

# 二氧化硫溶液与氯化钡溶液反应实验的改进

吴朝辉

(东阳中学, 浙江东阳 322100)

**摘要:** 针对二氧化硫溶液与氯化钡溶液反应实验易出现异常现象的不足, 经实验探究得出, 用  $\text{CaCl}_2$  溶液替代  $\text{BaCl}_2$  溶液, 更有助于在课堂教学中发挥实验功能, 并可避免使用重金属盐, 使实验更环保; 所用二氧化硫溶液无须临时配制, 有利于实验的准备与药品的节约。

**关键词:** 二氧化硫溶液; 氯化钙溶液; 课堂演示; 实验改进

**文章编号:** 1005-6629(2015)1-0051-02

**中图分类号:** G633.8

**文献标识码:** B

苏教版《化学1(必修)》第88页: 向另一支试管中加入 5mL 二氧化硫水溶液, 滴加氯化钡溶液, 再滴加 0.5mL 3% 的过氧化氢溶液, 振荡, 放置片刻后滴加稀盐酸, 观察实验现象。预期现象是: 加  $\text{BaCl}_2$ , 无白色沉淀; 加  $\text{H}_2\text{O}_2$  后生成白色沉淀。但实际操作时, 把  $\text{BaCl}_2$  滴入到二氧化硫溶液会立即出现白色沉淀, 原因是  $\text{H}_2\text{SO}_3$  或  $\text{SO}_2$  被装置内的  $\text{O}_2$  或溶解的  $\text{O}_2$  氧化生成少量  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{BaCl}_2$  反应生成  $\text{BaSO}_4$ <sup>[1, 2]</sup>。因为这个异常现象会干扰课堂教学, 所以有教师提出改进, 通过除去装置内的  $\text{O}_2$  来消除这个异常现象。但是改进装置过于复杂, 很难被引入课堂进行实地操作。笔者以为, 能不能换一个角度改进: 允许  $\text{O}_2$  存在, 而是找一种可以检验  $\text{SO}_4^{2-}$  但灵敏度相对较弱的试剂。因此,  $\text{CaCl}_2$  进入笔者的视线:  $\text{Ca}^{2+}$  可以和  $\text{SO}_4^{2-}$  生成微溶于水的白色沉淀  $\text{CaSO}_4$  [ $K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4)=7.10 \times 10^{-5}$ ], 但灵敏度比  $\text{Ba}^{2+}$  低 [ $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)=1.07 \times 10^{-10}$ ]。通过实验验证发现, 用  $\text{CaCl}_2$  溶液替代  $\text{BaCl}_2$  溶液是不错的选择。

## 1 实验验证

### 1.1 验证 $\text{CaCl}_2$ 溶液浓度对反应的影响

为了避免异常现象,  $\text{BaCl}_2$  溶液的浓度应很低, 但为了提升加  $\text{H}_2\text{O}_2$  后白色沉淀的清晰度,  $\text{BaCl}_2$  的浓度又不能太低, 实际教学中通常选择  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{BaCl}_2$  溶液, 结果却是异常现象没彻底消除, 白色沉淀又不明显。用  $\text{CaCl}_2$  能否解决这个左右为难的问题?  $\text{CaCl}_2$  溶液浓度多高比较合适?

笔者通过将  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  溶液和蒸馏水按不同配比混合以获得不同浓度的  $\text{CaCl}_2$  溶液, 加入 1mL  $\text{SO}_2$  溶液(向蒸馏水中持续通  $\text{SO}_2$  气体 5min 制得, 下同), 静置 1min, 再加入 0.5mL 4% 双氧水, 振荡 2min, 加 0.5mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸。结果如下表所示。

表 1 实验 1  $\text{CaCl}_2$  溶液浓度对反应的影响

$\text{CaCl}_2$ 滴数	20	16	12	10
蒸馏水滴数	0	4	8	10
加 $\text{SO}_2$ 溶液	无沉淀	无沉淀	无沉淀	无沉淀
加双氧水	大量沉淀	大量沉淀	沉淀	无沉淀
加盐酸	不溶解	不溶解	不溶解	——

### 1.2 验证 $\text{SO}_2$ 溶液存放时间对反应的影响

$\text{SO}_2$  溶液保存时间越长, 被氧化的量越多, 异常现象越明显。不能选用久置的  $\text{SO}_2$  溶液也是教材实验的缺陷之一, 选用  $\text{CaCl}_2$  能否弥补这个缺陷?

笔者将  $\text{SO}_2$  溶液按常规方法保存在试剂瓶中, 间隔一段时间进行实验: 取 1mL  $\text{SO}_2$  溶液, 加 1mL  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  溶液, 静置 1min, 再加入 0.5mL 4% 双氧水, 振荡 2min, 滴加 0.5mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸。结果如下表所示。

表 2 实验 2  $\text{SO}_2$  溶液存放时间对反应影响

保存时间(h)	6	12	24	48
加 $\text{CaCl}_2$ 溶液	无沉淀	无沉淀	无沉淀	无沉淀
加双氧水	大量沉淀	大量沉淀	大量沉淀	大量沉淀
加盐酸	不溶解	不溶解	不溶解	不溶解

## 2 对实验的解释

两个实验中,  $\text{SO}_2$  溶液中只加入  $\text{CaCl}_2$  溶液不产生白色沉淀, 说明不能发生如下反应:  $\text{CaCl}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaSO}_3 + 2\text{HCl}$ , 即证明  $\text{H}_2\text{SO}_3$  是一种弱酸。加入双氧水后产生白色沉淀, 说明:  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2 = \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ , 证明  $\text{SO}_2$  具有还原性。所以, 用  $\text{CaCl}_2$  替代  $\text{BaCl}_2$  也能达成教材实验所预设的全部实验目的。另外, 由实验一可知: 选用浓度较高的  $\text{CaCl}_2$  溶液, 不仅不产生异常现象, 而且白色沉淀清晰可见, 更有利于学生观察。由实验 2 可知:  $\text{SO}_2$  溶液不必临时配制, 在实验准备工作的安排上更加自如。

# 几个初中化学趣味实验及相关探究课题

叶燕珠, 吴新建, 张贤金, 汪阿恋

(福建教育学院化学教育研究所, 福建福州 350001)

**摘要:** 针对我国现行初中化学教材在选择实验内容时较少考虑实验的趣味性的现状, 笔者分别从突出认知冲突情境以及贴近生活发掘有趣的探究课题两个维度出发, 介绍了5个简易、安全、现象明显、较受师生欢迎的初中化学趣味实验, 并将其中两个实验设计成可用于探究教学的探究性课题。

**关键词:** 趣味化学实验; 焰色反应; 催化剂; 蔗糖燃烧; 实验探究

**文章编号:** 1005-6629(2015)1-0052-03

**中图分类号:** G633.8

**文献标识码:** B

化学趣味实验可以让学生在入门之初通过观察生动、有趣的化学现象, 体验到化学学科的奥秘, 从而培养学生学习化学的兴趣。通过趣味实验还可使学生的科学素养得以提升, 从而形成实事求是的科学态度和严谨认真的学习习惯。因此在初中化学教学中, 趣味实验显得尤为重要。下面笔者结合自己的教学实践, 例举并介绍一些趣味实验教学案例, 作为抛砖引玉之文。

## 1 突出实验趣味性, 让学生在玩中学化学

用  $\text{CaCl}_2$  替代  $\text{BaCl}_2$ , 避免了使用有毒的重金属盐 (且价格贵), 使实验更“绿色”。通过实验, 学生也获得了在溶液中  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  不能大量共存的感性体验。改进后, 实验仪器仍采用试管和胶头滴管, 实验现象清晰可辨, 教学上既可安排演示实验也可分组实验, 教学组织形式更自由。

## 3 一点释疑

笔者在学校推广这个改进时, 有同事提出了疑问: 根据实验 2 及  $K_{sp}$  可知:  $c(\text{SO}_4^{2-}) \geq 7.1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  即可产生  $\text{CaSO}_4$  沉淀, 这个浓度并不高, 可  $\text{SO}_2$  溶液保存 48h 之后为什么没有沉淀呢?

笔者认为, 主要有以下几个原因: 一是  $\text{SO}_2$  溶液浓度较低。虽然  $\text{SO}_2$  是易溶于水的气体, 在水中的溶解度较大: 22.82g (0℃)、11.28g (20℃)<sup>[3]</sup>, 但实际上很难配成  $\text{SO}_2$  的饱和溶液: 在 8~10℃时, 将  $\text{SO}_2$  持续通入水中 (90min 左右), 所得  $\text{SO}_2$  溶液的浓度只有约  $0.54 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ <sup>[4]</sup>; 二是装置内溶解的  $\text{O}_2$  较少, 故被氧化的  $\text{H}_2\text{SO}_3$  较少 (按  $0.54 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  计, 如果保存过程中有 1% 的  $\text{SO}_2$  被氧化, 试剂瓶内至少有 30mL 空气。故 48h 后, 打开  $\text{SO}_2$  溶液的试剂瓶仍能闻到明显的刺激性气味); 三是  $\text{HSO}_4^-$  只能部分电离 ( $K_2=1.2 \times 10^{-2}$ ), 降低了溶液中  $\text{SO}_4^{2-}$  的浓度; 四是  $Q_c$  虽然比  $K_{sp}$  大了, 但由于  $Q_c$  不是按活度而是按浓度计算的, 如果按活度计算,

与发达国家的教材相比, 我国初中化学教学中的趣味性实验的教学内容明显偏少。我国教材中的实验选题通常强调突出知识目标, 很少考虑学生的学习兴趣<sup>[1]</sup>。这一现状给教育工作者提供了拓展和研究趣味实验的空间, 比如我国现行教材大多提及“二氧化碳”、“酸碱指示剂”、“食品中的有机化合物” (如碘和淀粉的显色反应) 等等<sup>[2]</sup>。为此, 笔者设计了如下一些趣味性十足的实验。

$Q_c$  可能小于  $K_{sp}$ , 故沉淀不能生成。即使  $Q_c > K_{sp}$ , 也可能存在溶液的过饱和现象, 由于没有结晶中心存在, 固相暂时尚未析出, 故观察不到沉淀生成<sup>[5]</sup> (加入  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 需振荡 1min 后才看到明显沉淀, 说明  $\text{CaSO}_4$  会形成过饱和现象)。所以  $\text{Ca}^{2+}$  对  $\text{SO}_4^{2-}$  的不灵敏反而是它能够替代  $\text{Ba}^{2+}$  的一个优势。

因此, 可将教材中的实验改进为: 向试管中加入 2mL 二氧化硫溶液, 滴加 1mL  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氯化钙溶液, 振荡后观察实验现象; 再滴加 0.5mL 4% 过氧化氢溶液, 振荡, 放置片刻后滴加 0.5mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  稀盐酸, 观察现象。

## 参考文献:

- [1] 乔月东. 关于二氧化硫通入氯化钡溶液有关现象的探究 [J]. 化学教学, 2007, (8): 7~8.
- [2] 陈小刚.  $\text{SO}_2$  水溶液滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液的实验探索 [J]. 中学化学教学参考, 2010, (9): 44~45.
- [3] 杨德壬主编. 中学教学全书·化学卷 [M]. 上海: 上海教育出版社, 1996: 886.
- [4] 刘怀乐. 涉及  $\text{SO}_2$  性质的几点教学注释 [J]. 中学化学教学参考, 2011, (5): 39~40.
- [5] 武汉大学、吉林大学等校编. 无机化学 (第三版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1994: 396~397.