

# “测定空气中氧气的含量”实验的改进和反思

张 洁<sup>1</sup>, 宋守娟<sup>2</sup>

(1. 海南省儋州市教育局教研室, 海南儋州 571700; 2. 山东省淄博市淄川实验中学, 山东淄博 255100)

**摘要:** 基于现行鲁教版九年级化学课本中“测定空气中氧气的含量”实验, 对药品要求较高, 实验条件较难控制, 实验成功率低的问题, 通过限定药品用量、更换药品、改进装置、兴趣实验开发的方法探索, 改进了实验, 提高了实验效率, 并能启发学生敢于质疑, 培养实验动手能力及探究精神。

**关键词:** 空气中氧气含量测定; 实验改进; 初中化学实验

**文章编号:** 1005-6629(2015)4-0050-03

**中图分类号:** G633.8

**文献标识码:** B

现行鲁教版九年级化学课本中“测定空气中氧气的含量”实验, 用图 1 装置和铜粉来进行实验。实验趣味性强, 以此为载体引导学生设计和实施实验, 进行误差分析, 能有效训练学生的发散性思维能力, 提高学生学习化学的兴趣。

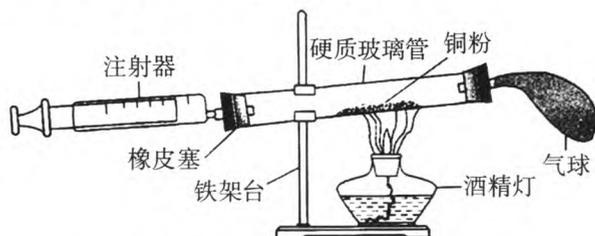


图 1 课本中“测定空气中氧气的含量”的装置图

可是在实验时, 我们发现存在如下问题:

- (1) 实验室里久置的铜粉不是呈亮紫红色, 而是呈褐色。
- (2) 用新制的铜粉做实验, 发现加热时玻璃管里的铜粉表面生成一层黑色固体, 停止加热, 黑色固体又慢慢变成砖红色, 且结成硬块粘附在玻璃管内壁上。
- (3) 实验所用时间长, 完成一次实验约需 15 分钟。
- (4) 经过 20 多次实验, 实验相对误差平均值大于 25%, 有的实验甚至不能成功。

基于上述几方面的问题, 以期寻找更好的实验方法, 获得更好的实验效果, 我们进行如下的探索和改进。

## 1 通过限定药品用量化解弊端

### 1.1 探索与分析

查阅资料得知, 铜粉质软, 研磨加工困难, 在潮湿空气中容易氧化变质成氧化铜, 需要采用氮气

保护、真空包装。我校实验室里的铜粉属于超细铜粉, 因无法采用氮气保护或真空保存, 久置后部分铜粉变质生成氧化铜, 所以颜色呈褐色。

红色的含铜元素的固体物质有铜和氧化亚铜。向少量加热新制铜粉所得的砖红色固体中加入稀盐酸, 发现有少量气泡放出, 溶液变为浅黄色, 有少许白色沉淀生成, 试管底部有红色固体沉积。通常情况下铜不与稀盐酸反应, 我们猜想红色固体中可能含有氧化亚铜。氧化亚铜与稀盐酸发生歧化反应, 生成铜和氯化铜。用氢气还原砖红色固体, 得到亮紫红色固体, 也证明砖红色固体中含有氧化亚铜。

### 1.2 改进方法

经过分析和反思, 根据密闭容器内氧气的体积计算所需铜粉的质量, 实验时让铜粉稍过量(装置中封闭空气 65mL, 理论上需铜粉 0.074g, 实际实验时在玻璃管中放入铜粉 0.2g)。加热铜粉, 在加热过程中, 不断缓慢推拉注射器的活塞, 让铜粉与氧气充分反应。停止加热后, 将注射器内的气体全部推出, 让气体先储存到气球里, 待装置冷却至室温时, 再将气球里的气体缓慢全部挤出, 使注射器的活塞后退, 直到活塞稳定。如果使用的玻璃管和注射器容积较大, 密闭容器内封闭空气较多, 需铜粉质量较大时, 应将铜粉薄薄地平铺在玻璃管中, 以免铜粉堆积使热量聚集导致氧化铜分解, 也避免反应不充分造成浪费。

### 1.3 改进效果

限制铜粉用量之后, 生成的黑色固体没有再变成砖红色, 经过 10 次实验测得相对误差平均值为 17%, 实验误差有所减小。但玻璃管与气球连接

口容易漏气;对气球的要求也比较高,用弹性好张力大、厚薄适当的气球较好,如5cm长的圆形橡胶玩具气球;将气球里的气体往玻璃管中挤时需十分仔细;作为学生探究实验,实验误差仍然较大,且耗时长(约需10分钟)。

## 2 通过更换药品使实验现象更明显

### 2.1 实验探究

红磷在氧气中容易燃烧,反应充分,生成白烟,易散热,我们用红磷代替铜粉进行实验。根据氧气的体积计算所需红磷的质量(理论上需要0.0144g),实际实验时每次用0.3g。进行4组对比实验,测得氧气体积分数数据如下:

表1 用红磷测定氧气体积分数数据表

实验顺序	1	2	3	4	平均值
氧气的体积分数	19.56%	19.47%	18.93%	19.24%	19.30%

### 2.2 注意事项

用红磷替换铜粉进行实验,因为红磷易燃,作为学生探究实验有一定的危险性。需在教师的指导下进行,同时注意以下几点:

- (1) 认真检查装置气密性;
- (2) 准确测量玻璃管的体积,准确读出玻璃管和注射器内封闭空气的总体积;
- (3) 实验中不断缓慢推动注射器的活塞,不断轻轻挤压气球,使氧气充分参与反应;
- (4) 读数前,气球里的气体需全部挤压到玻璃管中,待装置冷却到室温再读数;
- (5) 由于红磷燃烧产生白烟放热,需硬质玻璃管;气球应选择弹性好张力大的,如大3号圆形橡胶玩具气球;
- (6) 红磷用量需根据氧气质量计算得出,不要过量太多,以免造成污染与浪费。红磷易燃,使用时一定注意不要撒到外面,用剩的红磷要统一回收。

### 2.3 改进效果

将铜粉换成红磷进行实验和现行教材的用铜粉实验相比较,实验误差小(4次实验相对误差平均值约为8.1%);且只需稍稍加热玻璃管,红磷即可燃烧,生成白烟,反应迅速且充分,现象明显,容易操作;白烟分散附着于玻璃管内壁迅速散热,实验时间缩短(每次实验约需6分钟),实验的成功率比较高,教学中更有说服力和可行性。

## 3 通过改变装置提高实验成功率

为了避免气球易爆易漏气且不易将其中气体全部挤出的缺点,我们从学生的创新实验中寻找灵感,改用下图装置进行实验。

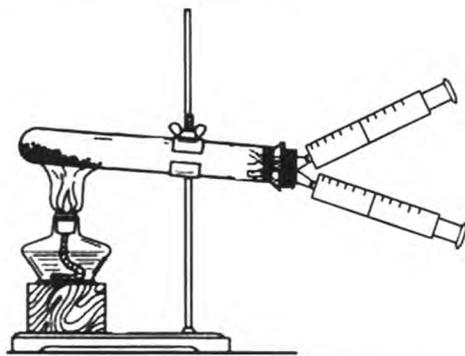


图2 用试管、注射器和铜粉测定空气中氧气的体积分数

### 3.1 改进方法

在一支50mL的试管中装入约0.2g的新制铜粉,平铺均匀,用橡皮塞将试管密封(塞约占试管容积1/50),在橡皮塞上插两支注射器,注射器中密封约16mL空气,试管与注射器中共有65mL空气。将试管固定在铁架台上,并用酒精灯加热试管,同时缓慢交替推动注射器的活塞,直到铜粉颜色不再变化。停止加热,用吹风机使试管迅速冷却至室温,读数,注射器中剩余气体约3mL,从而得出结论,氧气约占空气体积的1/5。

### 3.2 注意事项

- (1) 检查图2装置的气密性,在试管和注射器内共预留空气65mL。
- (2) 预先根据氧气体积计算与其恰好完全反应时所需铜粉质量约为0.074g。为使氧气全部参加反应,在试管中平铺约0.2g新制的铜粉。
- (3) 给铜粉加热,并且不断缓慢地推动注射器的活塞(玻璃注射器效果更好),直到固体全部变成黑色,停止加热。
- (4) 待装置冷却到室温时读数。
- (5) 进行数据分析,注射器内减少的空气体积约为13mL,是空气体积(65mL)的1/5。

### 3.3 改进效果

该装置用另一支注射器代替气球,气密性好,交替推动注射器活塞容易进行气体交换,避免了气球挤压时易爆、易失去弹性的缺点,且注射器可以多次使用,不易损坏。本实验操作简单,实验现象明显,实验时间短(4分钟),实验误差小,实验成功率高,实验效果更好。

## 4 通过增加趣味性激发实验兴趣

在实际课堂教学中,为增加教学的趣味性,还可以从老师同学设计的趣味实验中寻找灵感,启发学生做一些趣味实验来测定氧气的体积分数。

#### 4.1 实验方法

用图3装置和热帖(暖宝宝)中的药品进行实验,以期对学生有所启发。在注射器中封闭约2mL热帖中的固体,预留15mL空气,把注射器前端开口用橡皮塞塞住,不断轻轻晃动注射器,固体与注射器内的氧气充分反应,大约5分钟后,注射器内的气体减少约3mL,说明氧气约占空气体积的1/5。



图3 用注射器和热帖粉测定空气中氧气的体积分数

(上接第5页)

等性质的课上进行,特别是在具有总结性的单元小结、总结、回顾、复习一类的课上进行,要坚持初期以渗透、积累为主,而且要“润物细无声”,不要随便贴“分类观教育”的标签,不必大声嚷嚷“我在进行分类观教育了”,后期才适时、适当地总结、上升、升华。

#### 4 总结:需要注意的几点

上面讨论了跟分类观有关的几个问题,实际上,守恒观、平衡观、模型观、仪器观等也有类似的情况,需要注意。

我们应该举一反三,注意下列几点<sup>[10]</sup>:

(1) 正确地认识和理解什么是观念,防止把观念跟方法、策略、智力操作以及有关结果等混淆起来,稍稍沾一点边就上纲为观念,致使外延错乱;要力戒生造观念(例如定量观等),致使观念泛化。

(2) 分清观念层次,避免归属不当,发生层次穿越(例如把科学本质观、守恒观、平衡观等归属于化学学科观念)。

(3) 弄清学科基本问题,不随意扩编基本观念。

#### 4.2 实验效果

本实验取材于生活中的用品,在实验中仔细观察,可以明显看到注射器的活塞向下移动,气体体积逐渐减少,实验趣味性强。经10次实验,相对误差平均值小于5%,实验过程简单,易于操作,实验现象明显,便于学生在家自主完成实验。

综上所述,我们撰写本文的目的,就是要告诉学生解决一个问题可以有多种思路,一种思路又可以有多种方法。同时启发学生自主设计、进行实验,在不断的设计、实验、反思中完善方法,形成理念,进而培养学生的创新意识和探究精神。

#### 参考文献:

- [1] 范广,张引莉,孙家娟.氧化铜与氧化亚铜稳定性的热力学讨论[J].广州化工,2012,40(10):162~163.
- [2] 毕华林.义务教育教科书·化学(九年级)(全一册)[M].济南:山东教育出版社,2013:79.
- [3] 张升晖,杨春海.化学实验[M].北京:中国计量出版社,2007.

(4) 重点抓好基本观念教育,有重有轻,不一味贪多。

(5) 遵循观念养成规律,力求“功到自然成”,力戒违背规律急于求成。

#### 参考文献:

- [1] 吴俊明,吴敏.为什么要关注科学观念[J].化学教学,2014,(4):3~6,13.
- [2] 张嘉同.化学哲学[M].南昌:江西教育出版社,1994:103~106,35~42.
- [3] 唐有祺,王夔主编.化学与社会[M].北京:高等教育出版社,1997:227.
- [4][10] 吴俊明,吴敏.化学课程中的科学观念教育[J].化学教学,2014,(5):3.
- [5][6][法]安托万-洛朗拉瓦锡著.任定成译.化学基础论[M].武汉:武汉大学出版社,1993:104~105.
- [7] 林德宏著.科学思想史[M].南京:江苏科技出版社,2007:136~137.
- [8][法]让·泰奥多里德著.生物学史[M].北京:商务印书馆,2000:46~47.
- [9] 肖显静著.科学经验方法[M].北京:科学出版社,2005:121~129.