

银镜反应和后续处理的实验改进

王秀阁

(唐山师范学院化学系, 河北唐山 063000)

摘要: 针对银镜反应水浴加热温度不易掌控、装置较复杂、银单质在试管内壁上附着不均匀、实验结束后用硝酸清洗银单质易产生有毒气体等缺点, 进行了实验探究。改进实验采用正交试验法得到不需要加热的银镜反应实验最佳条件, 以及用氯化铁溶液或双氧水处理银镜的新方法, 具有方便快捷, 操作安全, 产物无毒害等优点。

关键词: 银镜反应; 实验改进; 优化; 后处理

文章编号: 1005-6629(2015)4-0057-04

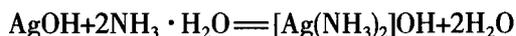
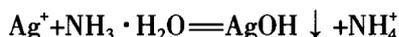
中图分类号: G633.8

文献标识码: B

银镜反应是醛类有机物的典型性质, 把它作为演示实验用于课堂教学可激发学生学习化学的激情, 加深对醛基性质的理解。如何控制银镜反应的实验条件, 使之在短短的1分钟之内无需加热而显现实验现象, 以及绿色化处理反应后残留在试管内壁上的银等问题, 应引起我们一线教师与学生重视。

1 银镜实验的最佳反应条件探讨

1.1 实验原理



1.2 实验药品的配制

2% 硝酸银溶液: 用天平称取 1g AgNO_3 粉末并加 49mL 蒸馏水溶解, 转入试剂瓶中保存。

2% 氨水: 取 10mL 浓氨水于烧杯中, 加入 130mL 蒸馏水稀释得到 2% 氨水溶液, 转入试剂瓶中保存。

20% 氢氧化钠溶液: 称取 10g NaOH 固体, 加 40mL 蒸馏水溶解, 转入试剂瓶中保存。

4% 葡萄糖溶液: 称取 2g 葡萄糖粉末, 加 48mL 蒸馏水溶解, 转入试剂瓶中保存。

1.3 实验过程

从制约银镜反应实验的条件出发^[1], 针对银镜反应的主要影响因素, 设置不同水平, 采用三因素三水平进行试验, 见表 1。

表 1 葡萄糖银镜反应的因素水平表

因素 水平	A 2% 硝酸银溶液用量 (mL)	B 20% NaOH 溶液加入滴数	C 4% 葡萄糖溶液用量 (mL)
一	1	2	1
二	2	3	2
三	3	4	3

设置三因素三水平的正交试验表进行实验。

实验时, 先在洁净的试管里加入正交试验表中所需用量的 2% 硝酸银溶液, 同时滴加 2% 的稀氨水, 边滴边振荡试管, 直到析出的沉淀恰好溶解 (制得澄清的银氨溶液), 向盛有银氨溶液的试管中滴入正交试验所需用量的 4% 葡萄糖溶液和 NaOH 溶液, 迅速用 pH 试纸测量此时溶液的 pH 并记录。塞上胶塞, 剧烈振荡试管 1min, 观察到试管内壁有光亮的银镜产生, 对银镜进行评分并记

录。

生成银镜的外观评分标准说明如下。生成大量银, 银镜均匀, 银层较厚致密, 效果最佳, 记录 90~100 分; 生成较多的银, 银镜较均匀, 效果较好, 记录 80~90 分; 生成较少的银, 且不均匀, 有部分斑点或浑浊, 效果较差, 记录 70~80 分; 生成极少的银, 且非常不均匀, 大部分黑点或浑浊, 效果差, 记录 60~70 分。银镜反应的正交试验及结果见表 2。

表2 正交试验设计及结果

因素 试验号	A	B	C	pH	评分
1	1	1	1	9.0	84
2	1	2	2	10.3	82
3	1	3	3	11.7	80
4	2	2	1	10.3	87
5	2	3	2	11.5	85
6	2	1	3	10.5	90
7	3	3	1	11.6	92
8	3	1	2	10.4	93
9	3	2	3	11.2	95
K1	246	263	267		
K2	262	260	264		
K3	280	265	257		
k1	82	88	89	最优方案是: A ₃ B ₃ C ₁	
k2	87	87	88		
k3	93	88	86		
R	11	1	3		

1.4 实验效果描述

根据正交试验表进行9组实验,实验过程中观察到的实验效果描述如表3。

表3 实验效果表

实验1	15s 出现银镜, 40s 后观察银镜较光亮, 银层稍薄但较均匀
实验2	20s 出现银镜, 40s 后观察银镜光亮度一般, 比较均匀
实验3	20s 时出现银镜, 银层增厚较慢, 40s 后观察银镜略有花斑, 但不明显
实验4	10s 时银镜出现, 40s 后观察生成较多的银, 银镜光亮较均匀
实验5	15s 时银镜出现, 40s 后观察银镜较光亮, 银层厚度一般
实验6	10s 时银镜出现, 40s 后观察生成较多的银, 银镜光亮较均匀, 银层厚度一般
实验7	10s 时银镜出现, 40s 后观察生成较多的银, 银镜光亮均匀
实验8	10s 时银镜出现, 40s 后观察生成大量银, 银镜光亮均匀, 银层较厚
实验9	10s 时银镜出现, 40s 后观察生成大量银, 银镜均匀致密

1.5 实验结论

传统方法采用水浴加热时保持试管静置,生成的银镜仅能覆盖溶液浸润的部分(约为试管高

度的1/5),并且需要使用控温水浴装置,装置繁琐,不适于课堂演示实验。改进方法不需要加热,只需适量氨水、2%硝酸银溶液3mL、20%NaOH溶液4滴、4%葡萄糖溶液1mL,通过快速上下垂直振荡橡胶塞塞紧的试管,以便增加反应熵变化,加快反应速度,达到水浴加热的作用,同时由于垂直振荡还可以使溶液浸润整个试管内壁,整个试管均有光亮的银镜产生,实验效果更为直观,更能激发学生学习兴趣,增强学习效果。

2 银镜实验后试管清洗的探究

2.1 H₂O₂ 处理法

H₂O₂是常见的氧化剂,且生成的还原产物无污染,查标准电极电势表^[2]可知,H₂O₂在酸性条件下氧化性比Ag⁺强,猜测可以用双氧水处理试管内壁上的银单质,反应后产物是什么?带着这样的疑问进行下列实验。

取15mL 10%的双氧水倒入附着银单质的试管中,试管壁上的银单质与双氧水剧烈反应并逐渐溶解,产生大量气泡,反应一会儿,将带火星的木条置于试管口,带火星的木条复燃。

为了说明反应产物,取上述反应后的反应液1mL装入干净试管并稀释到3mL,向试管中加入稀盐酸酸化的KI溶液,发现溶液呈现黄色,无黄色沉淀产生;再加入1mL苯,振荡后静置,出现分层现象且上层为紫红色,下层为灰黑色浑浊,过滤下层液体可得到银单质,做完银镜实验的试管被洗刷干净。查阅资料可知^[3],其反应按两步进行:
 $2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$,由此实验可知银在H₂O₂分解反应中起催化剂的作用。

双氧水和硝酸均可将附着有银单质的试管洗涤干净,洗涤效果有没有区别呢?取上述正交法中形成的较为致密的银的7、8、9组实验的试管,分别向三只试管中加入10mL 10%的双氧水,10mL 3 mol/L的稀硝酸溶液和10mL 6 mol/L的稀硝酸溶液。振荡试管,发现将银镜清洗干净所用的时间不同,双氧水明显快于3 mol/L稀硝酸,但比6 mol/L稀硝酸所需时间长一些;用硝酸清洗过程中会有刺激性气味的气体放出,实验者的实验体验不佳,影响实验情绪。

2.2 FeCl₃ 处理法

将新配制的6 mol/L FeCl₃溶液约2mL加入附

着有银的试管中,振荡试管,发现美丽光亮的银镜快速变暗成灰色并逐渐溶解,溶液中出现许多脱落下来的灰黑色悬浊物,氯化铁溶液的黄色逐渐变浅,只需将试管振荡3~5次,银镜迅速被清洗干净。

用氯化铁溶液清洗附着有银单质的试管可知,金属活动性顺序得到的氧化性强弱是根据金属与其在水溶液中形成低价态离子构成电极反应的标准电极电势由小到大排列,即 Ag^+/Ag 的标准电极电势0.80V, $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 是0.77V,仅从热力学的角度指出了标准状态下氧化还原反应进行的可能性及趋势大小,而实际的金属活泼性会因浓度、介质、气体的分压、产物的溶解度、氧化膜等因素而改变。

2.3 结论

用 H_2O_2 或者氯化铁都可以快速处理银镜实验后附着有银单质的试管,并且反应过程中只产生

氧气无其他有毒气体产生,不会损害实验者的身体健康,也不会造成环境污染。过氧化氢溶液处理银镜的过程中银扮演了催化剂的角色,生成了细碎的银单质而从试管壁上脱落,易集中回收利用,节约资源。氯化铁溶液处理银镜还有利于学生发散性思维能力的培养和激发学生探究知识的好奇心。

3 实验成功的关键

银镜实验成败的关键操作有三:试管要洁净,否则,只得到黑色疏松的银沉淀,没有银镜产生或产生的银镜不光亮;溶液混合后,振荡要充分,特别是加入最后一种溶液后,振荡要快,否则会出现黑斑或产生银镜不均匀;加入的氨水要适量,氨水的浓度不能太大,滴加氨水的速度一定要缓慢,否则氨水容易过量降低试剂的灵敏度。另外,如果滴加氢氧化钠过量,反应速率太快,产生

(上接第56页)

封上,做成相对密闭的反应器。

将两电极插入浓硝酸中,将看到电流表指针先向右偏转,约15s后再向左偏转,烧杯中产生大量红棕色气体,烧杯内溶液变成绿色。将两电极拉起脱离浓硝酸,实验停止,红色气体慢慢消失。

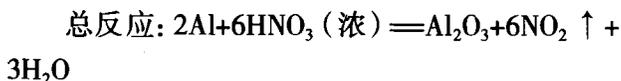
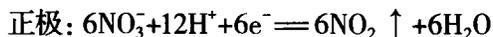
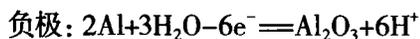
2.2.4 实验改进后的优点

(1)利用一次性塑料滴管和浸有氢氧化钠溶液的棉花吸收尾气,使实验装置更加简易。

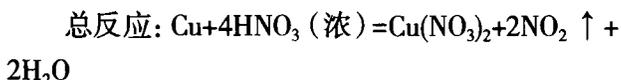
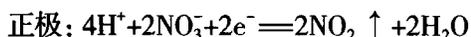
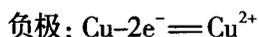
(2)尾气处理不需要用洗耳球鼓入空气而很快自行吸收,减少了有毒气体的逸出。

3 实验原理及结果分析

实验过程中电流表指针先向右偏转,说明起初由于铝比铜活泼,铝片做负极,电极反应式如下:



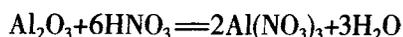
反应片刻后,由于铝被浓硝酸钝化,此时铜片做负极,电流表指针向左偏转,电极反应式如下:



如果使反应进行更长一段时间,浓硝酸变成稀硝酸,溶液温度升高,开始生成的氧化膜 Al_2O_3

与稀硝酸发生反应,铝又做负极,电流表指针又会向右偏转。

氧化膜溶解的反应:



尾气处理发生的反应:



4 实验注意事项

(1)由于实验中产生气体 NO_2 ,为防止气体从塑料盖与塑料盒连接的缝隙处逸出,应在放入药品后,将塑料盖与塑料盒的连接处用胶带封上,做成相对密闭的反应器。

(2)实验装置改进二中的小烧杯不要太高,要低于塑料盒的高度以便产生的 NO_2 气体向塑料盒中扩散,利于尾气吸收处理。

(3)反应器所用的方形塑料盒也可以根据实验室条件换成其他材质和形状(保证材质不能与浓、稀硝酸或浓氢氧化钠反应)的反应容器,只要做出一个相应形状的盒盖即可。

参考文献:

- [1] 宋心琦主编. 普通高中课程标准实验教科书·化学2(必修)[M]. 北京:人民教育出版社,2007:39~44.
- [2][3] 王继璋,李高辉,霍玉坚. 探究铁和铝在浓硫酸和浓硝酸中的电化学行为[J]. 化学教育,2011,(7):52~53.

简易物质导电性发光检测仪制作与应用*

潘国荣

(贵州省雷山县第三中学, 贵州雷山 557199)

摘要: 针对有些初中学校实验设备匮乏而不能开设“物质的导电性”实验, 尝试利用实验室通常易得的材料, 如小木板等绝缘板、铜片、铜丝、小弹簧、5号或7号小干电池、大号发光二极管等, 制作了简易的“物质导电性发光检测仪”。实践表明, 该仪器能够简便、安全、快速及高效地检测物质的导电性, 可用于物理、化学的课堂教学或学生的课外实验探究活动。

关键词: 物质导电性; 简易发光检测仪; 实验仪器

文章编号: 1005-6629(2015)4-0060-04

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

有关固体、液体、溶液的导电性实验是初中物理、化学的重要实验。由于教科书所使用的装置与仪器相对复杂, 某些学校没有设备可做, 有的教师嫌麻烦不愿做, 导致物理、化学教科书中有关物质的导电性实验形同虚设, 没有发挥其应有的作用。笔者通过不断的实验与改进, 设计制作了“物质导电性发光检测仪”。它能够快速高效地对物质导电性进行检测, 因而既可以方便地应用于物理、化学的课堂教学中, 也可以随时随地安全地应用于学生的课外实验探究活动。下面作具体介绍, 供老师们教学使用。

1 “物质导电性发光检测仪”的制作

1.1 制作材料

小木板、硬纸板或塑料板等绝缘板、铜片、铜丝、小弹簧、小气钉或大头针、502胶水、5号或7号小干电池、发光二极管(红光、9×12mm规格)等。

1.2 制作方法

用小木板等绝缘板制作内空大约为7号电池用的20×50×10mm或5号电池用的28×55×14mm规格的小方框。在两头距两边各5或7mm处分别凿两个小孔, 一头安装发光二极管, 另一头安装铜丝作电极探针。发光二极管正极一边安装

铜片、负极一边安装小弹簧; 铜丝电极中负极一边安装小弹簧、正极一边安装铜片, 这样就制成“物质导电性发光检测仪”了, 以下简称“发光检测仪”, 装上电池就可以使用了, 如图1与图2所示。



图1 “物质导电性发光检测仪”框架



图2 “物质导电性发光检测仪”发光

2 物理教学中的应用

“发光检测仪”在初中物理教学中的应用主要是两个方面。

2.1 检验导体与绝缘体

给“发光检测仪”装上电池后让两根铜丝探针接触发光, 说明“发光检测仪”正常, 即可以用于

* 本文是我校开展的中国化学会化学教育委员会基础教育“十二五”规划2013年重点课题《初中化学新课程实验设计与创新研究》(课题批准号: HJ2013--0004)与黔东南州2013年基础教育科研课题(重点课题)“少数民族地区初中化学实验创新设计应用研究”(课题编号: 2013A015)的系列成果之一。

的银镜会发黑。

参考文献:

[1] 刘云忠, 刘学柱. 也谈银镜反应实验成败的关键[J].

化学教学, 1991, (6): 23.

[2] 汪小兰等. 基础化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008: 498.

[3] 陈寿椿. 重要无机化学反应[M]. 上海: 上海科技出版社, 2011: 47.