

新课程教师教育系列丛书

GAOZHONG HUAXUE KECHENG BIAOZHUN ZHONG DE

高中化学课程标准中的



探究实验与设计实验

TANJIU SHIYAN YU SHEJI SHIYAN YANJIU

研究 (上)

丛书主编 ■ 钱扬义

编 著 ■ 李 佳 钱扬义 肖常磊



东北师范大学出版社
Northeast Normal University Press

新课程教师教育系列丛书

GAOZHONG HUAXUE KECHENG BIAOZHUN ZHONG DE

高中化学课程标准中的



探究实验与设计实验

TANJIU SHIYAN YU SHEJI SHIYAN YANJIU

研究 (上)

丛书主编 ■ 钱扬义

编 著 ■ 李 佳 钱扬义 肖常磊



东北师范大学出版社 长 春
Northeast Normal University Press

□责任编辑:石纯生

□责任校对:陈国良

□封面设计:宋超

□责任印制:张允豪

图书在版编目(CIP)数据

高中化学课程标准中的探究实验与设计实验研究(上)/
李佳等编著. 长春:东北师范大学出版社,2005.12
(新课程教师教育系列丛书)

ISBN 7-5602-4514-5

I. 高... II. 李... III. 化学实验—教学研究—高中
IV. G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 149228 号

东北师范大学出版社出版发行
长春市人民大街 5268 号(130024)
电话:0431-5687213
传真:0431-5691969
网址:<http://www.nenup.com>
电子函件:sdcbcs@mail.jl.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版
吉林省委党校印刷厂印装
长春市前进大街 1299 号(130012)
2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

幅面尺寸:148 mm×210 mm 印张:7.75 字数:218 千
印数:0 001—3 000 册

定价:10.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,可直接与承印厂联系调换

前 言

随着国家基础教育课程改革的不断推进，高中化学课程改革进入了课程研制的实施阶段。高中新课程的实验，广东、山东、海南、宁夏率先进行，今后几年，将有更多的省区进行。高中化学新课程立足学生适应 21 世纪科学技术和社会可持续发展的需要，构建了“知识与技能”、“过程与方法”、“情感态度与价值观”相融合的目标体系，提倡通过以化学实验为主的多种探究活动，使学生体验科学研究的过程，学习科学研究的基本方法，激发化学的兴趣，强化科学探究的意识，促进学习方式的转变，培养学生的创新精神和实践能力。此举有利于学生形成科学的自然观和严谨求实的科学态度，更深刻地认识科学、技术和社会之间的相互关系。遵循化学新课程所提出的理念，我们着力探索化学教学的新思想、新观念、新方法。在高中化学新课程的实施中，化学实验与教学成为教师与学生关注的焦点。为帮助已经进入和即将进入新课程的高中教师、学生和化学教育工作者了解并把握新课程环境下的化学实验教与学的组织与实施，我们组织编写了这套高中化学实验与教学研究指导书。本书可供广大中学教师、学生和其他教育工作者用做参考书，也可作为高等师范院校和教育学院化学教育专业使用的实验教学教材。

本书内容丰富，实验研究新，涵盖了高中新课程化学课标主要实验，且对于必修模块，参考三种版本教材，补充了一些课标外的实验。每个实验从实验地位、背景知识、设计思路、实验过程、实验现象、实验成功之关键以及实验评价、拓展迁移等方面进行了说明，除了实验本身之外还有一些相关的知识性介绍，对于教师的教以及学生的学都不无裨益。

全书分为上、下两册，每册含四个模块，包括化学新课程必修两个模块与选修六个模块，共八个模块的实验内容。每一个模块呈现三

种不同类型的实验：一是基础型实验。主要以描述性语言陈述实验的基本过程与步骤，旨在帮助教师更好地处理和应用实验进行基础性教学，帮助学生更清晰地了解实验的背景与实验过程。二是探究型实验。主要是按照科学探究基本环节编写，从中体现出实验的探究思路，旨在体现一种科学探究的方法与过程，有利于教师指导学生进行实验探究，并且带动学生透过并超越实验本身——不仅学习化学知识，形成化学思维，更重要的在于强化探究意识，掌握探究方法。三是设计型实验、改进型实验与手持技术等实验，旨在通过实验培养学生利用所学知识和化学研究方法解决具体问题的能力。应该说，设计型实验也包括一定的探究成分，但这里并不强调探究过程的完整性，也并不要求探究结果的创新性，而主要是运用已有知识来解决某一个具体问题。改进型实验主要是针对实验的成功率以及实验的易操作性、环保性和示范性而进行的，如设计一个金属的电镀实验，或者设计一个硫酸亚铁铵的制备及纯度测定实验，等等。手持技术实验主要是运用掌上实验仪器进行科学探究以解决问题的实验。

本书所选录的实验从开始探究到最后结束定稿历经两年时间，每个实验的完成都经过几轮实验设计、几轮修改方才成稿。看到我们的工作终于告一段落，心中有欣慰也有遗憾：欣慰的是书稿终于完成，可以对高中化学教与学有所帮助，这也一直是我们的心愿；遗憾的是尽管我们希望做得最好，尽管反复实验且认真撰稿，尽管每个实验图片都几经拍摄、处理，尽管文稿几经校对，仍可能有疏漏之处。我们相信每一位教育工作者都满怀着对教育的热爱、对科学的执著、对学生的热爱，同我们一样在不断地孜孜追求，以实现自己心中的梦想。我们深切地祈愿大家心中的那份情愫能涓涓成溪汇成河，同泛教育改革之舟，驶向梦之彼岸，让学生们能拥有一个海阔天空的世界，拥有更自在更和谐更美好的未来。

本书是广大教师多年实验教学实践和研究的成果，是我们这几年来实验研究的阶段性总结，是集体智慧的结晶，也是我们的心血之作。总之，本书编写的宗旨是，力图体现新课程实验内容与要求，注重科学性、创新性及实用性，力图有利于教师把握如何教，有利于学生深化知识与实验的整合，领悟科学探究的思路与方法，从而促进其

对实验方法与知识的掌握，促进学生实验研究能力的提高。

本书的主要编写人员有：李佳（全书策划设计、组稿、校对、统稿、编辑）；钱扬义（全书的策划、统稿），肖常磊（全书的策划、校对），李成武（全书图片及视频的拍摄与处理）。

主要参编人员有：李嘉琪、麦达勤、邓静（化学1），吴梓虹、陈丽琴（化学2，化学与生活），黄小红、谢伟华（化学反应原理），陈娜、童小花（化学与技术，物质结构与性质），甘雪花、陈顺凯、陈华、蔡富荣、林佳玉（有机化学基础实验、实验化学）。

摄影与图片处理：李成武、陈华。

本书在编写的过程中，还得到了不少朋友的大力支持。在此，我们特向以下的朋友致以最衷心的感谢：

林木欣、余慧青、孔志玲、肖辉、邓敏雯、王玉兰、翁祥云、丘尽花、郭淑芬、沈燕璇、陈佩霞、刘聪、张玩丽、吴少芝、廖业绩、利梅锋、谭志彬、熊淑群、姚丽娜、许德颖等。

值本书正式出版之际，我们感谢长期参与或支持本实验研究的教师与学生。尤其感谢华南师范大学2000级与2001级化学教育专业的学生，以及跟随我们做专题实验的学生，他们的热情参与和大力支持是我们的动力和完成本书的保证。另外，华南师范大学化学系也给予了充分的支持，在此一并致谢。

编者

2006年2月16日

目 录

《化学 1》必修模块

(一) 实 验	1
1-1 实验:粗盐的提纯	1
1-2 实验:溶液中 Ag^+ , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} 等离子的检验	4
1-3 实验:氢氧化铁胶体的制备	7
1-4 实验:铝盐和铁盐的净水作用	10
1-5 实验:氢氧化铝的性质	13
1-6 实验:硅酸的制备与硅酸盐的性质	15
1-7 实验:氯气的性质	19
1-8 实验:氨的性质	20
1-9 实验:原电池的工作原理	24
(二) 探究性实验	29
1-10 实验探究:不同浓度溶液性质的差异比较	29
1-11 实验探究:神奇的保护膜——氧化铝	34
1-12 实验探究:铁与水蒸气反应	37
1-13 实验探究:氯气是否具有漂白性	40
1-14 实验探究:铜与浓硫酸的反应	45
(三) 设计实验、改进实验、综合性实验与手持技术实验	52
1-15 实验设计:食盐中碘的成分探究	52
1-16 实验设计:碳酸钠和碳酸氢钠的性质	59
1-17 实验设计:铁盐和亚铁盐性质的探究	64
1-18 实验改进:对“电解饱和食盐水实验”的改进	67
1-19 手持技术在酸碱滴定中应用的研究	69

《化学 2》必修模块

(一) 实验	76
2-1 实验:镁、铝金属性的比较	76
2-2 实验:钠与氯气反应	79
2-3 实验:认识化学反应的速率快慢	80
2-4 实验:化学反应的限度	82
2-5 实验:铝热反应	83
2-6 实验:乙烯、乙醇、乙酸的主要化学性质	85
2-7 实验:苯的性质	97
2-8 实验:淀粉的水解和水解产物的检验	98
(二) 探究性实验	104
2-9 实验探究:金属盐的焰色反应	104
2-10 实验探究:卤素单质置换反应的递变规律	111
2-11 实验探究:温度、催化剂对过氧化氢分解反应 速率的影响	118
2-12 实验探究:海带中碘的检验	127
(三) 设计实验、改进实验、综合性实验与手持技术实验	131
2-13 实验设计:中和反应与中和热的测定	131
2-14 综合性实验:用生活中的材料制作简易电池	136
2-15 实验设计:证明某些化学反应的可逆性	140
2-16 手持技术实验:探究影响过氧化氢分解速率的因素	149

《化学与生活》选修模块

(一) 探究性实验	166
3-1 实验探究:鲜果中维生素 C 的还原性	166
3-2 实验探究:食品中的膨化剂	179
3-3 实验探究:抑酸剂化学成分的检验	184
3-4 实验探究:易拉罐的主要成分	189

(二)设计性、改进性、综合性实验及手持技术实验·····	194
3-5 实验设计:一氧化碳毒性的检验·····	194
3-6 手持技术实验:探究“金鱼存活的条件”·····	201

《化学与技术》选修模块

(一)实 验·····	219
4-1 实验:用淀粉自制吸水材料·····	219
(二)探究性实验·····	223
4-2 实验探究:用碳酸氢铵和氯化钠制取碳酸钠的 最佳条件探究·····	223
(三)设计性、改进性、综合性实验及手持技术实验·····	231
4-3 实验设计:电路板的化学刻蚀·····	231

(一) 实 验

1 - 1 实验:粗盐的提纯

【实验目的】

巩固并规范溶解、过滤和蒸发等基本操作;初步学会物质的检验、分离、提纯和溶液配制等实验技能。

【实验原理】

粗盐是由海水、矿盐水、盐井汁等含盐的自然界的水,经煎晒,蒸浓,结晶而成。粗盐的主要成分是氯化钠,还含有钙、镁等金属元素的硫酸盐和碳酸盐。往粗盐溶液中加入 Ba^{2+} 可以除去粗盐中的 SO_4^{2-} , 过滤后往溶液中加入 OH^- 可以除去粗盐中的 Mg^{2+} , 再过滤,往溶液中加入 CO_3^{2-} 可以除去粗盐中的 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} , 过量的 CO_3^{2-} 和 OH^- 可以用盐酸除去,接着蒸发溶液可以使过量的盐酸挥发,得到 NaCl 晶体。 20°C 时, NaCl 在水中的溶解度为 36 g。

【实验用品】

仪器:烧杯、玻璃棒、蒸发皿、酒精灯、铁架台(带铁圈)、漏斗、药匙、量筒、天平。

药品:粗盐、 0.1 mol/L BaCl_2 溶液、 $0.1\text{ mol/L Na}_2\text{CO}_3$ 溶液、 0.1 mol/L NaOH 溶液、稀盐酸。

【实验步骤】

1. 用托盘天平称取 5.0 g(精确到 0.1 g)粗盐(如图 1-1 所示),用量筒量取 10 mL 水倒入烧杯中,用药匙从 5 g 粗盐中取少量加入烧杯并用玻璃棒搅拌,观察实验现象。再往烧杯中加入粗盐,边加边用玻璃棒搅拌,一直加到粗盐不再溶解为止。用托盘天平称量剩下的粗盐,计算 10 mL 水大概能溶解多少克粗盐。

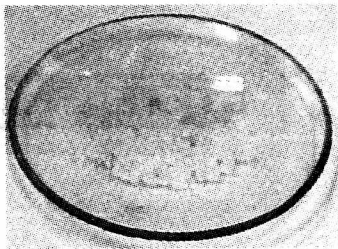


图 1-1 粗盐

2. 在粗盐溶液中加入 0.1 mol/L BaCl_2 溶液,直到取少许上层清液加入 0.1 mol/L BaCl_2 溶液不再产生沉淀,过滤。

3. 往滤液中加入 0.1 mol/L NaOH 溶液,直到取少许上层清液加入 0.1 mol/L NaOH 溶液不再产生沉淀,过滤。

4. 往滤液中加入 0.1 mol/L Na_2CO_3 溶液,直到取少许上层清液加入 0.1 mol/L Na_2CO_3 溶液不再产生沉淀,过滤。

5. 往滤液中加入稀盐酸除去过量的 Na_2CO_3 ,用 pH 试纸检验溶液的 pH,若溶液的 $\text{pH} < 7$,则表明滤液中过量的 Na_2CO_3 已被除去。

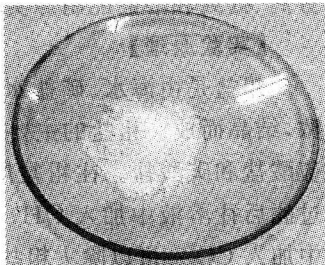


图 1-2 提纯后得到的精盐

6. 把滤液倒进蒸发皿中,放到铁架台的铁圈上加热,用玻璃棒不断搅拌溶液,待蒸发皿中出现较大量的固体时,停止加热,利用蒸发皿的余热使滤液蒸干,即可得到精盐(如图 1-2 所示)。

【实验现象】

表 1-1 粗盐提纯实验记录

实验过程	实验现象及解释
1. 溶解。	粗盐在水中溶解,溶液呈淡黄色,10 mL 水约溶解 3.3 g 粗盐。

2. 加入 0.1 mol/L BaCl ₂ 溶液。	有白色沉淀产生,如果取上层清液滴加 BaCl ₂ 溶液没有沉淀产生,证明 SO ₄ ²⁻ 已被除去。
3. 加入 0.1 mol/L NaOH 溶液。	有白色沉淀产生,如果取上层清液滴加 NaOH 溶液没有沉淀产生,证明 Mg ²⁺ 已被除去。
4. 加入 0.1 mol/L Na ₂ CO ₃ 溶液。	有白色沉淀产生,如果取上层清液滴加 Na ₂ CO ₃ 溶液没有沉淀产生,证明 Ca ²⁺ 和 Ba ²⁺ 已被除去。
5. 用盐酸除去过量的 Na ₂ CO ₃ 。	产生大量的气泡,若溶液的 pH<7,表明滤液中过量的 Na ₂ CO ₃ 已被除去。
6. 蒸发,浓缩,结晶。	得到白色的晶体。

【实验总结】

1. 本实验在初中“粗盐的提纯”的实验基础上作了进一步的深化,实验方案的设计相对简单。设计方案的关键点在于怎样除去粗盐中的杂质离子同时不引入新的杂质离子。考虑到粗盐溶液中溶质的主要成分是 NaCl,在实验时加入 BaCl₂ 除去 SO₄²⁻,加入 NaOH 除去 Mg²⁺,加入 Na₂CO₃ 除去 Ca²⁺,用 NaOH 除去过量的 Ba²⁺。虽然引入了 CO₃²⁻ 和 OH⁻,但往溶液加入盐酸就可以除去它们,而盐酸又有挥发性,过量的盐酸可以通过加热溶液除去,这样就达到了除去粗盐中的杂质离子同时不引入新的杂质离子的目的。

2. 本实验加入化学试剂的先后顺序可以变化。可以先滴加 BaCl₂ 溶液,再加 NaOH 溶液,接着加 Na₂CO₃ 溶液,最后加稀盐酸;也可以先滴加 NaOH 溶液,再加 BaCl₂ 溶液,接着加 Na₂CO₃ 溶液,最后加稀盐酸。关键是 Na₂CO₃ 溶液要在 BaCl₂ 溶液的后面,稀盐酸要在最后。

3. 在实验步骤 2 加入 BaCl₂ 溶液产生白色沉淀后,等待溶液澄清的时间比较长,可以用过滤沉淀的方法得到滤液,再取几滴滤液滴加 BaCl₂ 溶液,检验其中的 SO₄²⁻ 是否除尽。如果滤液中还有白色沉淀,继续往滤液加入 BaCl₂ 溶液直到所取滤液加入 BaCl₂ 溶液不再生成白色沉淀为止。在步骤 3 和步骤 4 中,可以用同样的方法检验杂质离子是否完全被除去。

参考文献

1. 张多霞. 中学化学实验手册. 广州: 广东教育出版社, 1995.
2. 人民教育出版社, 课程教材研究所, 化学课程教材研究开发中心. 普通高中课程标准实验教科书化学1(必修). 北京: 人民教育出版社, 2000.

1 - 2 实验: 溶液中 Ag^+ , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} 等离子的检验

【实验目的】

初步学会鉴别常见阳离子和阴离子; 了解常见离子的检验方法。

【实验原理】

未知离子的检验包括阳离子检验和阴离子检验。这些离子有的与酸反应生成挥发性物质, 有的与试剂反应生成沉淀, 利用这些性质可鉴定溶液中存在的离子。

【实验用品】

仪器: 试管、玻璃棒、烧杯。

药品: 稀硫酸、 AgNO_3 溶液、稀硝酸、稀盐酸、氨水、 Na_2CO_3 溶液、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液、澄清石灰水。

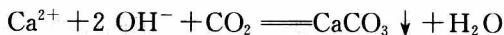
【实验过程】

1. CO_3^{2-} 鉴定

取 10 滴 Na_2CO_3 溶液置于试管中, 用 pH 试纸测定其 pH, 然后向试管中加入 10 滴稀盐酸, 并立即将事先蘸有新配制的澄清石灰水的玻璃棒置于试管口上。

实验现象: Na_2CO_3 溶液的 $\text{pH}=8$, 玻璃棒上的溶液变混浊。

反应原理: $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

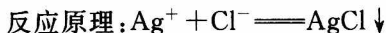


2. Cl^- 鉴定

取 3 滴稀盐酸于试管中, 加入 1 滴 6 mol/L HNO_3 溶液酸化, 再滴

加 0.1 mol/L AgNO₃ 溶液。

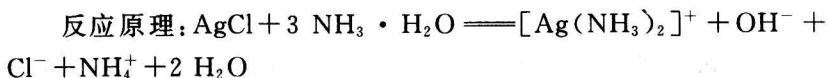
实验现象:出现白色沉淀。



在高中阶段,上面的方法就可以鉴定出 Cl⁻,若溶液中还存在其他阴离子的干扰,如 SO₄²⁻,再进行下面的实验即可进一步确定出 Cl⁻ 的存在。

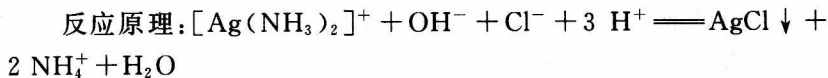
将沉淀过滤,弃去滤液,在沉淀上加入 3~5 滴 6 mol/L 氨水,用玻璃棒搅拌。

实验现象:沉淀溶解。



再加入 5 滴 6 mol/L HNO₃ 溶液酸化。

实验现象:重新生成白色沉淀。



3. SO₄²⁻ 鉴定

取 5 滴 SO₄²⁻ 试液置于试管中,加入 2 滴 6 mol/L 盐酸和 0.1 mol/L Ba(NO₃)₂ 溶液。

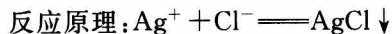
实验现象:出现白色沉淀。



4. Ag⁺ 鉴定

取 5 滴 0.1 mol/L AgNO₃ 溶液置于试管中,加 5 滴 2 mol/L 盐酸。

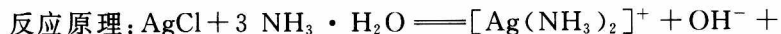
实验现象:出现白色沉淀。

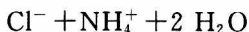


在高中阶段,上面的方法就可以鉴定出 Ag⁺,若溶液中还存在其他阳离子的干扰,可再进行下面的实验即可进一步确定出 Cl⁻ 的存在。

将沉淀过滤,弃去滤液,在沉淀上加入 6 mol/L 氨水,用玻璃棒搅拌。

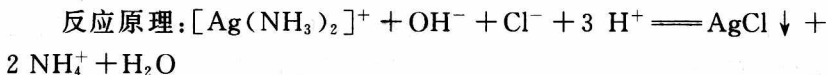
实验现象:沉淀溶解。





加入 5 滴 6 mol/L HNO_3 溶液酸化。

实验现象:重新生成白色沉淀。



【知识拓展】

鉴定未知溶液(可能含有 CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-})。

1. 取少量试液置于试管中,加入少量的稀硝酸,没有气体逸出。

证明:溶液中没有 CO_3^{2-} 。

2. 取少量试液置于试管中,加入酸化的 AgNO_3 溶液,出现白色沉淀。过滤沉淀,弃去滤液,在沉淀上加入 3~5 滴 6 mol/L 氨水,沉淀溶解。加入几滴稀硝酸后沉淀重新出现。

证明:溶液中含有 Cl^- 。

3. 在滤液中加入 Ba^{2+} , 出现白色沉淀。

证明:溶液中含有 SO_4^{2-} 。

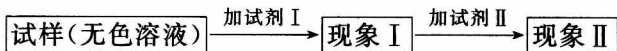
结论:溶液中含有 Cl^- 和 SO_4^{2-} , 没有 CO_3^{2-} 。

【实验总结】

本实验运用化学方法对溶液中 Ag^+ , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} 等离子进行检验。实验的关键在于弄清楚 Ag^+ , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} 这四种离子的特征反应,搞清楚这一点,这个实验的设计就比较简单,在平时学习中应该积累离子的基本化学性质。

【实验思考】

请你设计一个实验,检验试样中含有 SO_4^{2-} , 实验过程为:



则试剂 I 是 _____, 现象 I 是 _____; 试剂 II 是 _____, 现象 II 是 _____。

参考文献

北京师范大学无机教研室等. 无机化学实验. 北京: 高等教育出版社, 2001.

1-3 实验:氢氧化铁胶体的制备

【实验目的】

知道胶体是一种常见的分散系;学会制备氢氧化铁胶体并了解制备方法对胶体稳定性的影响;掌握胶体的重要性质——丁达尔现象,从而学会区别溶液、胶体和浊液的方法;知道溶液、胶体和浊液本质上区别——分散质粒子直径的不同;从整体上加深对分散系概念的理解。

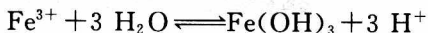
【背景知识】

在自然界与工业生产中,经常会遇到一种或几种物质分散在另一种物质形成的分散体系。在分散体系中,通常将被分散的物质叫做分散质,而另一种物质称做分散剂。当分散剂是水或其他液体时,按照分散质粒子的大小来分类,可以把分散系分为溶液、胶体和浊液。溶液中的溶质粒子通常小于 1 nm,浊液中的粒子通常大于 100 nm,介于二者之间的胶体粒子的大小在 1~100 nm 之间。胶体分散体系因分散程度高并具有巨大的表面积而表现出许多独特的性质。此次实验主要目的是认识胶体的重要的性质——丁达尔现象。

丁达尔现象:将一束光线透过胶体,从入射光的垂直方向可以观察到胶体里出现一条光亮的“通路”的现象。

【实验原理】

Fe^{3+} 离子的水溶液中,发生水解反应:



要促使反应向右进行,可以通过加热、增加反应物浓度,或者除去产物中的 H^+ 等方法,本实验采取加热的方法进行。其优点是,操作简单,无须添加其他药品,实验时间也比较短,药品的配置比较方便。但是,该实验也有一些不足,如果 FeCl_3 的浓度过大(或者过小),滴加的速度过快,或者加热时间过短,那么 FeCl_3 水解将不彻底。由于存在以上的问题,本实验作了改进,得到了较好的效果。

【实验步骤】

1. 在试管中加入约 10 mL 蒸馏水,将试管用酒精灯加热至蒸馏水沸腾,滴入 1.0 mol/L FeCl_3 的溶液 3~5 滴摇匀,随即加入 1.0 mol/L 乙酸钠溶液 5~6 滴充分振荡,得到红棕色氢氧化铁溶胶。先加乙酸钠溶液再加 FeCl_3 溶液,也能得到同样的效果。

2. 把盛有 CuSO_4 溶液和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的试管置于暗处,分别用激光笔照射试管中的液体,在与光束垂直的方向进行观察,并记录实验现象。

3. 将 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体和泥水分别进行过滤,观察并记录实验现象。

【实验现象】

生成的氢氧化铁胶体溶液呈深红棕色,透明均匀(如图 1-3 所示)。

在同等条件下,和不加入乙酸钠的氢氧化铁溶胶比较,加入乙酸钠的氢氧化铁胶体颜色更红更深,做丁达尔实验时光路更明显(见图 1-4)。

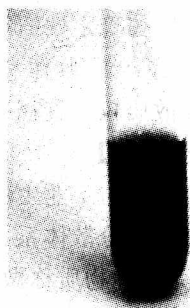


图 1-3 氢氧化铁胶体

表 1-2 氢氧化铁胶体与溶液的透光性比较

试剂	光束照射时的现象
$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	有一条光亮的“通路”通过胶体
CuSO_4 溶液	没有光亮的“通路”通过胶体



图 1-4 光束通过胶体的现象

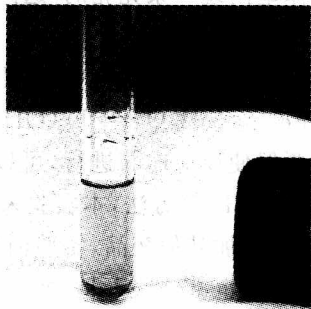


图 1-5 光束通过溶液的现象