

碳酸氢钠的分解研究

北京市第十一中学校 100039 李 军 刘柏君

碳酸盐的热稳定性是中学阶段学习的非常重要的一个性质,现实生活中在面粉中加入少量碳酸氢钠,就能蒸出松软的面食,实验室可用酒精灯加热来验证碳酸氢钠的热不稳定性。碳酸氢钠究竟为什么容易分解,分解温度又是多少呢?本文通过理论分析加热重测量定性和定量的说明了碳酸氢钠的热分解情况,让学生从不同的角度了解碳酸氢钠。

一、从结构角度分析

碳酸盐的分解温度的关系是: $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$ 。从结构方面 CO_3^{2-} 是平面三角形结构,中心碳原子具有较强的极化能力,而 H^+ 的极化能力大于 Na^+ 。从反极化作用可以很好地理解碳酸盐的热稳定性: H^+ 或 M^{n+} 对 CO_3^{2-} 中 O^{2-} 存在一种反极化作用,这种反极化作用主要作用在与 H^+ 或 M^{n+} 最接近的那个 O 上,结果导致 CO_3^{2-} 中某个 C-O 键断裂,造成了碳酸盐的热分解。金属离子的极化能力越强,则对 CO_3^{2-} 中 O 的反极化作用也越强, C-O 键越容易断裂,相应的碳酸盐的热稳定性也就越差,分解温度就越低, H^+ 的极化能力极强,因而碳酸及碳酸氢盐的稳定性差。

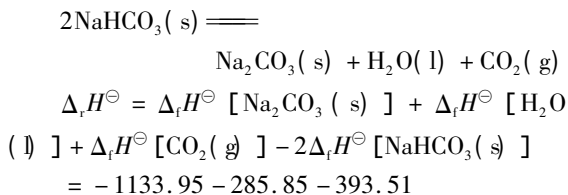
二、从热力学角度分析

表 1 热力学数据表

物质	状态	$\Delta_f H^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\Delta_f G^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$S^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
碳酸氢钠	s	-947.7	-851.9	102.1
碳酸钠	s	-1133.95	-1047.7	136.0
二氧化碳	g	-393.51	-394.39	213.64
水	l	-285.85	-228.60	69.96

表 1 为几种物质的热力学数据。

碳酸氢钠的分解反应为:



$$-2(-947.70) = 82.09 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r S^\ominus = S^\ominus [\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})] + S^\ominus [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] + S^\ominus [\text{CO}_2(\text{g})] - 2S^\ominus [\text{NaHCO}_3(\text{s})]$$

$$= 136.0 + 69.96 + 213.64 - 2 \times 102.10$$

$$= 215.399 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$$

反应如果能够自发的发生则需要 $\Delta_r G^\ominus < 0$ 。也就是 $T > \Delta_r H^\ominus / \Delta_r S^\ominus = 381.1 \text{ K} = 107.9^\circ\text{C}$

很显然酒精灯加热足够分解碳酸氢钠固体。

三、热重分析

主要原料:碳酸钠、碳酸氢钠,分析纯,北京国药集团公司,纯度大于 99.8%。

主要仪器:上海精科天美科技有限公司的综合热重分析仪,ZRY-2P型,最高温度 1450℃。样品质量 20mg~30mg,从室温升温至 900℃,升温速率 5℃/min,空气中,即无气体通入。

实验数据:如图 1、图 2 所示。

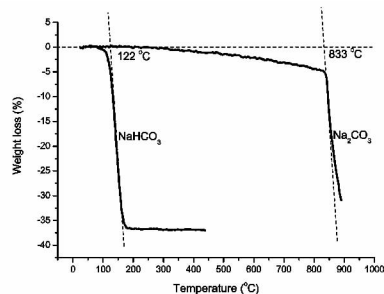


图 1 碳酸氢钠和碳酸钠失重曲线

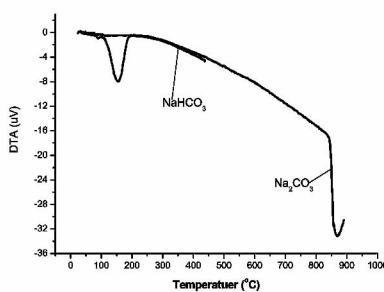


图 2 碳酸氢钠和碳酸钠差热曲线

数据分析:因为碳酸氢钠的分解温度与颗

巧做气溶胶丁达尔效应的实验

北京师范大学(珠海)附属高级中学 519080 程少军

一、问题的提出和原因分析

在人教版必修教材一第 2 章中,通过实验证实光束通过 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时,能看到光亮的“通路”,即产生丁达尔效应,但学生易误解为丁达尔效应只由 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 这种特定的物质才能产生。

教材接着指出,“当日光从窗隙射入暗室,或者光线透过树叶间的缝隙射入密林中,可以观察到丁达尔效应;放电影时,放映室射到银幕上的光柱的形成也属于丁达尔效应。”学生对此现象并不陌生,但很难将此现象与胶体性质联系起来。

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体是液溶胶,“暗室中的空气”和“密林中的空气”均是气溶胶,由灰尘固体小颗粒或小液滴(轻雾)分散到空气中形成胶体。虽然两者都是胶体,但外观差异明显,如果补充用气溶胶做丁达尔效应实验,将有助于学生从胶体知识的角度认识这些日常生活现象,掌握胶体的实质。

二、气溶胶丁达尔效应实验

1. 用水蒸气作气溶胶的胶体粒子

按图 1 所示,取一支较大口径洁净试管,加入约 $1/3$ 容积的水,用试管夹夹持试管。用激光笔从试管口平行照射,在试管上部空间和水中共观察不到明显现象。加热试管使水沸腾,产生的水蒸气上逸,再次如上述所述照射试管,在试管上部空间观察到光亮的“通路”,水中无明显现象。将试管移开酒精灯,随着水蒸气慢慢冷凝或逸出,发现光亮的“通路”慢慢变暗,直至消失。

2. 用烟作气溶胶的胶体粒子

按图 2 所示,在蚊香支架上点燃一小节蚊香,

用试管夹夹持硬质玻璃管,将玻璃管下端口置于蚊香上方。此时管中有烟冉冉升起,用激光笔从玻璃管上端口平行照射,可观察到光亮的“通路”。将玻璃管移开蚊香,随着烟慢慢逸出玻璃管,发现光亮的“通路”慢慢变暗,直至消失。



图 1

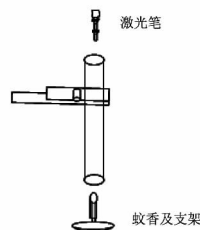


图 2

三、实验优点

1. 实验材料简单易取,操作极其方便,耗时少,能轻松模拟气溶胶,可在课堂上反复实验观看丁达尔效应,学生都能亲自尝试实验。

2. 实验现象明显,趣味性强,不仅“通路”明亮且光柱长(10 cm 左右长的光柱),还有良好的对比效果,可观察到“通路”从无到有,从明到暗,直至最后消失。

3. 能让学生亲自体验到丁达尔效应并非只有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体才能产生,与胶体粒子种类无关,如烟、雾等都能产生丁达尔效应,不是某种物质所特有的性质,同一物质的不同聚集状态会引起其性质的差异。

(收稿日期:2014-04-06)

► 粒粒径有关。颗粒大的分解温度会高些,升温速率快也会高些。所以本文选择较低升温速率;第一热重到 450°C 就停止了,失重完成,只剩下碳酸钠了,碳酸钠在 800°C 以下不失重,碳酸氢钠的失重就是 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 这个反应导致的,且失重率为 $36\% \sim 37\%$,与反应失

重率吻合。在 DTA 数据上没有放热峰,在 300°C 碳酸钠开始失重可能是一些晶体不完整的碳酸钠,如含有结晶水的不完整晶体失水。 833°C 碳酸钠开始迅速挥发,且挥发过程中吸热,在 DTA 数据可以证明,也就是说碳酸钠没等融化就挥发了。

(收稿日期:2014-05-06)