

化學示範實驗：可口可樂神奇凝冰—過冷



化學示範實驗：可口可樂神奇凝冰—過冷 (Supercooling)

國立彰化師範大學化學系學生高連陽 / 國立彰化師範大學化學系楊水平副教授責任編輯

前言

市面上的“可口可樂神奇凝冰販賣機”搖一搖可樂瓶就會瞬間結冰，為什麼呢？可樂到底是如何變成可樂冰呢？現在就讓老師演示“可口可樂神奇凝冰”給大家觀賞吧！同學們，妳們也可以自製可樂冰喔！

示範實驗影片

請按此連結：[可口可樂神奇凝冰—過冷現象 \(Supercooling\)](#)，YouTube。

示範步驟

一、示範前準備

1. 準備瓶裝可口可樂、冰塊、食鹽和塑膠盆等器材，如圖一所示。

圖一 準備示範所需的器材

2. 取冰塊與食鹽約以3：1的比例置入塑膠盆中約半滿，當作冷劑。

3. 放置一瓶瓶裝的可口可樂在半滿冷劑的塑膠盆中，再覆蓋約半滿的冷劑於此瓶上。用溫度計測量溫度，如圖二所示。

圖二 冰塊與食鹽混合可降到0°C以下

4. 靜置此瓶可口可樂約1小時，如圖三所示。

圖三 靜置可樂瓶

二、示範“可口可樂神奇凝冰”

1. 在靜置此瓶可口可樂1小時後，整個塑膠盆帶到上課的教室。

2. 先小心地移走上層的冷劑，然後慢慢地取出此瓶可口可樂，不要搖晃瓶內的可樂。

3. 在示範前，慢慢地打開瓶蓋釋放出二氧化碳，先倒一小杯自己喝一口，再關緊瓶蓋。

4. 然後用力搖晃數次，可樂就會瞬間結冰，如圖四所示。

圖四 可口可樂神奇凝冰（注意液面附近的顏色）

5. 先倒出一些結冰的可樂冰到另一個杯子給一位學生喝，然後傳此可樂瓶給學生觀看。

溶液和器材

1. 瓶裝可口可樂 1瓶
2. 冰塊 約600 g
3. 食鹽 約200 g
4. 塑膠盆 2個
5. 溫度計 1支
6. 飲用杯子 2個

原理和概念

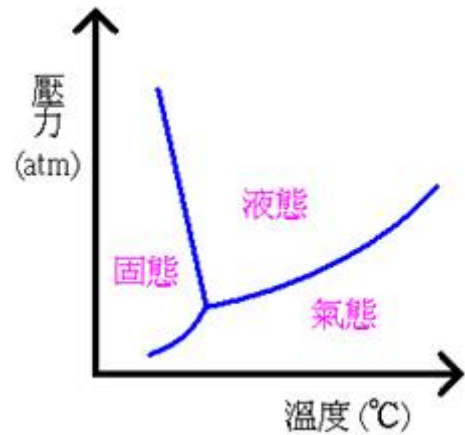
- 水凝結成冰其實是一種結晶的過程，如果原本已有冰晶或其他物質存在時，就會提供凝結核讓其他水分子有附著之處可以結晶。
- 若水質純淨無雜質而且容器光滑，冰晶無處可以附著就無法形成，所以即使溫度低於水的凝固點也無法結冰。此時只要搖晃此瓶“超冷凍水”，使水分子之間劇烈碰撞而形成冰晶，其他水分子就會立即附著其上開始結晶，於是整瓶“超冷凍水”就瞬間結冰，此現象稱為過冷（Supercooling）。



● 過冷現象即降低液體或氣體的溫度，但不使其凝固的過程。除了上述缺少凝結核而導致的過冷現象外，利用壓力改變凝固點也可以產生過冷現象，“可口可樂神奇凝冰”即是利用此原理製作。當靜置冷凍後的可口可樂，由於打開瓶蓋後釋放出二氧化碳，會降低壓力，因此凝固點會上升。

圖五 水的三相圖（此為示意圖，非實際圖）

● 在大自然中也有不少過冷現象發生，像是凍雨。凍雨就是過冷的液態雨滴落於地面或暴露在物體上時，迅速凝結為冰的天氣現象，通常發生於地面溫度 0°C 以下的天氣。凍雨的形成機制如下，一開始時是以雪的形式從高空雲層落下，在下降過程中遇到溫度高於冰點溫度的暖氣流層而完全融化為雨滴，而後在更低的高度又遇到溫度低於攝氏零度的冷氣流層，此時雨滴不再凝結，而是形成過冷的液態雨滴。過冷雨滴一旦遇到低於攝氏零度的物體的表面（提供凝結核）就會立刻凝結，形成細長條狀的冰棱，故稱之為凍雨。凍雨可以在物體表面形成一層透明的冰覆蓋層，這種冰覆蓋層被稱作「雨凇」，又稱「冰掛」。掛於各種植物上的雨凇或冰掛形成了冬季獨特的景色。



圖六 蘋果樹上的雨凇

圖片來源：維基百科，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/凍雨>



教學提示

1. 此示範實驗並非所有瓶裝飲料都能達到如同“可口可樂神奇凝冰”的效果，因此教師必須事先試做。
2. 示範時必須注意背景，若背景太雜亂或對比不夠強烈，則觀察者不易看到結冰的瞬間。
3. 若教學時間為一節課，建議教師先準備數瓶已過冷的可口可樂帶到教室，在開始上課時，用一瓶示範給學生觀看，其他瓶分組給學生親自操作，然後以互動討論方式讓學生瞭解凝冰現象的科學原理，剩餘的時間教師再為學生補充講解。
4. 若教學時間為兩節課，建議教師先準備一至二瓶已過冷的可口可樂帶到教室，在開始上課時，立即示範給學生觀看。接下來的時間讓學生親自動手做實驗，並於等待降溫的過程中，以互動討論方式讓學生瞭解變化現象背後的科學原理，並且教師補充相關內容知識。
5. 提醒示範者：現場演示示範實驗所展現的變化現象的臨場感，以及激發互動討論的教學效果，比單純的播放影片好很多。

問題和參考答案

1. 我們知道水的凝固點為 0°C ，若水冷卻至 0°C ，則一定會結冰嗎？

答：不一定。若水質純淨無雜質且容器光滑就可能會產生過冷現象，溫度降到 0°C 以下還是有可能不會結冰。

2. 為何冰塊加鹽可降溫至 0°C 以下？

答：當水要結冰的時候，水分子之間會產生氫鍵，而形成規律的晶體，所以如果水中溶解有其他的物質的話，會妨礙晶體的形成，於是使水的凝固點下降。冰塊表面有一層薄薄的水，如果灑上食鹽，食鹽便可以溶解在水中，此溶解會吸收其它水的熱量使溫度下降，於是混合後的鹽水凝固點會下降。

3. 為何要將瓶蓋打開再關上後用力搖晃？

答：由於可口可樂這類的碳酸飲料因瓶內灌入二氧化碳，壓力較大，因此冰點降低。在打開瓶蓋後，瓶內二氧化碳逸失，壓力降低，使得冰點溫度上升。再者，二氧化碳逸失時會吸收部分熱量，所以飲料就產生快速結冰的現象。

安全

- 示範這個實驗必須戴可丟棄的手套，以免凍傷。
- 示範這個實驗實行適當的風險評估是老師的責任。

參考資料（擷取日期：2010年7月）

1. 可口可樂神奇凝冰，<http://iamanson.spaces.live.com/...4189790!10413.entry>。
2. 初中科學趣味實驗-水-凝固點-超冷凍Supercooling，<http://www.youtube.com/watch?v=K6HuYIOakQc>。
3. Supercooling, Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Supercooling>。
4. 凍雨，維基百科，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/凍雨>。
5. 消暑大絕招：輕鬆讓你的飲料瞬間結冰！流言追追追-【實驗精華片段】，YouTube，<http://www.youtube.com/watch?v=cP86vPHTPDw>。