

焰色反应实验的新设计

陶慧玲

(昆山震川高级中学, 江苏昆山 215300)

摘要: 许多文献介绍了焰色反应实验的改进方法,但仍有三个不足,即焰色持续时间短、酒精灯火焰通常有黄色出现而干扰观察焰色、装置较复杂且不能同时对比多个焰色反应实验。新设计的焰色反应实验用倒扣的铝制易拉罐外底作酒精灯,一小团钢丝球作药品载体,能持续观察到焰色反应半分钟。铝和钢丝没有焰色不干扰实验;较大的稳定的火焰能产生高达 600℃ 的温度;铝制易拉罐和厨房清洁用的钢丝球常见易得;装置简单,能同时对比多个实验。新设计的实验现象明显,操作方便安全,学生容易理解,能激发学生的学习兴趣。

关键词: 焰色反应;实验改进;喷雾法;对比实验

文章编号: 1005-6629(2018)3-0064-03

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 问题的提出

焰色反应是检验某些金属元素的重要方法,是中学化学中的重要实验之一。按教材的实验方法操作很难得到明显的实验效果。通常有以下几点不足:焰色持续时间太短;酒精灯火焰通常有黄色出现而干扰实验;观察钾的焰色反应时一手拿蓝色的钴玻璃观察,另一只手拿铂丝灼烧操作不方便。

针对以上不足,近年来许多文献介绍了焰色反应实验的改进方法。

(6) 将水改成滴有酚酞的氢氧化钠溶液,可以吸收白磷燃烧可能产生的气体杂质如 CO_2 、 SO_2 等,排除可能出现的气体干扰。滴有酚酞的氢氧化钠红色溶液使现象明显直观,用注射器代替烧杯,可见度高,可以直接观察读取进水量,同时可以更好更快地吸收燃烧产生的有毒产物五氧化二磷,提高了课堂效率和安全性。

4 实验改进后的反思

对“空气中氧气体积分数的测定”实验的改进,是在一次次的失败中得到提高和完善的。虽然改进后,增强了实验效果,提高了课堂实效,但是所选的改进药品白磷有剧毒,着火点低,如果环境温度过高,很容易发生自燃;燃烧的产物五氧化二磷和氢氧化钠溶液反应后的产物依然有毒,氢氧化钠溶液有腐蚀性,实验结束后药品处理仍存在一定的困难,因此只适合教师做课堂演示实验,不利于学生自主探究。所以笔者认为教师可以鼓

1.1 从加料的角度改进

马宏佳进行了喷洒盐粉末式焰色反应,得到了直径在 10 cm 高约 10 ~ 15 cm 的美丽火焰,这是具有观赏性的焰色反应演示实验^[1]。但喷洒法中药品用量较大,且焰色只在盐粉末撒落火焰的瞬间可见,焰色持续时间太短,不便于观察。

李莺等的喷雾法,即将金属盐配成溶液用喷壶直接喷射到火焰上方,可得到颇为壮观的焰色^[2]。张帮程用“喷雾法”在“废旧石棉网”上演示焰色反应的实验^[3]。优点是火焰大且明显,操

励学生在理解实验原理的基础上,从生活出发,感悟生活,从生活中取材,自主设计实验,在不断的设计、实验、反思中完善方法,提高学生的思维能力、动手能力和创新意识。比如:可以利用一些装置和热帖(暖宝宝)中的药品进行实验^[4],操作简单,误差较小,药品安全容易处理,适合学生动手实验,把生活和课堂巧妙地融合在一起,趣味性强,有利于提高学生的科学素养。

参考文献:

- [1] 王晶,郑长龙主编.义务教育教科书·化学[M].北京:人民教育出版社,2012:101.
- [2] 江琳才主编.义务教育教科书·化学[M].北京:科学出版社,广州:广东教育出版社,2012:72.
- [3] 王祖浩,王磊主编.义务教育教科书·化学[M].上海:上海教育出版社,2012:71.
- [4] 张洁,宋守娟.“测定空气中氧气的含量”实验的改进和反思[J].化学教学,2015,(4):50~53.

作也很方便,但焰色持续时间太短,只在喷洒瞬间可见,且药品用量也较大,药品污染周围环境,较多的金属盐雾弥漫在空气中,被师生吸入肺内,可能影响师生健康。

李生英等提出脱脂棉法,得到的焰色效果与铂丝做的焰色完全一致,并且具有成本低、操作方法简便、省时等优点。对于钾的焰色反应采用此方法,不用蓝色钴玻璃也能清楚地观察到其焰色^[4]。但是燃烧温度不高,盐气化比较慢。

詹汉英采用石棉绳法进行焰色反应,得到了比较理想的焰色效果^[5],但同样存在燃烧温度不高,盐气化比较慢的问题。

Barnes 提出焰色试纸法。该方法是将滤纸条通过特殊的处理制成焰色反应的试纸,实验时直接取用该试纸点燃即可得到相应的金属焰色,非常方便。也有人尝试用湿滤纸卷住糊状金属盐放在灯焰中灼烧的方法,效果虽好,但不适宜学生使用^[6]。

1.2 从燃料或火焰温度的角度改进

林绮玲提出使用氢气作为火源进行焰色反应实验。优点是火焰为淡蓝色,对金属元素的焰色干扰较少^[7]。缺点是氢气的制备和存储都较难,且有一定的危险性。

高凤梅等提出使用甲醇作为火源^[8]。优点是火焰为淡蓝色,对金属元素的焰色干扰较少。但是甲醇易挥发且有毒,实验时会影响师生身体健康。

张喜恒将金属盐加入乙醇中作为酒精灯的燃料,焰色持续的时间长,但是温度低,酒精灯中乙醇的火焰带有黄色干扰其他金属元素的焰色反应^[9]。

李健荣将酒精改成琼脂固体酒精,琼脂很难燃烧,一般不会干扰焰色反应^[10],且火焰面积大,便于观察焰色反应^[11]。但琼脂固体酒精放在表面皿内的金属盐粉末上面,使金属盐粉末的受热温度很低,需要较长时间才能升高到一定温度观察到实验现象。且该琼脂固体酒精如沾染了一种

药品后,便不能再用作其他金属的焰色反应实验。

1.3 对燃烧器进行改进

周永文对酒精灯进行改进,制成“双焰酒精灯”,可得到 35 mm 高的火焰,焰色反应时间可持续 20 s,现象很明显,适用于演示实验^[12]。但双焰酒精灯并不常见,操作也不便。

朱兵设计一种轻便的“焰色反应器”,用来代替金属丝做焰色反应,可以克服金属丝圈做实验的缺点,效果很好^[13],但制作较难。

杨玉峰等用“焰色反应源”做实验,得到的相应的焰色火焰颜色鲜艳稳定^[14]。但焰色反应器在快速灼烧操作时要避免阱口的玻璃接触煤气灯的灯焰,以免产生钠的黄光等,操作不便。

以上文献中的改进方法都无法同时克服焰色持续时间短、酒精灯火焰通常有黄色出现而干扰实验、装置复杂制作不便以及不能做对比实验等缺点。经分析后不难发现,比较理想的焰色反应必备的几个要素是:用燃料产生较高的温度;需要待测金属或其化合物或其溶液;接触火焰和待测样品的材料不能有焰色反应的干扰因素。

经过反复试验和比较,最后设计了更为简化的装置——用倒扣的铝制易拉罐外底作酒精灯,一小团钢丝球作药品载体,能持续观察到焰色反应半分钟。该实验操作简单、现象明显、与教材中实验操作和原理相似,学生容易理解、趣味性很强且安全环保。

2 实验器材和药品

2.1 实验器材

铝底易拉罐、厨房清洁用的钢丝球、药匙(或胶头滴管)、镊子、剪刀、火柴

2.2 实验药品

95% 酒精、氯化钠(或其溶液)、氯化钾(或其溶液)、其他待测金属盐固体或其溶液

3 实验装置及步骤

实验装置如图 1 所示。

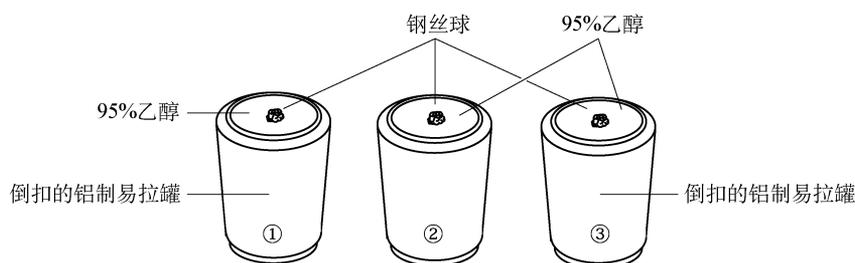


图 1 新设计的焰色反应对比实验装置

下面介绍新设计实验,以仅燃烧酒精做空白对比、氯化钠的焰色反应、氯化钾的焰色反应实验为例。

(1) 取三个相同的铝底易拉罐,将易拉罐外底部洗净,倒扣在桌面上间隔约 10 cm 排成一排,从左到右分别编号为①、②、③。如图 1。

(2) 取一团厨房清洁用的洁净无锈的钢丝球,用剪刀剪下直径约 1 cm 大小的钢丝球三团,分别放在倒扣在桌面上的易拉罐的底面中心位置。

(3) 分别在三个易拉罐底部加 95% 酒精或无水乙醇约 3 mL。

(4) 在②号易拉罐底部钢丝球上加待测绿豆粒大小固体药品或溶液(例如氯化钠固体或氯化钠溶液),在③号易拉罐底部钢丝球上加待测绿豆粒大小固体药品或溶液(例如氯化钾固体或氯化钾溶液)。

(5) 用一根火柴快速点燃三个罐底的酒精,约 5 秒钟后就能观察到明显的焰色反应实验现象。

观察到①号易拉罐底部酒精燃烧火焰呈现很浅的淡蓝色,不认真观察则看不清火焰;②号易拉罐底面上方火焰呈现非常明显的黄色;③号易拉罐底面上方火焰已经明显呈现紫色。直接用肉眼便能观察到三者火焰颜色的明显区别。透过一块蓝色的钴玻璃同时观察三个火焰,能观察到①号和②号火焰现象相同,③号有非常清楚的紫色火焰。通过观察①号和②号的火焰,使学生真正理解蓝色钴玻璃的作用是过滤掉钠的黄色光,以便观察钾元素的紫色火焰。

4 实验总结

新设计的实验具有以下优点:

(1) 整个实验装置的材料是铝、钢丝球,铝、钢都没有焰色。使用这些材料实验时对待测金属元素的焰色反应没有干扰。

(2) 火焰面积大,温度高。小钢丝球上方火焰温度高达 600℃,能气化绝大多数待测金属元素,焰色反应现象明显。

(3) 焰色持续时间长达半分钟,有足够的时

间对比观察。

(4) 能同时对比多个焰色反应。透过一块蓝色的钴玻璃同时观察三个实验(燃烧酒精的空白对比实验、氯化钠的焰色反应实验、氯化钾的焰色反应实验),学生能真正理解蓝色钴玻璃的作用是过滤掉钠的黄色光,理解观察钾元素焰色反应需要透过蓝色钴玻璃的原因。趣味性强,效果好,学生的印象深刻。

(5) 实验材料为铝制易拉罐和厨房用的钢丝球,材料易得。可发动学生收集,增强学生的参与度,激发学生的学习兴趣。操作简单,安全环保。

参考文献:

- [1] 马宏佳. 具有观赏性的焰色反应演示实验[J]. 中学化学教学参考, 2004, (3): 38.
- [2] 李莺等. 焰色反应实验改进[J]. 卫生职业教育, 2007, (4): 112.
- [3] 张帮程. 用“喷雾法”在废旧石棉网上演示焰色反应实验[J]. 化学教学, 2009, (6): 20~21.
- [4] 李生英, 白林. 无机化学实验[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2000: 128.
- [5] 詹汉英. 焰色反应的新方法[J]. 中学化学教学参考, 2001, (8~9): 75.
- [6] Bamer Z. K. Alternative flametestprocedures [J]. J. Chem. Edu., 1991, 68(2): 246.
- [7] 林绮玲. “焰色反应”的创新实验研究[J]. 中学化学教学参考, 2010, (06): 47~49.
- [8] 高凤梅, 于清江, 武剑. 钾元素焰色反应的新方法[J]. 中学化学教学参考, 2007, (1): 65.
- [9] 张喜恒. 焰色反应实验的改进[J]. 中学化学教学参考, 2015, (6): 23.
- [10] 李明立, 曹广雪. 利用固体酒精进行的焰色反应[J]. 教学仪器与实验, 2013, (12): 29.
- [11] 李健荣. 焰色反应的实验改进[J]. 化学教学, 2016, (12): 59.
- [12] 周永文. 焰色反应实验的改进[J]. 化学教学, 2000, (1): 6.
- [13] 朱兵. 金属焰色反应新技术[J]. 大学化学, 1990, 5(6): 28~29.
- [14] 杨玉峰, 白玫梅. 焰色反应实验的改进[J]. 化学教育, 1998, (10): 8.