

关于乙醇催化氧化实验的改进

江苏省海门中学

226100

姜伟辉

化学教材的实验设计是为帮助学生掌握化学性质、理解反应原理,因此实验设计的合理性直接影响到学生的学习效果。乙醇的催化氧化实验是高中化学人教版《必修2》的重要实验,对于学生掌握乙醇性质有着重要意义,但教材的实验演示设计存在一定的缺陷,如不加以改进而照搬实施,不仅实验效果不佳,也会对学生的知识理解造成一定的干扰,本文将从教材实验分析入手,实施方案改进优化,与同行交流学习。

一、教材实验分析

1. 实验演示

乙醇在铜或银等催化剂的作用下可以被氧气氧化为乙醛,为帮助学生掌握乙醇的这一性质,教材设计了如下演示实验:取1支试管,向其中加入3 mL ~ 5 mL的乙醇,将一长约10 cm ~ 15 cm的铜丝下端绕成螺旋状,并用酒精灯灼烧至红热状态,迅速插

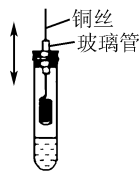


图1

入装有乙醇的试管中,反复操作几次,注意观察铜丝的变化,并小心闻试管内液体产生的气味,实验装置如图1所示。

2. 实验分析

教材对乙醇的催化氧化实验设计虽然操作较为简单,但深入分析发现其中存在一些不足,如在课堂实验演示时不加以改进,完全参照开展实验,不仅实验效果不佳,还会对学生的思维造成一定的影响,现对其不足进行总结,主要有以下几点:

(1) 实验中需要反复的灼烧铜丝,反复的插入乙醇中,实验过程较为繁琐,并且生成的乙醛量较少,即使取反应后的溶液与银氨溶液反应,得到的银镜效果也不佳。

(2) 实验过程由于铜丝需要不断的抽出,则整个实验体系处于半开放状态,其中的产物对于环境有一定的污染,不符合绿色化学的实验要求。

(3) 乙醇催化氧化可以生成乙醛,但实验中无法观察到该现象,需要通过观察铜丝变化、试闻气味来确定,但铜丝的颜色变化不明显,并且乙醇

5. 现象说明

(1) 实验中氯气与还原铁粉反应产生了棕褐色的烟,这是由于生成了大量的 FeCl_3 固体小颗粒。

(2) 在实验中第一个盛有蒸馏水的试管颜色变为浅黄色是由于溶液中含有少量的 FeCl_3 。

(3) 实验中第二个装有 NaOH 溶液的试管中有红褐色沉淀生成,这是由于 FeCl_3 与 NaOH 反应生成了 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

6. 操作说明

(1) 为确保实验效果以及成功性,实验中使用的还原铁粉最好是新制取的,减少其表面氧化物对于实验的干扰。

(2) 实验中应缓慢加入浓 HCl ,确保反应过程缓慢进行,同时浓 HCl 应加入适量,加入过多产生的氯气过量,造成浪费。

(3) 在加热干燥管的过程中应注意安全,以防仪器炸裂造成伤害。

三、改进的优点

(1) 改进方案采用了一体化设计,将 Cl_2 的制取与性质探究结合在一起,用同一套实验装置进行,免去了 Cl_2 单独制取装置,避免了 Cl_2 收集、运输、保存环节中的逸散,确保了实验中 Cl_2 的充足以及良好的实验效果。

(2) 改进装置设计具有良好的密闭性, Cl_2 的制取以及与铁的反应均处于密闭的环境中,并且均设计有尾气的处理装置,避免了实验过程中 Cl_2 和尾气逸散对于环境的污染,符合绿色化学的实验要求。

(3) 改进方案设计了装有水的试管,实验时会生成 FeCl_3 溶液,便于实验现象的观察,同时又具有安全瓶的作用可以有效减少倒吸带来实验影响。

(4) 另外,方案采用了铁粉,相较于传统的铁丝,反应更为充分,效果明显。

(收稿日期:2018-02-28)

本身具有较强的气味,会对乙醛气味造成一定的干扰,所以由此判断有乙醛生成的可信度不足。

二、实验改进,方案设计

为更为直观的对乙醇的催化氧化产物进行验证,结合上述实验分析,现对实验方案作出改进。

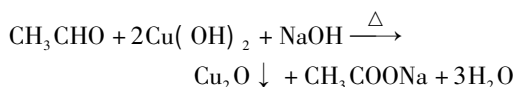
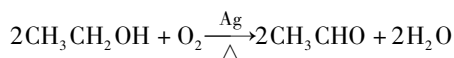
1. 实验仪器与药品

实验仪器:铁架台、酒精灯、试管、导管、胶头滴管、橡胶塞、止水夹、气唧、试管夹、粉笔。

实验药品:无水乙醇、硝酸银溶液(2%)、稀氨水(2%)、葡萄糖溶液(10%)、硫酸铜溶液(2%)、氢氧化钠溶液(5%)

2. 实验原理

乙醇在银的催化作用下,经加热后被氧气氧化为乙醛,乙醛与新制取的氢氧化铜溶液反应生成砖红色沉淀,对乙醛进行了验证。上述涉及到两个反应,化学方程式为:



3. 实验装置

按照图 2 所示实验装置连接仪器。

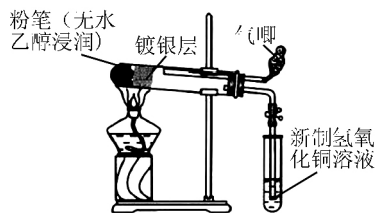


图 2

4. 实验准备

(1) 制作双孔塞。在橡胶塞上打两个孔,一大一小,小孔插入口径较小的导气管并连接气唧,大孔插入口径较大的弯型导管。

(2) 新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶液。用胶头滴管取 3 mL 的 NaOH 溶液于试管中,再向其中滴加 3 滴 ~ 4 滴的 CuSO_4 溶液,振荡即可。

(3) 制备银氨溶液。用胶头滴管取 4 mL 的 AgNO_3 溶液于试管中,然后边振荡边向其中滴加稀氨水,直至生成的沉淀恰好消失。

(4) 自制镀银管。用胶头滴管取 5 mL 的银氨溶液于试管中,并向其中加入 2 mL 的葡萄糖溶

液,进行水浴加热。试管镀银后将其中的溶液倒去,然后用蒸馏水将试管洗净、晾干至干,以备后用。

5. 实验步骤及现象

(1) 按照图 2 连接仪器,组装实验装置,并检查装置的气密性。

(2) 夹取两段粉笔,用无水乙醇浸湿后放入镀银试管的底部,然后向试管中添加新制取的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶液。

(3) 打开止水夹,点燃酒精灯,对镀银层试管加热,并使用气唧向试管中通入空气。可观察到添加 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶液的长试管中有气泡生成,并伴有刺激性气味,而大试管中有少量积液。

(4) 气唧鼓气 5 min 钟左右后关闭止水夹,取出长导管,停止加热,将较小试管在酒精灯上加热至沸腾,可观察到有砖红色沉淀生成。

6. 操作说明

(1) 在使用酒精灯给镀银层加热时,由于试管口略微下倾,含有乙醇的热气流会沿试管向试管的底部流动,使得乙醇气体可以与镀银层充分接触,配合空气的不断通入确保了实验的正常进行。

(2) 采用气唧通入空气,也使得大试管中反应生成的乙醛随气流通入到盛有新制取的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶液中。

三、改进说明,创新解读

上述方案设计与教材实验设计相比,在多个方面都做出了改进,主要有以下几点:

(1) 实验体系方面,上述改进方案设计处于封闭的体系中,与教材的开放体系相比,避免了环境对实验的干扰,也减少了产物对环境的污染,实验过程更为绿色环保。

(2) 产物验证方面,改进方案通过新制取的氢氧化铜溶液、银氨溶液来验证乙醛,与教材仅通过闻气味、看铜丝变化验证相比,实验现象更为明确,更具合理性,说服力也更强,更利于学生理解。

(3) 实验装置方面,改进方案使用的仪器都较为普通、常见,可以随时更换重复实验,具有较强的实用性。

(4) 创新性方面,改进方案一在实验过程中较好的利用了热气流的上浮效应,使得乙醇气体可以与镀银层充分接触,保证了反应的持续性,具有较好的实验效果。

(收稿日期:2018-01-22)