

浓硫酸使硫酸铜晶体“脱水”了吗

许海卫

(浙江天台中学 317200)

摘要 本文针对浓硫酸使硫酸铜晶体失水,是体现浓硫酸的吸水性还是脱水性这一问题,设计实验进行探究,并联系教学实际反思拓展。

关键词 浓硫酸 脱水性 探究

1 问题的提出

浓硫酸的脱水性和吸水性,是同学们非常容易混淆的2个概念。在中学教学中常以“吸收现成的水,发生的是物理变化”作为浓硫酸吸水性的判据,而以“能按水的组成比脱去有机物中碳和氢元素,使有机物碳化,发生的是化学变化”作为浓硫酸脱水性的判据。于是就带来了这样一个问题:浓硫酸使硫酸铜晶体($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)失水,硫酸铜晶体发生了化学变化,而浓硫酸吸收的是水分子,这体现了浓硫酸的吸水性,还是脱水性?为此,学生以此为课题,进行实验探索。

2 分析和猜想

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 是纯净物,将该晶体加入浓硫酸中失水变白,有可能是浓硫酸直接夺取晶体中的结晶水,这是一个化学过程,有体现浓硫酸脱水性的可能。若创设环境,让晶体不与浓硫酸接触,观察 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 能否失水。因为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 是配合物,它在常温下也可能存在着 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} \cdots$ 等的动态平衡。若能证明浓硫酸吸收的是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 解离出来的水分子,那么,浓硫酸是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 解离平衡正向移动的促进者,而非是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 失去结晶水反应的直接参与者,浓硫酸体现的只是吸水性。

为了增加实验的可信度,可设计用棉花作对比实验。因棉花主要成分是纤维素,是由碳、氢、氧元素组成的。棉花在浓硫酸中能被脱水碳化。若棉花不与浓硫酸接触就不能脱水碳化,则说明浓硫酸脱水性体现的条件之一是接触反应。进一步证明浓硫酸不与硫酸铜晶体接触却使之失水是体现浓硫酸吸水性的可能性。

3 实验设计

[实验1]

实验目的:比较硫酸铜晶体与棉花在被浓硫酸干燥的空气中的变化情况。

实验操作:在一大试管中加入约占试管容积1/3的浓硫酸,再在试管中部塞一团松软的棉花,上放少量硫酸铜晶体,用橡胶塞塞紧试管口,静置观察。

[实验2]

实验目的:比较硫酸铜晶体与棉花在密闭的自然环境中的变化情况。

实验操作:取一大试管,在试管中部塞一团松软的棉花,上放少量硫酸铜晶体,用橡胶塞塞紧试管口,静置观察。

4 现象和结论

放置2 d后,观察到实验1试管中的硫酸铜晶体颜色明

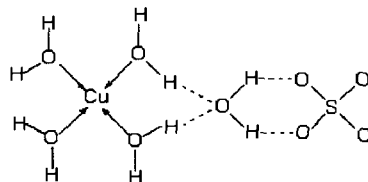
显变白,棉花没有明显变化。实验2试管中的硫酸铜晶体颜色和棉花均没有明显变化。

放置10 d后,观察到实验1试管中的硫酸铜晶体颜色变白,棉花没有明显变化。实验2试管中的硫酸铜晶体颜色和棉花均没有明显变化。

由此可以说明浓硫酸吸取的是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 解离出来的水分子,浓硫酸不是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 发生化学变化的直接原因。浓硫酸在该过程中只体现了吸水性。

5 理论解释

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 为蓝色晶体,其中的5个水分子化学环境不尽相同:



这种简化了的平面结构式表明,4个水分子与一个铜离子以配位键结合,第5个水分子以氢键与2个配位水分子和一个硫酸根结合,所以,硫酸铜晶体的化学式可写为 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$,习惯上简写为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。由于 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 在常温即存在失去结晶水和获得结晶水之间的平衡,而本文所述实验中的浓硫酸,在没有接触硫酸铜晶体的情况下,只能吸取其游离出来的水分子,从而促使硫酸铜晶体不断解离出结晶水,最终使蓝色晶体逐渐变为白色。由此可得,浓硫酸使硫酸铜晶体失水,只是体现它的吸水性。

6 反思和拓展

(1)中学化学教材中,浓硫酸吸水性和脱水性概念属于描述性概念,不能涵盖所有情况。例如,用甲酸制取一氧化碳或用酒精制取乙烯时,虽然都用浓硫酸作脱水剂,但没有碳游离出来。所以概念的学习不能死记硬背、生搬硬套。

(2)在有机反应中,浓硫酸作吸水剂还是脱水剂,应视反应机理而定。应善于归纳和总结。一般而言:浓硫酸在乙醇制乙烯、乙二酸或甲酸制一氧化碳等反应中作催化剂和脱水剂;在制硝基苯、羧酸酯等反应中作催化剂和吸水剂;在纤维素水解反应中只作催化剂。

(3)在化学概念学习过程中,要重视相似概念之间的异同比较,其中的疑点可作为问题的切入点进行探索研究。这不但有利于学生分析、解决问题能力的提高,而且可以加深对概念的理解和把握,从而提高学生的学习能力。