

【实验改进】

“CO 还原氧化铁实验”改进装置的优化

马逸群 张晓敏

【摘要】在文献中,“一氧化碳还原氧化铁实验”改进装置存在瑕疵,尾气处理有部分尾气逃逸;气体储存装置不能自动供气。提高进气管至略高于排液管可防止尾气逃逸;采用“水量法”测量玻璃管的体积并标识集气瓶,可直观判断玻璃管中空气是否排尽;盛水的塑料瓶底部开孔可实现自动供气。经优化后实验安全可靠、现象明显。装置的优化,确保了化学实验的科学性和实验教学的有效性。

【关键词】一氧化碳;还原;氧化铁;尾气;实验改进;水量法

现行多个版本的初中化学教材都编排了“一氧化碳还原氧化铁”实验(装置见图1),旨在模拟炼铁的原理。由于该实验操作烦琐、反应机理复杂等,不少一线化学教师对教材中的实验装置进行了改进,并取得了一定的成效。

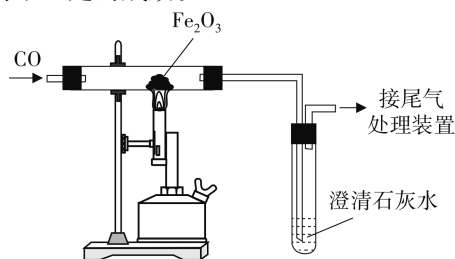


图1 教材中“一氧化碳还原氧化铁”实验装置

胡巢生^[1]在改进“一氧化碳还原氧化铁”实验时所设计的“气体产物检验与尾气处理装置”和“储气供气装置”存在瑕疵,笔者对此进行了优化。

一、气体产物检验与尾气处理装置

(一)装置存在的问题

气体产物的检验和尾气处理装置如图2所示。设计者认为,这个多功能瓶可以收集一氧化碳气体,还可以检验并吸收气体产物二氧化碳。

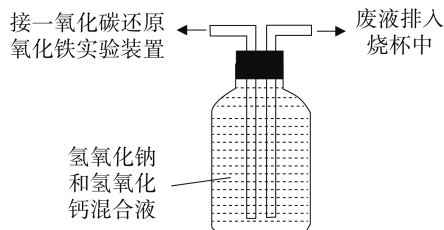


图2 文献中气态产物检验和尾气处理装置

该装置进气管的管口与排液管(出气管)的管口处于同一水平线,而流体总是向着压强小的方向流动^[2],因此,当尾气进入混合液中时,一定会有一部

分尾气直接沿着排液管逃逸至瓶外的大气中。

(二)装置的优化

适当缩短进气管的长度,使进气管的管口略高于排液管的管口^[3](图3)。当尾气源源不断地进入混合液时,二氧化碳气体会被碱液吸收,同时溶液变浑浊。剩余的气体(主要是一氧化碳气体)不溶于碱液,且密度比水小,这部分气体在溶液中直接上升并聚集在液面上,从而被储存在广口瓶内。

为了使尾气中的二氧化碳气体能被碱液充分吸收,进气管也不能过短,要尽量长地插入溶液中。

另外,可以根据玻璃管的容积,在集气瓶外壁上增加一条“安全刻度线”(图3中20mL刻度线)。这样优化后,多功能瓶不仅可以收集一氧化碳气体,检验并吸收二氧化碳气体,还可以直观地显示玻璃管内的空气是否排尽。

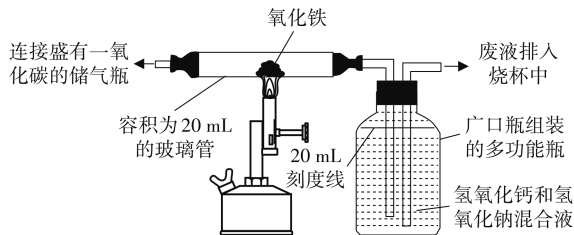


图3 气体检验与尾气处理装置的优化

(三)操作步骤

(1)用“水量法”测出还原反应实验装置的玻璃管容积,约20mL;用“水量法”找出集气瓶上部容积为20mL的空间位置,用彩色橡皮筋套在瓶壁上作为标记。

(2)按图3所示连接好整个实验装置,轻轻打开盛有一氧化碳的气瓶旋塞,向玻璃管内缓慢通入一氧化碳气体,石灰水被缓缓压出广口瓶,流出的液体用烧杯接收。

(3)当广口瓶液面下降到20mL刻度线时,说明玻璃管里空气已基本排尽。接下来,点燃酒精喷灯加热药品。在持续通入一氧化碳气体的过程中,实验产生的尾气被自动收集在广口瓶里。

(4)实验结束,整理实验用品,拆下广口瓶,并在瓶口直接点燃尾气。

上述优化方案,可以节约一氧化碳气体,同时可缩短实验时间,增加实验的安全性。

二、气体储存装置

(一)装置存在的问题

文献中储气装置如图4所示,打开活塞开关,轻轻挤压塑料瓶后立即放手,塑料瓶内的液体立即进入集气瓶中,排出一氧化碳气体至还原反应装置。

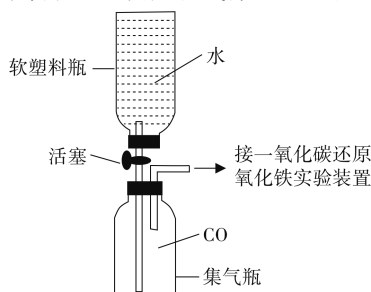


图4 文献中的储气装置

该装置其实是一个无法自动供气的全封闭体系,操作者在打开活塞后,必须“持续挤压塑料瓶”,水才能流下来,进而排出集气瓶中的一氧化碳气体。

作为一个持续7min左右的化学实验,一直靠操作者挤压塑料瓶进行供气,显然不太方便,需要优化。

(二)装置的优化

在盛水的塑料瓶底部打一个透气孔,使瓶内的水与外界大气相通。这样改进后,当打开活塞时,塑料瓶中的水就会自动流下来,排出集气瓶中的一氧化碳气体,为还原反应供给气体。通过旋转活塞,可以控制气体流速或停止供气。

还可以用一根较长的乳胶管,将盛有石灰水的试管与盛水的塑料瓶相连接^[4](图5),打开活塞,即可自动为反应体系供气。气体流速的快慢可以通过旋转活塞控制。

(三)操作步骤

(1)用“水量法”,测出盛有氧化铁的玻璃管容积,约为40mL;用“水量法”找出塑料瓶底部容积为40mL的空间位置,并用彩色橡皮筋套在瓶壁上作为标记。

(2)如图5所示,连接实验装置,打开活塞,轻轻用力挤压一下塑料瓶,随即松开手,塑料瓶里的水在重力作用下自动流入盛有一氧化碳气体的集气瓶

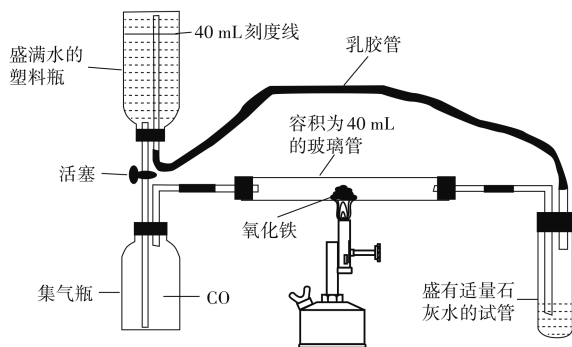


图5 气体储存装置的优化

中,将瓶中的一氧化碳气体压入玻璃管内。

(3)当塑料瓶中的水面下降到40mL刻度处时,说明玻璃管里40mL的空气基本上排尽了。接下来,点燃酒精喷灯加热氧化铁。在持续通入一氧化碳气体的过程中,实验产生的尾气被自动收集在塑料瓶里。

(4)实验结束,整理实验用品,拆下塑料瓶,在瓶口直接点燃尾气。

优化方案设计巧妙,特别是供气方式新颖,实现了自动供气,不仅简化了实验步骤,还使实验更加安全、环保。

三、结语

化学实验创新没有最好,只有更好。一线化学教师改进化学实验的目的是为了方便学生学习,更好地服务化学教育。化学实验创新是高级思维引领下的实践活动,既要创意好,又要反复试验,确保创新方案科学、简约、安全、直观^[5],能够很好地促进化学实验教学,推进素质教育。

参考文献:

- [1]胡巢生.“实验室炼铁”实验探究活动设计[J].教育与装备研究,2020(2):33-37.
- [2]李德前.CO还原CuO实验中尾气处理的又一种方法[J].中学化学,2003(9):23.
- [3]马逸群.安全便捷的一氧化碳还原氧化铁实验[J].教学仪器与实验,2012(3):16-17.
- [4]郭焱,王会.一氧化碳与氧化铁的反应实验改进[J].中国现代教育装备,2013(16):37-38.
- [5]李德前.例谈初中化学实验创新的思维方法[J].化学教学,2013(3):65-68.

【作者简介】马逸群,徐州市第十三中学(江苏徐州 221000),徐州市新元中学(江苏徐州 221000);张晓敏,徐州市新元中学。

【原文出处】《实验教学与仪器》(长沙),2020.7/8.49~50