

# 乙醇催化氧化反应一体化实验的设计

胡秀美

**【摘要】**针对教材中乙醇催化氧化反应实验的不足,查阅相关的文献资料,借助Y形管、希夫试剂和铜丝,对该实验进行改进与优化。在Y形管中利用希夫试剂检验反应生成的乙醛,可避免学生直接嗅闻有毒气体。改进实验符合科学性、安全性、节约性等原则。实验操作简单且效果良好,有推广意义。

**【关键词】**无水乙醇;催化氧化;一体化实验;希夫试剂;实验改进

## 一、问题提出

乙醇俗名酒精,是生活中常见的有机化合物,在中学化学教材中占有重要的地位。新课程标准明确要求,乙醇的性质实验是必修课程学生必做的9个实验之一<sup>[1]</sup>。在人教版、鲁科版、苏教版三种不同版本的教材中,都用了相似的方法进行乙醇催化氧化实验,其实验操作方法如表1所示。

表1 三种不同版本教材中乙醇催化氧化实验操作方法

人教版 <sup>[2]</sup>	鲁科版 <sup>[3]</sup>	苏教版 <sup>[4]</sup>
操作步骤:向试管中加入少量乙醇,取一根铜丝,下端绕成螺旋状,在酒精灯上灼烧后插入乙醇,反复几次。注意观察反应现象,小心地闻试管中液体的气味。	操作步骤:向试管中加入约2mL无水乙醇,取一根光洁的铜丝绕成螺旋状,置于酒精灯外焰上加热,然后伸入无水乙醇中,反复几次,观察铜丝的变化,闻一闻液体的气味。	操作步骤:向试管中加入3mL~4mL无水乙醇,浸入50℃左右的热水中,以保持反应所需温度,将铜丝烧热,迅速插入乙醇中,反复多次,观察并感受铜丝颜色和乙醇气味的变化。

对比分析三种不同版本教材中该实验的优缺点,其优点为:(1)用酒精灯直接加热铜丝,铜丝的温度较高,使反应非常剧烈,能快速看到黑色的氧化铜变为红色的铜。(2)操作简单,铜丝插入到乙醇中,能与乙醇充分接触反应,铜丝的颜色变化明显。缺点为:(1)反应生成的乙醛较少,乙醛易溶解在乙醇之中,难以闻到气体的刺激性气味。(2)乙醇易挥发,挥发出来的乙醇对乙醛的气味有干扰。(3)乙醛有毒,敞口装置没有对乙醛进行处理,不符合绿色化学理念。(4)通过嗅闻气味的方法来判断是否有乙醛生成,即使闻到了刺激性气味,也难以说明产物为乙醛,该方法没有足够的说服力。潘虹等人撰文提出<sup>[5]</sup>,热铜丝不仅能将乙醇氧化成乙醛,还可能将乙醇直接氧化成乙酸。因此通过闻气味的方法来证明

产物是乙醛缺乏严密性。那么能否设计一种简单快速地检验乙醛的方法呢?

## 二、改进思路

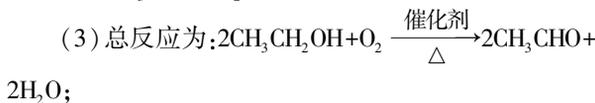
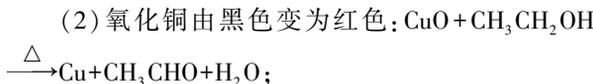
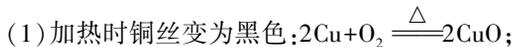
高温条件下氧化铜与无水乙醇发生反应,既可以加快反应速率,又能使反应现象更加明显。由于该反应过程中产生有毒的乙醛,本文反应需要在密闭的体系中进行。根据以上条件,确立对该实验的改进思路为:将铜丝在酒精灯上加热至红热状态,保证反应在较高的温度下进行。如下页图1所示,在Y形管的一端加入希夫试剂,为了防止乙醇变质对乙醛检验的干扰,在希夫试剂中加入几滴无水乙醇,若希夫试剂不变红色,则排除乙醇变质干扰乙醛的检验。在Y形管另一端加入无水乙醇,将弯成螺旋状铜丝的上端插入到橡胶塞中,将红热的弯成螺旋状的铜丝伸入到无水乙醇中,用橡胶塞塞住Y形管口,保证反应在密闭装置内完成。反应结束后,倾斜Y形管将反应后的无水乙醇倒入希夫试剂中,观察实验现象。改进后的一体化实验方案,使实验操作更加简单、现象更加明显,也排除了乙醇变质对乙醛检验的干扰。

## 三、实验部分

### (一)仪器及用品

酒精灯、Y形管(直径20mm)、铜丝(直径0.5mm)、无水乙醇(分析纯AR)、希夫(Schiff)试剂、橡胶塞

### (二)实验原理



(4)乙醛的检验使用希夫试剂,希夫试剂又叫品红醛试剂,与醛反应显紫红色<sup>[6]</sup>。

### (三) 实验步骤及现象

(1) 如图1所示,在Y形管的左端加入1mL希夫试剂,然后向其中加入2~3滴无水乙醇。

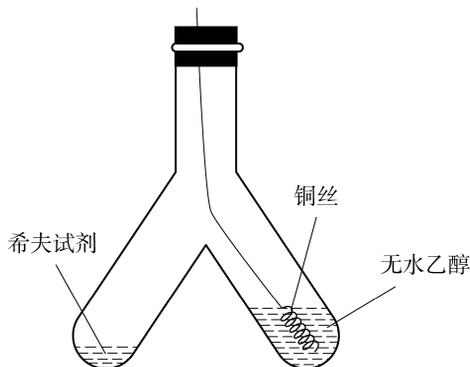


图1 乙醇催化氧化实验的改进

(2) 在Y形管右端加入1mL~2mL无水乙醇。

(3) 取一根光洁的铜丝一端绕成多圈螺旋状,将其末端插入橡胶塞中。

(4) 手拿橡胶塞,将螺旋状铜丝置于酒精灯外焰上加热至红热,将红热的铜丝伸入到Y形管的乙醇中,用橡胶塞塞住Y形管口。

(5) 当红热的铜丝在无水乙醇中反应结束后,倾斜Y形管,把右端的液体倒入Y形管的左端,观察实验现象。

上述步骤(1)在希夫试剂中加入2~3滴无水乙醇时,希夫试剂的颜色没有发生变化。将螺旋状铜丝置于酒精灯外焰上加热,铜丝由红色变为黑色后再变成红热状。将红热的铜丝伸入到Y形管的乙醇中,在铜丝的表面有大量的气泡产生,随着反应的进行,铜丝表面的气泡越来越多,铜丝的表面由黑色变为红色,在Y形管口处有白雾产生,Y形管左端的希夫试剂由无色变为浅红色。倾斜Y形管,把右端的液体倒入Y形管的左端,左侧溶液的红色逐渐加深。

### (四) 实验结果

在希夫试剂中加入几滴无水乙醇,希夫试剂的颜色没有发生变化,则证明无水乙醇不能使希夫试剂变色,同时也证明无水乙醇中没有乙醛。将红热的铜丝伸入到Y形管右端的乙醇中,在铜丝的表面有大量的气泡产生,随着反应的进行,铜丝表面的气泡越来越多。铜丝表面由黑色变为红色,证明乙醇被氧化铜氧化。希夫试剂由无色变为浅红色,则证明在反应的过程中有乙醛产生,生成的乙醛使希夫试剂变红。开始时希夫试剂变为浅红色,当将右端的液体倒入左端,溶液红色加深,则说明生成的乙醛部分溶解在无水乙醇中。通过实验过程可以看到铜在乙醇的催化氧化中用作催化剂,乙醇被氧化为乙醛,大部分乙醛能溶解在无水乙醇中,逸出的只有少量的乙醛。

### (五) 改进实验的优点

(1) 直接在酒精灯上加热铜丝,使铜丝快速升温。

(2) 利用希夫试剂检验乙醛,反应非常灵敏,即使只有少量的乙醛产生,希夫试剂也能变色。

(3) 先在希夫试剂中加入少量乙醇,能排除乙醇对乙醛检验的干扰。

(4) 确保能在密闭容器中反应。

(5) 倾斜Y形管使乙醛和希夫试剂混合,操作十分方便。

(6) 反应及产物检验一体化,既能观察到乙醇催化氧化的整个过程,同时又检验了乙醛的生成。

(7) 实验方便高效,完成一次实验大约只需1分钟左右,且实验现象非常明显。

### 四、结语

使用Y形管对乙醇催化氧化实验进行一体化改进,既观察到了铜丝颜色的变化,又证明反应生成了乙醛。该实验操作简单、现象明显,在课堂上进行演示实验和分组实验都非常方便。课后若将希夫试剂替换为银氨溶液或新制的氢氧化铜悬浊液,在Y形管的左端使产生光亮的银镜或砖红色沉淀。由于乙醇的催化氧化为放热反应,将反应后的溶液立即倒入到左端的银氨溶液中,不需加热就可以产生光亮的银镜。依托Y形管还可以开发出更多简洁、直观、可视性强的化学实验。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(2017年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2018.
- [2] 王晶,郑长龙主编. 普通高中教科书·化学(必修第二册)[M]. 北京:人民教育出版社,2019:78.
- [3] 王磊,陈光巨主编. 普通高中教科书·化学(必修第二册)[M]. 济南:山东科学技术出版社,2019:104.
- [4] 王祖浩主编. 普通高中化学课程标准实验教科书·化学2(必修)[M]. 南京:江苏教育出版社,2014:70.
- [5] 潘虹,杜文敏,朱华英,刘怀乐. 乙醇氧化反应实验的再认识[J]. 化学教学,2016,(5):58-60.
- [6] 张婧,牛晨,韩秋霞,李明雪. 乙醇催化氧化实验的改进[J]. 化学教学,2019,(10):58-61.

【作者简介】胡秀美,邹平市黄山实验初级中学(山东 滨州 256200)。

【原文出处】摘自《化学教学》(沪),2024.1.65~67

【基金项目】邹平市强课提质专项课题“双减背景下初中化学个性化作业设计与评价研究”(课题编号:zpk14523112)的研究成果。