滤纸	047
3.7.1 试纸	047
3.7.2 滤纸	048
3.8 试剂的取用和试管操作	049
3.8.1 试剂的取用	049
3.8.2 取用试剂时的安全问题	051
3.8.3 试管操作	051
3.9 溶液的浓度及配制	052
3.9.1 常用的溶液浓度表示方法	052
3.9.2 溶液的配制	053
3.10 常用度量仪器的使用	054
3.10.1 体积度量仪器的使用	054
3.10.2 质量度量仪器的使用	063
3.10.3 称量方法	069
3.10.4 酸度计及使用方法	069
3.10.5 电导率仪的使用方法	072
3.10.6 分光光度计及使用方法	073
3.11 气体的发生、收集、净化和干燥	076
3.11.1 气体的发生	076
3.11.2 气体的收集	079
3.11.3 气体的净化和干燥	080
3.11.4 实验装置气密性的检查	081
3.12 物质的分离与提纯	082
3.12.1 常用的分离与提纯方法	082
3.12.2 试样的溶解	082
3.12.3 溶液与沉淀的分离	083
3.12.4 升华	085
3.12.5 溶液的蒸发与结晶	086

3. 12. 6 离子交换分离法	086
3. 13 重量分析	088

第4章 基本操作训练 / 094

4. 1 仪器识认、试剂的取用、玻璃工操作及 塞子钻孔训练	094
实验 1 仪器的认领、洗涤和干燥	094
实验 2 试剂取用与试管操作	095
实验 3 玻璃工操作和塞子钻孔	096
4. 2 称量技术训练	101
实验 4 分析天平称量练习	101
4. 3 溶液配制技术训练	102
实验 5 溶液粗配和精确配制	102
4. 4 体积度量仪器的校准	104
实验 6 容量仪器的校准	104

第5章 元素、化合物、离子的性质与检验 / 107

5. 1 元素及其化合物的性质	107
实验 7 p 区重要非金属及其化合物的性质	107
实验 8 主族重要金属及其化合物的性质	111
实验 9 ds 区元素重要化合物的性质	114
实验 10 d 区元素(铬、锰、铁、钴、镍)化合物的性质	116
5. 2 常见离子的检验	119
实验 11 常见金属阳离子的分离与鉴定	119
实验 12 常见非金属阴离子的分离与鉴定	124
实验 13 动植物中 Fe、Ca、P 元素的鉴定	127

第6章 化学原理与物理化学常数的测定 / 130

实验 14 化学反应速率和活化能的测定	130
实验 15 阿伏加德罗常数的测定	134
实验 16 镁的相对原子质量的测定	135
实验 17 摩尔气体常数的测定	138
实验 18 有机酸摩尔质量的测定	139
实验 19 直接电位法测定乙酸的电离度和电离常数	141
实验 20 电位滴定法测定乙酸的电离常数	143
实验 21 电导率法测定乙酸的电离常数	144
实验 22 $I^- + I_2 \rightleftharpoons I_3^-$ 平衡常数的测定	147

第7章 物质的分离与提纯 / 155

实验 23 去离子水的制备	155
---------------------	-----

实验 24	氯化钠的提纯	157
实验 25	海带中提取碘	159

第 8 章 无机物的制备与检验 / 161

实验 26	三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备和性质	161
实验 27	明矾的制备、大晶体的培养及含量测定	162
实验 28	含铜废液制备五水硫酸铜及结晶水的测定	165
实验 29	硫酸亚铁铵的制备	167
实验 30	硫酸亚铁铵中铁含量的测定	170
实验 31	硝酸钾的制备与提纯	171
实验 32	碳酸钡晶体的制备与晶形观察(微型合成实验)	172
实验 33	碘酸铜的制备及溶度积的测定	174

第 9 章 化学分析实验 / 177

9.1	酸碱滴定法	177
实验 34	滴定操作练习	177
实验 35	NaH_2PO_4 - Na_2HPO_4 混合溶液浓度的测定	179
实验 36	蛋壳中碳酸钙含量的测定	180
实验 37	工业纯碱总碱度的测定	181
实验 38	食用白醋中 HAc 浓度的测定	183
实验 39	硫酸铵肥料含氮量的测定(甲醛法)	184
实验 40	工业用硼酸中硼酸含量的测定	186
实验 41	阳离子交换树脂交换容量的测定	187
实验 42	阿司匹林含量的测定	189
9.2	配位滴定法	190
实验 43	EDTA 的标定	190
实验 44	自来水总硬度的测定	193
实验 45	铋、铅含量的连续测定	195
9.3	氧化还原滴定法	196
实验 46	过氧化氢含量的测定	196
实验 47	水样中化学耗氧量(COD)的测定(高锰酸钾法)	198
实验 48	补钙制剂中钙含量的测定(高锰酸钾间接滴定法)	199
实验 49	铁矿石中全铁含量的测定(无汞定铁法)	200
实验 50	维生素 C 含量的测定(直接碘量法)	202
实验 51	间接碘量法测定铜合金中铜含量	203
实验 52	葡萄糖含量的测定	205
实验 53	溴酸钾法测定苯酚	206
9.4	沉淀滴定和重量分析	208
实验 54	氯化物中氯含量的测定	208
实验 55	二水合氯化钡中钡含量的测定(硫酸钡晶形沉淀重量分析法)	209

第 10 章 仪器分析实验

/ 212

10.1 光学分析法	212
实验 56 邻二氮菲吸光光度法测定铁(条件试验和试样中铁含量的测定)	212
实验 57 吸光光度法测定水和废水中总磷	214
实验 58 吸光光度法测定水样中的六价铬	216
实验 59 吸光光度法测定双组分混合物	218
实验 60 饮用白酒中甲醇含量的测定	219
实验 61 食品中 NO_2^- 含量的测定	221
实验 62 食品中防腐剂的紫外光谱测定	222
实验 63 紫外吸收光谱法同时测定维生素 C 和维生素 E	224
实验 64 核黄素的荧光特性和含量测定	225
实验 65 蔬菜中总抗坏血酸的测定(荧光法)	227
实验 66 化学发光法测定鞣革废液中的三价铬及六价铬	229
实验 67 红外光谱法测定有机化合物的结构	231
实验 68 红外光谱法测定药物的化学结构	234
实验 69 有机化合物的吸收光谱及溶剂的影响	235
实验 70 火焰原子吸收光谱法测定自来水中的钙(标准加入法)	236
实验 71 火焰原子吸收光谱法测定水样中的镁(标准曲线法)	238
实验 72 豆粉中 Fe、Cu、Ca 营养元素的分析	239
实验 73 电感耦合等离子体发射光谱法测定白酒中的锰	241
实验 74 合金材料的电感耦合等离子体原子发射光谱(ICP-AES)法定性分析	242
10.2 电化学分析法	243
实验 75 食品添加剂、饲料及饮用水中氟含量的测定	243
实验 76 自动电位滴定法测定弱酸离解常数	247
实验 77 电位滴定法测定氯、碘离子浓度及 AgI 和 AgCl 的 K_{sp}	248
实验 78 单扫描示波极谱法测定铅和镉	250
实验 79 天然水中钼的极谱催化波测定	251
10.3 色谱分析法	253
实验 80 酒精饮料中各成分的分离和分析	253
实验 81 高效液相色谱法测定咖啡因(外标法)	254
实验 82 高效液相色谱法测定 APC 片剂的含量(内标法)	256
实验 83 薄层荧光扫描法测定中药黄连中的小檗碱	258
10.4 质谱分析法及色-质联用分析法	261
实验 84 ICP-MS 测定玩具中锑、砷、钡、镉、铬、铅、汞、硒	261
实验 85 气相色谱串联质谱法鉴定纯物质及有机混合物	263
实验 86 液相色谱-质谱/质谱法(LC-MS/MS)测定原料乳及乳制品中的三聚氰胺	264

附 录

/ 268

附录 1 实验室常用酸、碱的密度和浓度(293.2K)	268
附录 2 常用指示剂	268

附录 3	不同温度下标准缓冲溶液的 pH	271
附录 4	标准缓冲溶液的配制方法	271
附录 5	滴定分析常用标准溶液的配制和标定	271
附录 6	弱电解质的解离常数(298. 2K)	272
附录 7	难溶化合物的溶度积常数(298. 2K, $I = 0$)	274
附录 8	标准电极电势(298. 2K)	275
附录 9	某些离子和化合物的颜色	276
附录 10	使用原子吸收分光光度计的安全防护	279
附录 11	高压钢瓶的使用	279
附录 12	注射器的使用及进样操作	280
附录 13	汞的安全使用	282

参考文献

/ 283

1.1 化学实验的目的

随着化学科学的深入发展,现代化学在理论化学与实验化学两方面均已取得了丰硕的研究成果。理论化学通过计算与模拟,获得化学问题微观到宏观各层次的动态与静态信息,重现并解释了越来越多的实验现象,已经成为解决生命、能源、材料、环境等领域的科学问题不可或缺的工具。实验化学运用化学、物理等学科的基本原理和方法研究化学物质的制备、结构、性能、分析方法及其变化规律,特别是在新技术、新方法不断涌现的背景下,极大地推动了社会生产力的发展。

实验是一种事前有方案、事后有结果和责任的实践活动,是人类研究、探索自然规律的基本科学方法。实验方案目的明确,步骤具体可操作,实验结果以实验报告的形式来表达。化学科学中新元素的发现、化学理论的验证、自然界存在的或不存在的化学品的合成、新合成工艺路线的验证、新实验技术与设备的开发等都必须通过实验来验证、试制、改进和完善。

化学实验教学既强调基础实验知识的学习与基本操作技能的训练,又突出科学方法和思维、科学精神和品德的培养;既重视基础实验方法的教学,又体现创新意识的培养;既坚持实验体系的层次性和完整性,又强调学生实验的自主性。化学实验课程体系包括基础性的操作训练实验与综合性的技术实验、理论的验证实验与主观能动的探索实验、无机物的制备实验与有机物的合成实验、经典的方法实验与现代的研究实验。

实验教学的主要目的:

- ① 使学生正确地掌握化学实验的基本操作方法、技能和技巧,学会使用化学实验的仪器,具备设计安装简单实验装置的能力。
- ② 使学生掌握一些常见无机物制备、有机物的合成以及分离与提纯方法,通过验证基础化学的基本反应规律及基本理论,加深对基本概念和理论的理解。
- ③ 培养学生正确观察、记录和分析实验现象、合理处理实验数据、规范绘制各类图表、撰写实验报告、查阅手册与工具书及从其他信息源获取信息等方面的能力。
- ④ 培养学生正确设计实验(包括选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等)、解决实际问题的能力和创新能力。
- ⑤ 培养学生实事求是的科学态度、勤俭节约的优良作风、相互协作的团队精神、勇于开拓的创新意识。养成细致、整洁、有条理性的实验习惯。使学生具备处理实验中一般事故

的能力。

1.2 化学实验的学习方法

1.2.1 充分预习

化学实验是一门理论联系实际的综合性课程，同时，也是培养学生独立工作能力的重要环节。因此，要达到实验的预期效果，必须在实验前认真地预习有关实验内容，做好实验前的准备工作。预习时要明确实验目的，知晓实验原理，了解实验的内容、步骤、操作过程和实验时应注意的事项。要写好预习笔记，做到心中有数。

(1) 预习的内容和要求

实验前的预习，主要包括看、查、写、讲四方面的工作。

① 看：仔细阅读与本次实验有关的全部内容，不能有丝毫的粗心和遗漏。通过阅读明确每个实验的教学要求和教学目的，掌握实验的原理和方法，了解所需仪器设备的构造和工作原理。

② 查：通过查阅手册和有关资料了解实验中要用到或可能出现的化合物的性质和物理常数。

③ 写：在看和查的基础上认真书写预习笔记。每个学生都应准备一本实验预习、实验记录本，并编上页码，不能用活页本或零星纸张代替，不准撕下记录本的任何一页。如果写错了，可以用笔勾掉，但不得涂抹或用橡皮擦掉。文字要简练明确，书写整齐，字迹清楚。做好实验记录是从事科学实验的一项重要训练。

④ 讲：在看、查、写的基础上，应该做到能够以准确的专业语言表述实验原理和实验步骤，以及实验中各种仪器、试剂的规格和用途。

(2) 预习报告的内容

① 实验名称，实验目的和要求，实验原理和反应式（主反应和主要副反应）。

② 试剂及产品的物理化学常数（相对分子质量、性状、折射率、密度、熔点、沸点及溶解度）。

③ 试剂浓度和用量，理论产量的计算或含量的计算。

④ 正确并清晰地画出仪器装置示意图。能够准确识认所用的每件仪器，并了解仪器的工作原理、用途和正确的操作方法，以及是否有其他替代仪器等。

⑤ 简要操作步骤或实验流程。阅读实验教材后，根据实验内容正确写出简明的实验步骤（不能照抄！）或实验流程，关键之处应注明。步骤中的文字可用符号简化，例如，化合物只写化学式，加热用“ Δ ”，加用“+”，沉淀用“ $\downarrow$ ”，气体逸出用“ $\uparrow$ ”等。对于实验中可能会出现的问题，要写出防范措施和解决方法。

预习报告中涉及的内容，在实验过程中会有进一步认识和更新。可将实验记录本每页分成两部分，左边写预习内容，相应栏目的右边则写实验中新的认识和补充，以及观察到的实验现象。

1.2.2 认真实验

在预习的基础上，按照实验步骤、试剂用量和仪器的使用方法严肃认真地进行实验。做到规范操作、细致观察、如实记录。如发现实验现象与理论不符时，应对实验过程一步一步

地核查，找出失败的原因，提出改进的措施，重新操作，以便得出有益的结论或采取相应的补救措施。如有新的见解和建议，须征得老师的同意，方可改变实验方案进行实验。在实验过程中应保持肃静，并严格遵守实验室各项规章制度。

1.2.3 详实记录

在实验过程中，实验者必须养成一边进行实验一边直接在记录本上做记录的习惯，不许事后凭记忆补写，或以零星纸条暂记再转抄。记录的内容包括实验的全部过程，如加入药品的数量，仪器装置，每一步操作的时间、内容和所观察到的现象（包括温度、颜色、状态变化；结晶、沉淀的产生或消失；是否放热或有气体放出等）和测得的各种数据。

记录要求实事求是，反映真实的情况，特别是当观察到的现象与预期的不同，以及操作步骤与教材规定的不一致时，要按照实际情况记录清楚，以便作为总结讨论的依据。其他各项，如实验过程中一些准备工作、现象解释、称量数据以及其他备忘事项，可以记在备注栏内。应该牢记，实验记录是原始资料，科学工作者必须重视。实验结束后，应将实验记录和产品交指导教师检查、签字。

1.2.4 全面总结

实验结束后，要对实验进行概括和全面总结，写出实验报告。因此，做完实验后，除了整理归纳实验数据（制备或合成实验包括写出产物的状态、产量、产率和实际测得的物性，如熔程、沸程等，定量分析实验包括称样量、标准溶液的浓度、滴定剂用量等）、回答指定的思考题外，还必须根据实验的具体情况就产品的质量、产量及实验过程中出现的问题进行分析，以总结经验教训，进而对实验提出改进意见，这是把感性认识上升为理性认识的不可缺少的必要环节。应根据实验现象进行分析、解释，写出有关的反应方程式，或根据实验数据进行计算，并将计算结果与理论值比较、分析，从而做出结论。实验报告应简明扼要，书写工整，不要随意涂改，更不能相互抄袭，马虎行事。

不同类型实验报告的格式不同。下面介绍几种报告格式，以供参考。

[格式一] 化学制备实验报告

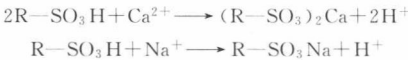
实验 23 去离子水的制备

【实验目的】

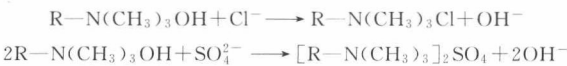
1. 掌握用离子交换法制备去离子水的原理和操作方法。
2. 熟悉离子交换树脂的再生处理。
3. 学会使用电导率仪。
4. 掌握水中杂质离子的检验方法。

【实验原理】

当天然水通过阳离子交换树脂时，水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 等阳离子被树脂吸附，发生如下的交换反应：



当天然水通过阴离子交换树脂时，水中的 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 等阴离子被树脂吸附，并发生如下的交换反应：

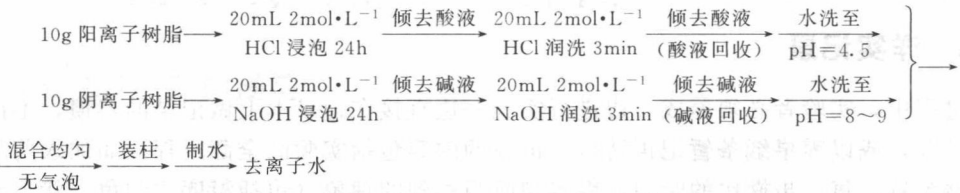


经阳、阴离子交换树脂交换后产生的 H^{+} 与 OH^{-} 发生中和反应，就得到了去离子水。

离子交换树脂的交换量是一定的，使用到一定程度后即失效。失效的阳、阴离子交换树脂可分别用稀 HCl 、稀 NaOH 溶液再生。

【实验步骤】

1. 去离子水的制备



2. 水质检验

(1) 化学检验

实验步骤	实验现象	解 释
① Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 检验 1mL 交换水 + 2 滴 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液 + 少量铬黑 T 指示剂 1mL 天然水 + 2 滴 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液 + 少量铬黑 T 指示剂	显蓝色 显粉红色	交换水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 极少, 溶液显示铬黑 T 指示剂的颜色 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 遇铬黑 T 指示剂显示粉红色
② Cl^- 检验 10 滴交换水 + 1 滴 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HNO}_3$ 溶液 + 2 滴 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ AgNO}_3$ 溶液 10 滴天然水 + 1 滴 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HNO}_3$ 溶液 + 2 滴 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ AgNO}_3$ 溶液	无白色沉淀 白色沉淀	交换水中 Cl^- 极少, 不足以产生白色 AgCl 沉淀 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow$
③ SO_4^{2-} 的检验 10 滴交换水 + 1 滴 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HCl}$ + 1 滴 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ BaCl}_2$ 溶液 10 滴天然水 + 1 滴 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HCl}$ + 1 滴 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ BaCl}_2$ 溶液	不出现白色浑浊 出现白色浑浊	交换水中 SO_4^{2-} 极少, 不足以产生白色 BaSO_4 沉淀 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$

(2) 物理检验

天然水的电导率= ; 交换水的电导率=

【实验结论】

【思考题】

[格式二] 定量分析实验报告

实验 36 蛋壳中碳酸钙含量的测定

【实验目的】

1. 对于实际试样的处理方法(如粉碎、过筛等)有所了解。
2. 掌握返滴定的方法原理。

【实验原理】

蛋壳的主要成分 CaCO_3 与已知浓度的过量 HCl 溶液发生下述反应:



用已知浓度 NaOH 溶液返滴定过量的 HCl 溶液,由加入 HCl 的物质的量与返滴定所消耗的 NaOH 的物质的量之差,即可求得试样中 CaCO_3 的含量。

【实验步骤】

将蛋壳去内膜并洗净,烘干后研碎,使其通过 80~100 目的标准筛,准确称取 3 份 0.1g 此试样,分别置于 250mL 锥形瓶中,用滴定管逐滴加入 HCl 标准溶液 40.00mL,并放置 30min,加入甲基橙指示剂,以 NaOH 标准溶液返滴定其中的过量 HCl 至溶液由红色刚刚变为黄色即为终点。

【数据处理与实验结果】

项 目		1	2	3
蛋壳质量/g		0.1086	0.1017	0.1052
NaOH 浓度/ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$		0.09190		
NaOH 体积/mL		18.30	19.70	19.00
HCl 体积/mL		40.00	40.00	40.00
HCl 浓度/ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$		0.09200		
CaCO_3 的质量分数/%	测定值	91.99	91.94	91.92
	平均值	91.95		
偏差		0.04	-0.01	-0.03
相对平均偏差/%		0.03		

【思考题】

[格式三] 化学性质实验报告

实验 2 试剂取用与试管操作

【实验目的】

1. 学习固体和液体试剂的取用方法。
2. 掌握试管振荡和加热试管中的固体和液体等基本操作方法。

【实验步骤】

实验步骤	实验现象	解释及结论(反应方程式)																	
1. 试剂的取用 (1)用水反复练习估量液体体积的方法 ① 取 1mL 自来水,用小滴管滴入试管中 ② 用量筒量取 10mL、20mL 水倒入 50mL 烧杯中 (2)酸碱指示剂在不同 pH 值溶液中的颜色 ① 第一支试管中:1mL 蒸馏水+1 滴甲基橙 ② 第二支试管中:1mL 蒸馏水+1 滴酚酞 ③ 以 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 和 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 代替蒸馏水进行同样实验 2. 固体试剂的取用 ① 第一支试管:一小粒锌粒+约 10 滴 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl ② 第二支试管:一小粒锌粒+少量铜粉+约 10 滴 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl	<table><tr><th>介质</th><th>指示剂</th></tr><tr><td>水</td><td>甲基橙 黄色 酚酞 无色</td></tr><tr><td>HCl</td><td>橙黄色 无色</td></tr><tr><td>NaOH</td><td>黄色 粉红色</td></tr></table> 两支试管均有气体放出,第二支试管比第一支放出气体速度快	介质	指示剂	水	甲基橙 黄色 酚酞 无色	HCl	橙黄色 无色	NaOH	黄色 粉红色	1mL 大约是 20 滴,一滴大约是 0.05mL。1mL 在试管的大约 1/10 位置 10mL、20mL 分别在 50mL 烧杯 1/5、2/5 位置 <table><tr><th></th><th>pH 变色范围</th><th></th></tr><tr><td>甲基橙</td><td>$3.1\sim 4.4$</td><td>橙黄色</td></tr><tr><td>酚酞</td><td>$8.8\sim 10.0$</td><td>粉红色</td></tr></table> $\text{Zn} + 2\text{H}^{+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 第二支试管形成 Cu-Zn 原电池,所以放出气体要快		pH 变色范围		甲基橙	$3.1\sim 4.4$	橙黄色	酚酞	$8.8\sim 10.0$	粉红色
介质	指示剂																		
水	甲基橙 黄色 酚酞 无色																		
HCl	橙黄色 无色																		
NaOH	黄色 粉红色																		
	pH 变色范围																		
甲基橙	$3.1\sim 4.4$	橙黄色																	
酚酞	$8.8\sim 10.0$	粉红色																	

【思考题】

1.3 化学实验课的教学要求

① 课前要做好预习。要仔细阅读实验教材和预备知识,熟悉实验的目的、类型、内容、步骤、仪器。携带实验预习报告册、记录用笔进入实验室。没写预习报告或预习报告不合格者不允许做实验。对于设计型实验,要求撰写包括实验题目、目的、试剂、仪器、步骤、数据算法等内容的设计方案。

② 至少提前十分钟进入实验室。进入实验室后,应穿好实验服并按顺序号到自己的实验台位置站好(或坐好)。

③ 上课时,要认真听指导教师讲述实验要求和注意事项,仔细观察指导教师的演示,进一步明确实验目的、操作要点,进一步了解仪器装置的构造、原理、化学药品的性能。

④ 实验时,按照预习报告或自己设计的实验方案进行实验操作。应根据实验所规定的方法、步骤和试剂用量规范操作。应仔细观察,如实记录实验现象和数据。通过积极思考判断实验结果正常与否,如果发现异常情况,要认真分析原因,找出问题所在,重新进行实验,必要时请教指导教师帮助解决,至得到满意的实验结果。

⑤ 要按照正确的方法使用实验仪器,防止因为操作不当而产生异常结果甚至损坏仪器。

如果发现故障要及时请指导教师处理。

⑥ 做设计型实验时,如果发现原设计方案有问题,要及时调整方案,直至达到预期的目的。

⑦ 实验后,要及时总结实验结果,认真书写实验报告。实验报告要书面整洁,字迹工整,图表规范,实验项目填写详实,实验数据处理和算法正确,实验结论明确。禁止随意涂改实验结果,更不能相互抄袭。