

有趣的化學演示實驗——

汽水變可樂，可樂變汽水

方金祥

國立高雄師範大學化學系

化學是一門實驗的科學已是不爭之事實，吾人藉由化學實驗便可學到許許多多的化學原理及揭開大自然界的奧秘。在化學實驗中有為數不少的實驗會由於反應發生後產生了新的物質，而使溶液的顏色起了變化，從事化學實驗者只要一見到溶液之顏色發生變化時，實驗興趣便會大大提升。

學校實驗非常重要，當中以學生能親自做實驗，由「做中學」才能收到最佳的教學效果。然而在學校的教學過程中，教師演示實驗的重要性亦不容忽視，演示實驗在科學教學上也具有重大意義，它不僅能確實掌握科學知識，並能輔助學生了解科學的基本概念，它也能夠陶冶學生的科學情趣，並加強學生在科學方面的思考及創造能力。因此在化學教學中若能適時地以一些有趣的演示實驗來配合，期能收到最佳的「教」「學」效果。筆者有鑑於此，今以一兼具安全、準確、迅速、簡易、明快、經濟及易懂等演示實驗原則之趣味實驗——「汽水變可樂，可樂變汽水」，來說明氧化還原反應，以提高學生學習氧化還原反應的興趣。

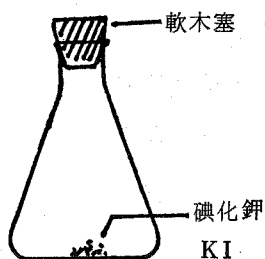
一、實驗材料與藥品

錐形瓶（250 mL）	1 支
軟木塞（7 號）	3 只
易開罐汽水（無色透明者）	1 罐
熱熔（膠）槍	1 支
碘化鉀（KI）晶體	1 刮勺
硫代硫酸鈉（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ）結晶	粒數
過氧二硫酸鉀（ $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ）晶體	1 刮勺

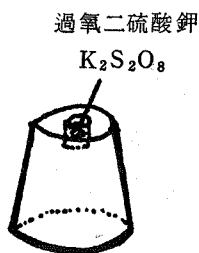
二、實驗步驟

(一) 演示實驗前：

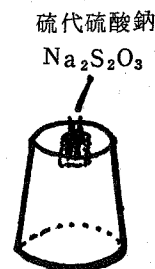
1. 在準備室先將一小刮勺的碘化鉀 (KI) 晶體放入 250 mL 的錐形瓶中，並滴加二滴清水將碘化鉀溶解之（如圖一）並以軟木塞塞住。
2. 將二粒軟木塞較小的一端中央處各挖一小孔。其中一粒軟木塞以過氧二硫酸鉀 ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 結晶粉末填補在孔中，並用一滴清水將過氧二硫酸鉀濕潤之（如圖二）。
3. 將另一粒軟木塞以熱熔膠把硫代硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 結晶一～二粒固定在小孔中（如圖三）。



圖一 裝有碘化鉀之錐形瓶



圖二 裝有過氧二硫酸鉀之軟木塞



圖三 裝有硫代硫酸鈉之軟木塞

(二) 演示實驗中：

1. 將裝有碘化鉀 (KI) 溶液之錐形瓶（圖一）放置於講桌上。
2. 把圖二及圖三所示二個軟木塞放置於講桌上粉筆盒的後面（或讓學生看不到的地方）。
3. 打開易開罐汽水，演示者可先喝一口，表示罐內是真的汽水。
4. 打開錐形瓶上的軟木塞，並將約 10 mL 的汽水倒入錐形瓶中，然後再將軟木塞塞上。

5. 將錐形瓶交由學生上下搖動數十下或更多，並請同學觀察錐形瓶內的汽水有沒有什麼變化？

6. 由學生手中拿回錐形瓶，將軟木塞打開後放置於講桌上粉筆盒後面。並迅速將填有過氧二硫酸鉀 ($K_2S_2O_8$) 晶體之軟木塞塞住錐形瓶，再將其上下搖動數十下，一直到溶液的顏色呈棕色，此時同學便會看到「汽水」真的變成「可樂」了。

7. 接著將錐形瓶上之軟木塞打開，並置於講桌上的粉筆盒後面，再迅速將填有硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3$) 結晶的軟木塞塞住錐形瓶，然後再將其上下搖動幾下，一直到溶液的顏色消失變成無色透明，此時學生又會看到「可樂」又變回原來的「汽水」了。

8. 當可樂變回汽水後，將錐形瓶置於桌上，經過幾分鐘後，若發現汽水又變成可樂時，只要再拿起錐形瓶上下搖動兩三下，便可使可樂再變回汽水，如此可反覆將汽水變成可樂，再將可樂變成汽水。

(三) 演示實驗後：

經由上述演示實驗後提出下列幾個問題讓學生加以思考並回答之。

1. 倒入錐形瓶中的汽水有無作用？目的何在？
2. 為何將錐形瓶中的汽水上下搖動數十或數百下時，錐形瓶中的汽水也不會變成可樂？
3. 為何教師將錐形瓶搖動後，便將汽水變成可樂了？
4. 為何教師將已變成的可樂，再經搖動後又能變回原來的汽水？
5. 當可樂變回汽水再經幾分鐘後，汽水又自動變成可樂，此時若再將錐形瓶上下搖動幾下，可樂又會變成汽水，為什麼？
6. 「汽水變可樂，可樂變汽水」，此一演示實驗到底發生了什麼化學反應呢？

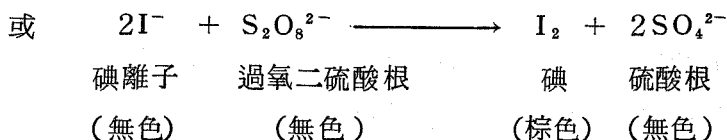
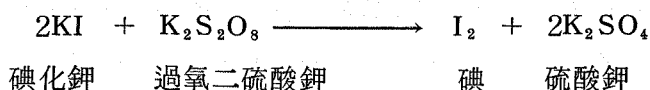
三、結果說明

本演示實驗亦即是一種很有趣的化學魔術 (Chemical Magic)，整個過程純粹是由於化學反應的發生而使溶液的顏色變化而已。

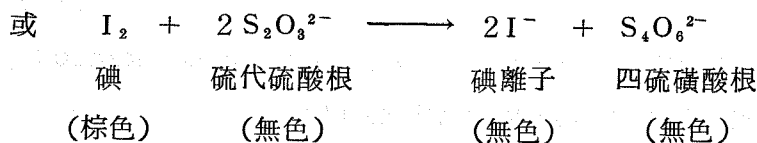
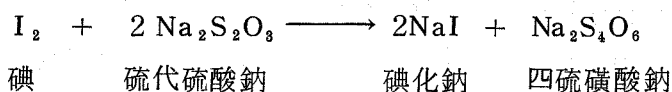
(一) 倒入錐形瓶中的汽水（無色透明者）是為了使此一化學魔術更為逼真，此一演示實驗更為成功。其實汽水在錐形瓶中只能將瓶內的碘化鉀溶液加以稀釋而已，汽水本身並無其他作用。

(二) 第一次教師把錐形瓶交由學生搖動時，因軟木塞上未做任何處理，軟木塞上並沒有任何藥品，故無法將錐形瓶內之碘化鉀(KI)轉變成其他產物，因此也就無法將汽水變成可樂。

(三) 當教師將錐形瓶上的軟木塞打開，並偷偷地換上第二個裝有過氧二硫酸鉀($K_2S_2O_8$)晶體粉末的軟木塞，由於過氧二硫酸鉀是一種「氧化劑」，因此在上下搖動後過氧二硫酸鉀便掉入錐形瓶中，待溶解後便開始與錐形瓶中之碘化鉀起交互作用，把碘化鉀中的碘離子氧化成帶有淺棕色的碘(I_2)分子，所以錐形瓶內的溶液就像是由汽水變成可樂了。其反應方程式為：



(四) 當汽水變成可樂後，教師再將軟木塞打開並偷偷地換上第三個裝有硫代硫酸鈉($Na_2S_2O_3$)結晶的軟木塞，由於硫代硫酸鈉是一種「還原劑」，因此在上下搖動後，軟木塞上的硫代硫酸鈉晶體便與溶液接觸，而迅速將溶液中的碘分子還原成無色的碘離子，因此錐形瓶內的溶液就像是由可樂變回原來的汽水了。其反應方程式為：



(五) 當第二個軟木塞上的過氧二硫酸鉀(氧化劑)稍為過量時，則在第一階段汽水變成可樂後，錐形瓶中便有過剩的氧化劑，因此在第二階段由可樂變成汽水時，經過幾分鐘後此一氧化劑便慢慢地將碘離子再氧化成碘分子而又呈現可樂的顏色。此時再搖動時，

第三個軟木塞上的硫代硫酸鈉（因以熱熔膠固定，不致於使硫代硫酸鈉全部掉入瓶內）又將碘分子還原成無色的碘離子，如此將可反覆進行汽水變可樂，可樂再變回汽水，一直到硫代硫酸鈉或過氧二硫酸鉀二者之中有一用罄為止。

四、結 論

「汽水變可樂，可樂變汽水」是一種以氧化還原反應的原理，使無色的碘離子氧化成棕色的碘分子（有如可樂的顏色），而碘分子再被還原成無色的碘離子（有如無色透明的汽水），因此整個變化過程相當於一種有趣的化學魔術（Chemical Magic）。爲使此一化學魔術更爲逼真，因此一開始便以實際上不參與作用的無色透明的真汽水加入錐形瓶中，再利用氧化劑將瓶中的碘離子氧化成棕色碘分子（假可樂）。此一化學演示實驗可供作各級學校，例如高中（職）或國中教師在介紹氧化還原反應時的一個趣味實驗，藉以提高學生們在學習氧化還原單元時之興趣。此一演示實驗如再加上演示者精熟的演示技巧，將可使此一化學魔術顯現得更逼真、而生動有趣。

五、參考資料

1. 方金祥：有趣的化學實驗——隱形墨水。科教月刊第140期，42～49頁，八十年五月。
2. 國立編譯館：高中化學第二冊第八章，氧化還原反應。
3. 國立編譯館：國中理化第三冊第十六章，氧化還原與金屬。