

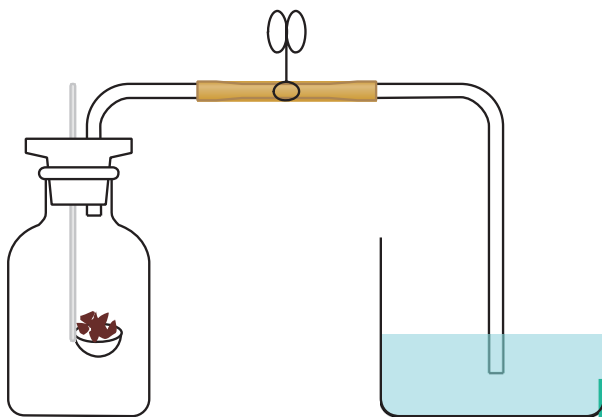
# 关于“测定空气中氧气的含量”实验的创新

青岛第二十六中学 二〇一五级一班  
王愉扬

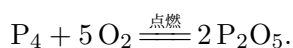
2017 年 12 月 8 日

## 1 研究背景

在九年级上学期化学课本第 7-1 节中，介绍了测定空气中氧气的含量的方法，具体实验步骤如下：



1. 如图组装仪器，检查装置气密性。
  2. 在燃烧匙中装入过量红磷，置于酒精灯火焰上点燃后迅速放入集气瓶，塞紧瓶塞。
  3. 待燃烧完毕后容器恢复室温，打开止水夹，发现有一些水进入集气瓶内，且体积约占集气瓶体积的  $\frac{1}{5}$ 。
- 反应的化学方程式为：



由此，我们可以得出“空气中氧气体积约占  $\frac{1}{5}$ ”这一结论。但是经过理论分析和课堂实际操作，发现这一方法的缺点主要有二：

1. 红磷的着火点过高，导致在瓶外点燃的时间过长，浪费时间。
2. 在瓶外点燃可能会导致气体逸散，导致实验不准确，结果有误差。

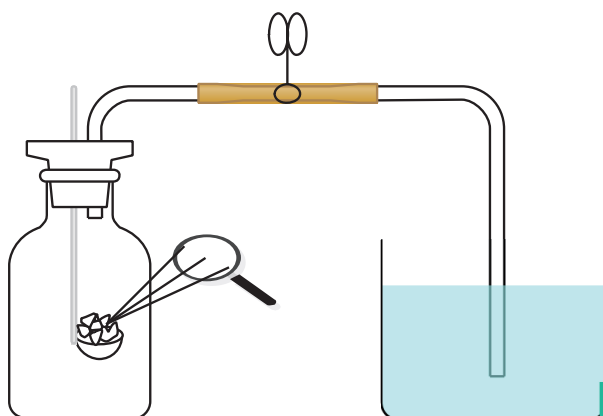
## 2 实验改进

### 2.1 改进点燃不便和气体可能逸散的问题

- 针对第一个问题，我们可以把红磷更换成白磷，经过查阅资料，我们发现白磷的着火点约在  $40^\circ\text{C}$  左右，便于被点燃。
- 针对第二个问题，我们可以把容器密闭，用凸透镜或聚能激光笔产生的集中热量来点燃固体，示意图如下：



我们可以结合上述两种方案，设计出如下图所示的仪器：

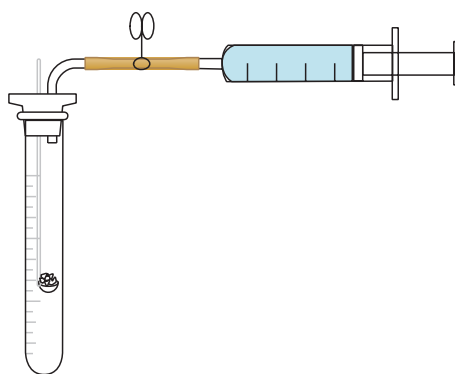


经过测试，我们又发现这套装置还是有如下缺点：

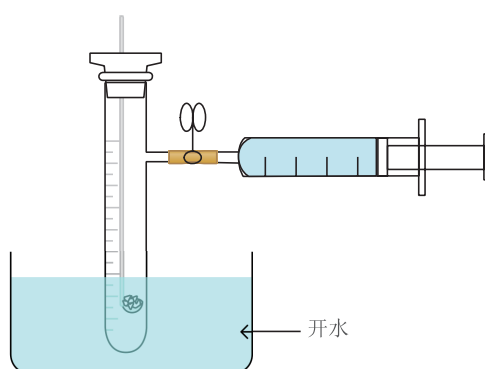
- 点燃还是不够方便，若没有凸透镜或激光笔，还是要用酒精灯点燃。
- 水在集气瓶中，只能靠目测体积——刻度不够直观，不利于理解该结论。

## 2.2 改进点燃不方便和体积不直观的问题

- 针对第一个问题，我上网查资料得知，白磷的着火点约为  $40^{\circ}\text{C}$  左右，所以我们可以直接把容器泡在开水中，这时，瓶内温度高于着火点，白磷就会自燃。
- 针对第二个问题，可以把水槽换成注射器，这样注射器减少的刻度就是消耗掉氧气的体积；再把集气瓶换成口径更细的试管，可以更加清晰地显示消耗氧气体积与总体积之比，示意图如下：



组合上述方案，又可以设计出如下图所示的仪器：



经过试验，该套装置已能较方便地点燃白磷，较好地反应体积的关系。但经过试验，仍发现了以下几个问题：

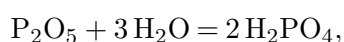
- 在试管中反应不太方便，特别是把燃烧匙伸入试管时容易撒漏。
- 且注射器体积过小，装液量不够。
- 反应时放热，瓶内气压陡增，瓶塞容易弹开。

经过尝试，我决定把试管恢复到集气瓶，在瓶塞上添加压强平衡注射器，并且把装有水的注射器换成量筒。

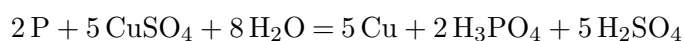
但是反应后产生的五氧化二磷（ $\text{P}_2\text{O}_5$ ）有毒，且剩余的白磷也属于有毒易燃危险品，这在课堂应用中是不能实施的，下一步要解决的问题是处理反应残余物。

### 2.3 改进生成物不环保的问题

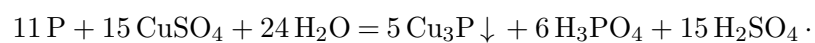
经过网上查阅资料，我发现， $\text{P}_2\text{O}_5$  可以通过与水反应来消耗掉，反应的方程式为：



白磷可以与硫酸铜和水反应后生成无害物质，方程式为：



或:



在反应后的生成物中,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{Cu}_3\text{P}$  均无毒无害, 不会污染环境。

### 3 改进结果

#### 3.1 实验器材

集气瓶、橡皮塞、注射器、止水夹、燃烧匙、导管若干

#### 3.2 实验药品

加热至  $70^\circ\text{C}$  的  $\text{CuSO}_4$  溶液、白磷