

空气中氧气含量测定实验的改进与拓展

马 丽

(陕西省西安经开第一学校 陕西 西安 710018)

[摘要]空气中氧气含量测定实验是一个重要的演示实验,实验操作的难点在于装置的气密性不好,红磷燃烧有一定的危险性,实验产生的五氧化二磷有毒。对于教材实验中存在的问题通过实验改进,利用加热玻璃棒间接点燃白磷,同时使燃烧过程在密闭容器内发生,从而提高实验的成功率和准确率。

[关键词]含量测定;引发反应;实验改进;镁条燃烧

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.06.1506

空气中氧气含量测定实验是广东教育出版社九年级化学教科书上册第30页的实验^[1],这个实验对学生认识空气的组成起着重要的作用,也是促进学生探究性学习,培养学生科学素养的一个较好的实验。

一、实验改进原因

教材中设计的实验是利用红磷燃烧消耗集气瓶里的氧气,使得瓶内压强减小,在大气压的作用下烧杯内的水沿着导管进入集气瓶里,通过集气瓶内水面上升的体积判断氧气的含量。在此实验操作中,往往会以下一些问题:实验中要求红磷过量以消耗容器内全部氧气,而红磷用量过多时,点燃后,火星会飞溅在实验台或其他地方,造成安全隐患。红磷在敞开的体系中点燃,产生的五氧化二磷有毒且污染空气。红磷燃烧放热,在一伸进集气瓶内,瓶口的空气立即膨胀外溢,导致水面上升大于五分之一,没有说服力。

二、对其他实验改进方法的尝试

经查阅资料发现许多一线教师都对此实验进行了多种方法的改进,根据教材上的实验原理,对课本实验再改进的方法主要有三种(如图1):

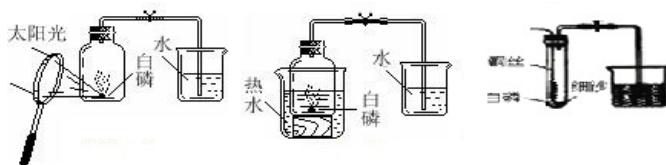


图 1

1. 用凸透镜将太阳光聚焦到白磷,使白磷燃烧。此方法可以防止燃烧匙伸入集气瓶时气体逸散。但是此方法会受到天气影响,只有在阳光充足的情况下实验才有可能成功。

2. 用水浴加热的办法使白磷燃烧。此方法同样可以防止燃烧匙伸入集气瓶时气体逸散。但在实验时要不断给水浴加热,才能使白磷燃烧,同时又要避免集气瓶过热爆裂,此方法时间比较耗时而且不易成功。

3. 将铜丝穿过橡胶塞,下端接触白磷,加热铜丝的上端,利用铜丝良好的导热性点燃白磷。此方法的优点是操作简单,环保,保证了装置的气密性。但在具体实施时却遇到了比较多的问题,比如在市场上很难买到粗铜丝;又由于铜比较软,在穿过橡胶塞时容易弯曲,导致装置漏气。在实验时笔者发现即使是粗铜丝在加热很长时间后都很难将试管里的白磷点着,在改用玻璃钟罩,当氧气充足时,铜丝才可能引燃白磷,此实验的成功率较低。

笔者在相关的习题和教参中同样发现有许多其他变形装置(如图2),也都是利用燃烧法测定空气中氧气含量。比如利用直玻璃管,一端密封,放入白磷,另一端塞好活塞标记位置,加热白磷,根据活塞的起始距离得出氧气含量。在实际操作中并不易找到大小合适的活塞来完成实验。再比如利用注射器和试管连接,加热试管中的红磷,由注射器活塞移动的距离计算氧气含量。看似有效利用注射器解决了活塞的问题,但是装置又略显复杂,需要两个铁架台固定此装置。

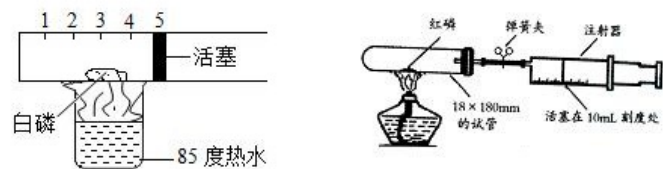


图 2

在各种各样的改进实验中,笔者发现装置的复杂程度也逐步升高,有为创新而创新的趋势,失去了应有的教学使用价值,与创新的初衷背道而驰^[2]。基于此,笔

者进行再改进,使实验操作更加简单,实验效果更佳。

三、实验改进思路

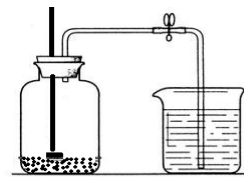


图 3

在反复实验中,以上改进方法都没有达到良好的实验效果,笔者受到“玻璃棒一端放在酒精灯火焰上灼烧至红热,然后用红热的玻璃棒引发二者发生反应”的启发,想到可以利用玻璃棒“引发反应”这一作用将集气瓶中的白磷点燃。

具体操作方法如下(图3):

(一)将教材实验中的燃烧匙换成玻璃棒,检查好装置的气密性,并将瓶内气体体积均分五等份。

(二)然后在集气瓶内装入少量细沙,平铺于瓶底。

(三)再在玻璃棒的正对下方放足量白磷,并与玻璃棒下端保持一小段距离。

(四)最后在烧杯里加入大半杯的红水。

(五)实验装置准备好后,用酒精灯加热玻璃棒的下端,待玻璃棒热了后迅速插入集气瓶中,塞好橡胶塞,白磷遇热燃烧,稍后白磷熄灭,在集气瓶冷却到室温后松开止水夹,烧杯里的水进入集气瓶,最后水面在五分之一记号处。

四、改进后的优点

(一)将红磷更换为白磷,由于白磷的着火点更低,使操作更为简便节能。

(二)改燃烧匙为玻璃棒,使实验操作更容易控制,安全可靠。

(三)实验在密闭的容器中进行,避免了污染。

(四)整个燃烧过程在密闭容器中进行,提高了实验的准确性。

(五)采用染色的水,对比效果更好。

(六)改进后实验不受环境影响,成功率100%。

(七)改进方法较前三种方法节约时间。

(八)此装置所用的仪器都是实验室配备的基本仪器,不需要另外采购。

五、实验拓展思路与方法



图 4

实验思路(图4):白磷的燃烧消耗了氧气,瓶中剩余的主要是氮气,利用镁条在剩余的氮气中燃烧,让学生通过观察认识到燃烧不一定有氧气参与。

实验方法:在上述实验结束后,关闭止水夹,将镁条打磨后,用坩埚钳夹住,在酒精灯上引燃,打开集气瓶塞,将燃着的镁条伸入到集气瓶中,可观察到镁条在氮气中燃烧。

此拓展实验进一步引导学生体验了科学探究的过程,启发了学生的科学思维,提高了学生的科学素养。

参考文献

[1]江琳才.化学(九年级上册)[M].广州:广东教育出版社,2016.

[2]陶杰.制备与性质实验一体化装置的创新设计和制作[J].实验教学与仪器,2016(6):49.