

簡易的過冷水實驗

吳宏達

宜蘭縣立員山國民中學

壹、前言

高中化學中談到水的特性，水的凝固點在 1atm 下為 0，但是水會因為高壓而使凝固點降低至 0 以下，而這樣的敘述對一般學生而言，看不到也摸不著，可以說只是相當理論性的敘述，對於這個概念學生無法有很深刻的印象。本實驗設計利用一個簡單的汽水空瓶或汽水，利用本身或反應產生的二氧化碳氣體提供一個高壓的環境，使得瓶內的水溶液可以存在於較低溫的環境（也就是讓水溶液的凝固點下降），當開瓶後因為瓶內洩氣，二氧化碳流出而導致壓力減低，水溶液的凝固點因壓力減少而迅速提高，如此便有一部份的水溶液吸熱，另一部份的水溶液因放熱而結冰。我們可以藉由固體的突然出現，讓學生加深印象，引發學習動機。

貳、實驗目的

觀察與比較汽水瓶中的水溶液，在高壓（未開瓶前）全然無固體（冰）的狀態，轉變成在低壓（開瓶後）迅速出現部份固體（冰）的狀態，以讓學生確定凝固點與壓力的關係，並且體會過冷水的涵義。

參、儀器與藥品

- | | |
|-----------------|--------|
| 1. 汽水瓶(600ml) | 二瓶 |
| 2. 汽水(600ml) | 二瓶 |
| 3. 冰塊 | 約2000克 |
| 4. 食鹽(氯化鈉) | 一包 |

- | | |
|---------|----|
| 5. 碳酸氫鈣 | 一瓶 |
| 6. 鹽酸 | 一瓶 |
| 7. 小水桶 | 一個 |

肆、步驟

一、汽水部份（直接使用市面上的販售的汽水）：

1. 取一瓶汽水，開瓶後慢慢攪拌後並靜置一天，使其冒泡但不流出液體，如此去除溶於汽水中的二氧化碳，令此瓶為 A 瓶（此瓶不再加蓋）。另取一瓶未開的汽水，令此瓶為 B 瓶（此瓶加蓋）
2. 將 200g 的食鹽與 600g 的冰塊混合成冷劑，並以水控制溫度讓其介於 -9~-10。
3. 將 A；B 兩瓶汽水放置於小水桶中，用冷劑將汽水瓶盡可能包圍。
4. 靜置約 30 分左右可見 A 瓶開始結冰，此時繼續冷凍約 10~15 分鐘，迅速將 A；B 兩瓶汽水瓶移出冷劑。
5. 觀察並記錄 B 瓶開瓶前汽水瓶內的情況。
6. 打開 B 瓶汽水，因為氣體洩出，使瓶內的壓力減少，因此溶液會迅速有大量如市售的冰沙狀態的固體析出。
7. 觀察並記錄開瓶後 B 瓶汽水內的情況。
8. 分組討論原因。

二、汽水瓶自製（使用市面上的販售的汽水瓶加入碳酸氫鈣與鹽酸）：

1. 取一瓶汽水瓶，加入碳酸氫鈣與鹽酸，使其冒泡但不流出液體，如此靜置一天，令此瓶為 C 瓶（此瓶不再加蓋）。另取一瓶加入碳酸氫鈣與鹽酸後迅速蓋上瓶蓋後不再開瓶，令此瓶為 D 瓶（此瓶加蓋）
2. 將 200g 的食鹽與 600g 的冰塊混合成冷劑，並以水控制溫度讓其介於 -9--10 。
3. 將 C、D 兩汽水瓶放置於小水桶中，用冷劑將汽水瓶盡可能包圍。
4. 靜置約 30 分左右可見 C 瓶開始結冰，此時繼續冷凍約 10~15 分鐘，迅速將 C；D 兩瓶汽水瓶移出冷劑。
5. 觀察並記錄 D 瓶開瓶前汽水瓶內的情況。
6. 打開 D 汽水瓶，因為氣體洩出，使瓶內的壓力減少，因此溶液會迅速有大量如市售的冰沙狀態的固體析出。
7. 觀察並記錄下開瓶後 D 汽水瓶內的情況。
8. 分組討論原因。

伍、實驗討論

在分組實驗後可讓學生討論下列問題：

1. 為何 A 瓶與 C 瓶先結冰，經過一段時間後 B 瓶與 D 瓶還未結冰？

參考答案：因為 A 瓶與 C 瓶中不含有二氧化碳氣體，而 B 瓶與 D 瓶含有二氧化碳氣體，因此 B 瓶與 D 瓶的壓力大於 A 瓶與 C 瓶，故 B 瓶與 D 瓶的凝固點較低，較不易結冰。

2. 未開瓶的汽水，與開瓶後的汽水有何不同？

參考答案：由於汽水是加壓將氣體強壓入水中，因此未開瓶的汽水瓶中的氣壓大於開瓶後汽水的氣壓（約 1atm）

3. 在汽水瓶中加入碳酸氫鈣與鹽酸的原因？

參考答案：利用碳酸氫鈣與鹽酸反應產生的二氧化碳增加容器內部的壓力

4. 未開瓶的汽水遇冷後，迅速開瓶後的汽水外觀上有何變化？

參考答案：原本未開瓶時汽水瓶中可能只有少數或根本沒有任何固體，但開瓶後迅速有大量的固體出現。

5. 在汽水瓶中加入碳酸氫鈣與鹽酸的未開瓶的遇冷後，迅速開瓶後外觀上變化是否同於汽水？

參考答案：開瓶後同樣迅速有大量的固體出現。

6. 為何開瓶前後會有這樣的變化？

參考答案：開瓶前壓力大，液體可以存在於較低的溫度（凝固點降低），開瓶後壓力小，液體無法存在於較低的溫度（凝固點較高）。

備註：本實驗操作可以讓學生於家中冰箱自己實驗，步驟如下

1. 將汽水放置於冰箱中。
2. 靜置約 2~3 小時後（看冰箱性能），汽水瓶開始有部份結冰（沒有結冰亦可，但可能會失敗），後迅速將汽水瓶移出冰箱。
3. 觀察並記錄下開瓶前汽水瓶內的情況。
4. 打開汽水瓶，因為氣體洩出，使瓶內的壓力減少，因此溶液會迅速有大量如市售的冰沙狀態的固體析出。
5. 觀察並記錄下開瓶後汽水瓶內的情況。
6. 分組討論原因。

後記：本實驗為作者自己想出來的，是科展的探討題目。