

氢氧化铁胶体制备条件研究

蔡前哲

(唐山市开滦第二中学高一8班,河北唐山 063000)

摘要:利用氢氧化铁胶体的丁达尔现象认识胶体的本质是高中化学的重要验证性实验之一,制备稳定的胶体是该实验的关键。通过正交实验设计,可以了解氯化铁浓度、用量、溶液 pH 和加热煮沸时间对胶体制备的影响程度,得到最佳的制备条件。

关键词:氢氧化铁;胶体;正交实验;制备条件

文章编号:1004-2326(2018)06-0071-02

1 前言

胶体是高一新接触到的化学概念,为了帮助学生理解胶体和溶液之间的本质区别,苏教版高中化学必修1教材设置了氢氧化铁胶体和硫酸铜溶液的丁达尔现象对照实验,教材中虽然没有给出氢氧化铁胶体制备的具体方法,但是学生进行丁达尔实验的首要步骤是制备氢氧化铁胶体。

氢氧化铁胶体的制备常用的方法是饱和氯化铁水解法,此法受加热时间、搅拌速度、氯化铁的用量等因素的影响程度较大,导致获得的胶粒较大,丁达尔现象不仅不明显,而且不易久置,胶体稳定性不高。上述实验通过正交实验法,从 FeCl₃ 溶液浓度、煮沸时间、pH、FeCl₃ 溶液的用量等因素探讨氢氧化铁胶体制备的最佳条件,采用电泳法对氢氧化铁胶体质量好坏进行表征,从而为中学胶体制备实验提供参考。

2 实验部分

2.1 实验仪器和药品

实验仪器:电子天平,酒精灯,250 mL 烧杯,pH 计,玻璃棒,铁架台,石棉网,胶头滴管,秒表,100 mL 量筒,滤纸,U形管,直流电源,石墨电极。

实验药品:FeCl₃·6H₂O,0.1 mol/L HCl,蒸馏水,尿素,0.1 mol/L 硝酸钾溶液。

2.2 实验方法

采用正交实验法进行实验,结合文献资料^[1-3],设计实验的因素和水平如表1所示。

2.3 氢氧化铁胶体制备

用蒸馏水配制所需浓度的氯化铁溶液,然后取一只100 mL小烧杯,加入90 mL蒸馏水,将烧杯中的蒸馏水加热至沸腾。向沸水中滴加稀盐酸,控制其pH到实验所需值,逐滴加入若干滴饱和氯化铁溶

表1 正交实验的因素和水平

水平	因素			
	A	B	C	D
	FeCl ₃ 溶液 浓度/mol·L ⁻¹	pH	煮沸时 间/min	FeCl ₃ 体 积/mL
1	1.890(饱和×1/3)	3	1.0	0.2(4滴)
2	2.853(饱和×1/2)	4	1.5	0.3(6滴)
3	5.670(饱和)	5	2.0	0.4(8滴)

液,边滴边搅拌,继续煮沸若干时间至溶液呈红褐色,停止加热。

2.4 氢氧化铁胶体的电泳实验

将制备好的氢氧化铁胶体冷却至室温,加入2 g 尿素,搅拌促进溶解,然后将其转移到U形管中。当液面离U形管的管口约3 cm处停止加氢氧化铁胶体。沿着U形管两端的管壁,小心交替地滴入0.1 mol/L的硝酸钾溶液,使它在溶胶上面形成2 cm高的无色液柱,硝酸钾溶液和溶胶之间必须保持清晰界面,并保证U形管两端的溶胶面在同一水平面上。将电极深入溶液中,调整深入的深度为离溶胶界面1 cm处,接通30 V的直流电源,5 min后,观察到阳极界面颜色变浅且界面下移,阴极界面上移,测量阴阳两极界面的高度差,即为胶体电泳的距离^[4]。

2.5 实验指标

指标1:透明度的评价标准,Fe(OH)₃ 胶体的外观澄清透明度与颜色深浅无关。胶体澄清透明为10分,出现明显沉淀为0分,根据透明程度分别进行赋分。

指标2:稳定性的评价标准,Fe(OH)₃ 胶体在配制后立即出现沉淀为0分,1 h出现沉淀为5分,3 h后出现沉淀为6分,6 h出现沉淀为7分,12 h后出现



沉淀为 8 分,24 h 后出现沉淀为 9 分,48 h 后仍没有沉淀为 10 分。

指标 3:电泳实验的评价标准,在用相同材质的电极和同样电压下,通电 5 min 测量两极液面的高度差,高度差最高的记 10 分,其他数值与最高值相比后乘以 10 即为该指标的分值。

综合考察实验的 3 个指标,按照电泳实验×40%+透明度×30%+稳定性×30%进行综合评分,评价实验结果的好坏。

3 实验结果及分析

实验结果及分析如表 2 所示。

由正交实验的极差分析得到制备氢氧化铁胶体

表 2 氢氧化铁胶体实验结果及分析

	A	B	C	D	评价指标				实验分析
					透明度	稳定性	胶体位移/cm	综合评分	
1	1	1	1	1	10	7	0.25	6.92	最佳制备条件: A ₁ B ₃ C ₃ D ₃ 影响实验的主次因素: D> B> C> A
2	1	2	2	2	9	6	0.20	5.95	
3	1	3	3	3	9	10	0.55	9.70	
4	2	1	2	3	8	9	0.35	7.64	
5	2	2	3	1	7	8	0.20	5.95	
6	2	3	1	2	8	9	0.30	7.28	
7	3	1	3	2	8	10	0.45	8.67	
8	3	2	1	3	8	9	0.25	6.92	
9	3	3	2	1	8	9	0.20	6.55	
k ₁	7.52	7.74	7.04	6.47					
k ₂	6.96	6.27	6.71	7.30					
k ₃	7.38	7.84	8.11	8.09					
R	0.56	1.57	1.40	1.62					

的最佳实验方案为:向沸腾的 pH 为 5 的稀盐酸溶液中滴加浓度为 1.89 mol/L 的 FeCl₃ 溶液 8 滴(0.4 mL),煮沸时间为 2 min,可得到透明稳定的胶体,在胶体的电泳实验中通电 5 min 时胶体移动距离为 0.55 cm。对氢氧化铁胶体制备实验影响最大的因素是氯化铁的滴加量,其次是溶液的 pH。由此说明通过氯化铁水解制备胶体受溶液的酸碱性影响较大,因此,控制溶液酸碱性有利于氢氧化铁胶体的制备。

4 实验注意事项

氢氧化铁胶体制备实验对水质要求比较严格,必须用蒸馏水进行制备实验而不能用自来水代替。在滴加氯化铁溶液时,要边滴边搅拌,在加热过程中也需要搅拌,且搅拌速度要保持一致。

参考文献

- [1] 熊辉,梅付名,王宏伟,等.胶体性质实验的综合设计与实践[J].实验科学与技术,2015(1):21~24.
- [2] 李险峰.氢氧化铁胶体电泳实验影响因素探讨[J].广东化工,2012(4):76.

[3] 钱亚兵,袁红霞,鲍正荣.Fe(OH)₃ 胶体电泳实验再探索[J].化学教学,2002(12):9~10.

[4] 王秀阁.中学化学实验与创新[M].北京:中国石化出版社,2016.

(指导教师:河北省唐山市开滦第二中学王云方)

点评:氢氧化铁胶体是高中化学阶段出现频率最高的胶体,学生蔡前哲通过正交实验,得出了最佳的制备条件,为高中化学教学提供了科学的实验依据,具有很高的现实参考价值。整篇文章结构严谨,内容科学合理。实验过程的设计、实验指标的设定、实验结果的记录及实验结论的呈现都非常清晰,有理有据,说服力强。对于一名高二的学生而言,能有这样的实验综合能力,体现了强烈的求知欲和好奇心,更体现了其较强的发现问题、思考问题、解决问题的能力。

本实验的设计与完成充分体现了该学生利用网络、书籍等多种学习平台武装自己,对其他学生利用网络等社会资源开拓视野、激发创造力、投身于力所能及的科学探究活动进行自主学习起到了引领作用。

(点评教师:河北省唐山市开滦第二中学王云方)