

补注区别浓硫酸和稀硫酸的方法

朱华英, 刘怀乐

(重庆巴蜀中学, 重庆 400013)

摘要: 针对人教版高一化学必修一练习题“区别相同体积的浓硫酸和稀硫酸”, 列举分析了近 30 种较为简易、实用、安全的鉴别方法。并对教学参考书上提供的个别方法提出了不同的看法。

关键词: 浓硫酸; 稀硫酸; 区别方法; 实验探究

文章编号: 1005-6629(2015)1-0057-04

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

人教版高一化学必修 1 第 104 页有如下一道练习题: 在 2 支试管中盛有相同体积的浓硫酸和稀硫酸, 试设计简单的方法区别它们。看看谁设计的方法最多, 谁设计的方法最简单, 谁设计的方法最有创意。

按此要求, 跟现行教材配套发行的《教师教学用书》第 78~79 页, 一共提供了 10 种方法供教师教学时参考。本文拟对浓硫酸和稀硫酸的区别方法做些补注。

1 教师对所区别的硫酸必须做到心中有数

下表列出了浓 H_2SO_4 和几种常用稀 H_2SO_4 在 15°C 时的物理常数^[1]。

表 1 不同体积比浓度的硫酸在 15°C 时的密度、质量分数和沸点

| $\text{H}_2\text{SO}_4(V_{\text{浓硫酸}}:V_{\text{水}})$ | $\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$ | $w(\%)$ | 沸点($^\circ\text{C}$) |
|--|------------------------------|---------|------------------------|
| 1:0 | 1.84 | 98.3 | 338 |
| 1:1 | 1.54 | 63.34 | 151 |
| 1:2 | 1.370 | 46.87 | 118 |
| 1:4 | 1.225 | 30.8 | 108 |

不过笔者注意到, 全国各地的化学试剂商店出售的分析纯浓 H_2SO_4 , 都是符合部颁标准 GB/T625-1989, 浓硫酸的质量分数为 95%~98%。也就是说, 我们实际用到的符合国家标准的试剂浓硫酸的浓度, 一般都略低于教科书上说的浓 H_2SO_4 ($\rho=1.84 \text{ g}/\text{cm}^3$ 浓度为 98%)。上表所列数据可供实验者参考。其次, 在实际区别时, 实验者切不可把稀 H_2SO_4 当成是水! 否则脱离实际。建议教师引导学生实际区别时一般以选用 1:1~1:4 的稀 H_2SO_4 为宜。

2 区别浓硫酸和稀硫酸方法补注

2.1 煮沸法

两个小试管里, 分别注入 2mL 浓 H_2SO_4 和 2mL 体积比为 1:1~1:4 的稀 H_2SO_4 , 用同一个有稳定小火焰的酒精灯, 用同样的手势给液体加热煮沸这两种酸。笔者煮沸 1:1 的稀 H_2SO_4 用了 45s, 煮沸浓 H_2SO_4 用了 95s

(煮沸水约 30s)。可见煮沸法是区别这两种酸原理比较简单, 操作比较容易的一种方法。

还有比煮沸法更简单的方法。

2.2 表面张力比较法

(1) 浓 H_2SO_4 的表面张力比水大。同样两只滴管的管尖端悬一滴液体, 体积小的是浓 H_2SO_4 , 体积大的是稀 H_2SO_4 (如果是水滴, 体积会更大些)。

(2) 取两个规格相同的小量筒, 用同一个胶头滴管, 用相同的手势取相同滴数的酸 (如 50 滴、60 滴、80 滴均可) 滴入量筒, 体积小的是浓 H_2SO_4 , 体积大的是稀 H_2SO_4 (如果是相同滴数的水, 体积会更大些)。

注: 1 滴液体体积的大小跟两种因素有关: 一是液体的表面张力——表面张力大的, 1 滴液体体积小, 表面张力小的, 1 滴液体的体积大; 二是滴管尖端的口径——口径小的, 1 滴液体的体积小, 口径大的, 1 滴液体的体积相对较大。一般说来, 标准酸碱滴定管, 约是 19~20 滴/mL, 1 滴 $\approx 0.05\text{mL}$; 1mL 水大约是 19~20 滴/mL; 1mL 浓 H_2SO_4 大约是 39~41 滴/mL。同体积的水与浓 H_2SO_4 的滴数比约是 1:2; 1 体积稀 H_2SO_4 和浓 H_2SO_4 与水的体积关系理应在 1 与 2 之间。

(3) 在一块玻璃片相隔 2~3cm 的 A、B 两处, 各滴下 1 滴酸液, 玻片上被浸润面积小的是浓 H_2SO_4 , 浸润面积大的是稀 H_2SO_4 。

2.3 密度比较法

(1) 把两个小试管插入盛满水的大烧杯中, 注入相同体积的两种酸 (如各 10mL), 试管下沉得深的是浓 H_2SO_4 , 另一个是稀 H_2SO_4 (如图 1)。

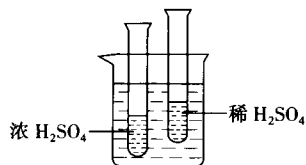


图 1 密度比较

(2) 在托盘天平的左右两个盘上各放一个相同大小的表面皿(或培养皿), 调平天平后, 用滴管分别注入相同体积(如两滴管)的酸液, 天平托盘下降明显的是浓 H_2SO_4 , 另一个是稀 H_2SO_4 。

2.4 吸水法

(1) 在托盘天平的左右两个盘上各放一个相同大小的表面皿, 两个表面皿分别都注入相同体积的两种酸后, 迅速把天平调平, 观察 2min 后, 托盘下移的酸是浓 H_2SO_4 , 另一个是稀 H_2SO_4 。(此法在北方冬季气体干燥时可能不明显 - 编者注)

(2) 试管里注入 2~3mL 浓 H_2SO_4 , 加入 2~3 滴饱和 FeSO_4 溶液, 逐渐析出大量白色 FeSO_4 沉淀(FeSO_4 不溶于浓 H_2SO_4)的是浓 H_2SO_4 , 另外一个为稀 H_2SO_4 。

(3) 按下表所列(示)顺序操作, 每个试管里都加入黄豆堆量大小有色固体(结晶水合物), 当各加入 1 滴管酸液, 观察在 1~2min 之后, 如果有表内所示颜色变化现象的是浓 H_2SO_4 , 没有颜色变化的是稀 H_2SO_4 。

表 2 几种晶体注入浓硫酸前后的颜色

| 固体试剂颜色 | $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ |
|----------|---|---|---|---|--|
| | 绿色 | 橘黄色 | 天蓝色 | 红色 | 棕色 |
| 注入酸液颜色变成 | 黄褐色 | 棕色 | 浅白色 | 蓝色 | 白色 |

(4) 两种盛 H_2SO_4 的试管都用胶塞密封好存放一些时间。如图 2 所示, 在插有单孔橡皮塞玻璃棒的一端, 用棉线或胶圈固定好一片浸湿有红色 CoCl_2 溶液的滤纸, 插入盛有酸液的试管密封好, 经过 3~5min 后, 如果红色试纸变成蓝色的是浓 H_2SO_4 , 没有颜色变化的是稀 H_2SO_4 。

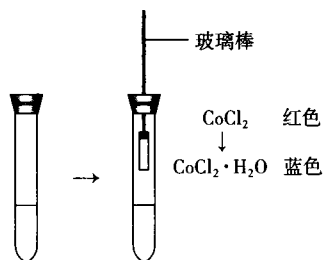


图 2 浓硫酸吸水

实验者注意, 浸湿滤纸片用的试剂最好用 CoCl_2 的浓溶液, 也可以用绿色的 CuCl_2 浓溶液, 不宜用蓝色的 CuSO_4 溶液。

(5) 用温度计水银球一端沾取一点酸液, 悬置在空气中观察温度变化: 温度上升幅度较大的是浓 H_2SO_4 , 温度没有变化或略有上升的是稀 H_2SO_4 。

2.5 脱水法

(1) 在一片废报纸的 A、B 两处, 分别滴加 1~2 滴

液体, 液体浸渍处迅即变黑的是浓 H_2SO_4 , 没变化的是稀 H_2SO_4 。

(2) 用酸液把火柴梗(木条)浸湿, 片刻后能使火柴梗变黑的是浓 H_2SO_4 , 不能使火柴梗变黑的是稀 H_2SO_4 。

2.6 与纤维素反应法

(1) 选一片滤纸, 或红、蓝色石蕊试纸, 或 pH 试纸, 在纸上滴 1~2 液体, 滤纸或试纸被液体溶解的是浓 H_2SO_4 (滤纸暂不炭化, 溶解出一个空洞), 没有这种现象的是稀 H_2SO_4 。

(2) 两个小试管里都注入约 2mL 液体, 用玻璃棒送进去酒精棉球那样一丁点脱脂棉团, 振荡试管, 棉团能被液体溶解(化了)的是浓 H_2SO_4 , 棉团没有发生变化的是稀 H_2SO_4 。

2.7 氧化法

(1) 用玻璃棒沾取半滴液体去浸湿火柴梗的药头, 2~3s 之后, 能使火柴药头着火燃烧的是浓 H_2SO_4 , 没有这种现象发生的是稀 H_2SO_4 。原来, 火柴药头中有 KClO_3 , 它与浓 H_2SO_4 接触会发生下列反应^[2]:



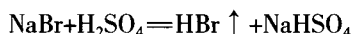
ClO_2 是一种强氧化剂, 本身可燃烧, 也极易使可燃的火柴梗燃烧。

(2) 两个试管里都放进绿豆大小的 KClO_3 晶体, 用滴管注入几滴液体, 如果听见试管里发出一连串爆炸声音, 那加入的这种液体就是浓 H_2SO_4 , 而稀 H_2SO_4 没有这种现象。反应原理同前, 这是浓 H_2SO_4 和 KClO_3 反应生成 ClO_2 同时放热发生爆炸所致。

(3) 两个试管里各放进一丁点白色的 KI 晶体, 用滴管各加入 1~2 滴液体把晶体浸湿, 使白色晶体变成紫黑色的是浓 H_2SO_4 , 不出现这种现象的是稀 H_2SO_4 。



(4) 两个试管分别注入 1~2mL 样品酸, 稍微加热(不必煮沸), 投入米粒大的 NaBr (或 KBr) 晶体, 溶液显橙红色并伴有白雾冒出管口的是浓 H_2SO_4 , 没有这种现象的是稀 H_2SO_4 。



(5) 两个试管分别注入 1~2mL 样品酸, 再分别滴入 1~2 滴饱和 NaBr 溶液, 溶液颜色逐渐由浅红变成橙红的是浓 H_2SO_4 , 无颜色变化的是稀 H_2SO_4 。

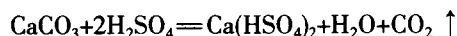
(6) 两个试管分别都注入 2mL 样品酸液, 分别放进一片光亮的紫红色 Cu 片, 两个试管都没有什么现象发生, 当加热酸液, 酸液逐渐呈浅棕色—棕色—棕黑色

的是浓 H_2SO_4 , 没有颜色变化的是稀 H_2SO_4 。

(7) 两个试管分别都注入 2mL 样品硫酸, 分别滴进 1~2 滴饱和蔗糖溶液, 逐渐呈棕色到棕褐色再到黑色的是浓 H_2SO_4 , 另一个是稀 H_2SO_4 (饱和蔗糖溶液中的水与浓 H_2SO_4 混合时放热, 热的浓度较大的稀硫酸仍然具有较强的氧化性)。

2.8 复分解反应法

用石灰石粉区别: 这或许是读者不曾想到的。原来石灰石粉末与稀 H_2SO_4 反应生成不溶性 CaSO_4 (不溶于稀 H_2SO_4), 反应一开始就趋于停滞状态 (产生 CO_2 气泡明显要少); 而与浓 H_2SO_4 反应生成可溶性 $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ 而离开 CaCO_3 , 使反应持续下去, 产生 CO_2 气泡又多又快。



在两个试管里, 都装入少量石灰石粉末, 用滴管加入待区别酸液, 反应最激烈, 产生大量气泡的是浓 H_2SO_4 , 产生气泡相对较少的是稀 H_2SO_4 。

2.9 粘度法

两个小试管里都装入相同体积 (如 10mL) 样品硫酸, 当倒置试管把液体全部倒出时, 最容易倒出来, 同时又流淌得干净利索彻底的是稀 H_2SO_4 , 那种像炒菜倒菜油一样, 流淌缓慢, 甚至流淌成细线, 最后 1~2 滴很难滴下的, 是粘稠度较大的浓 H_2SO_4 。

2.10 H^+ 氧化法

两个试管里都注入 2mL 酸液, 分别投入 Zn 粒, Zn 被 H^+ 氧化立即冒气泡的是稀 H_2SO_4 , 不立即冒气泡的是浓 H_2SO_4 。

3 给导电法的补注

按教材练习题要求, 区别方法要操作简单, 有创意, 即方法本身要看得见, 摸得着, 用得上, 用得灵。以上合计总共罗列了除教师教学用书以外的近 30 种方法, 未必都符合上述要求。读者可以把你认为操作简单、最有创意的方法择其善而用之。

笔者最后还想补注的就是对《教师教学用书》的区别方法 (10) - 导电法的一些认识。

确有多处文献报道说^[3]: 不含杂质的 100% 的硫酸 (所谓一水合 SO_3) 几乎是不传导电流的。并由图 3 可以看出, 大约 30% (1:4) 的硫酸具有最好的导电性。

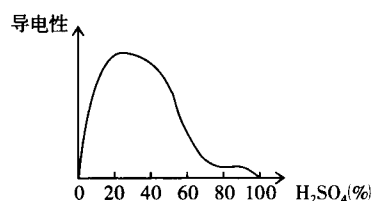
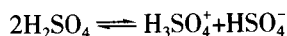
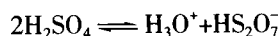


图3 硫酸溶液的导电性

但同时又有文献^[4]指出: 作为溶剂, 硫酸的介电常数很高, 100% 的 H_2SO_4 具有相当高的电导率, 是由于它有强烈的自偶电离所致:



另外, 由于硫酸脱水作用, 因而还有几个附加的平衡存在^[5]:



从上述电离平衡可以看出, 无水硫酸中存在着下列几种自由移动的离子: H_3O^+ 、 HSO_4^- 、 H_3SO_4^+ 、 HS_2O_7^- , 因而无水硫酸可以导电就成为符合实际的很自然的事了。

笔者实地考察了浓 H_2SO_4 的导电性实验, 那是一个一做就灵 (导电)、没有任何难度的实验。

笔者认为, 我们教材提供的习题是“两支试管中盛有相同体积的浓 H_2SO_4 和稀 H_2SO_4 ”。这是一个非常实际的问题, 谁能提供那种理论上真正 100% 的无水 H_2SO_4 呢? 即使可以提供, 在实际使用过程中, 具有如此强烈吸水性的浓 H_2SO_4 能防止它吸收空气中的水么? 更何况我们实际能够买到的浓 H_2SO_4 , 只能是符合部颁标准的分析纯的含 H_2SO_4 95%~98% 的浓 H_2SO_4 。一句话, 现实中没有 100% 的纯硫酸。可见, 即使是 100% 纯 H_2SO_4 和我们可能提供给学生区别的浓 H_2SO_4 实际上都是可以导电的。所以《教师教学用书》推荐的用导电法区分浓 H_2SO_4 和稀 H_2SO_4 的方法是脱离实际的, 不可取的。

参考文献:

- [1] [苏] IO. B. 卡尔雅金著. 无机化学试剂手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1969: 289~293.
- [2] 傅鹰著. 大学普通化学 (下册) [M]. 北京: 人民教育出版社, 1982: 327~328.
- [3] B. B. 涅克拉索夫著. 普通化学教程 (中册) [M]. 上海: 商务印书馆, 1956: 296.
- [4] 北京师范大学无机化学教研室编. 无机化学 (下册) (第四版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 50.
- [5] 陆英麟. 无水硫酸能否导电 [J]. 化学教育, 1988, (4): 55.