


示範實驗：常見氧化劑與還原劑

- 一. 所需時間：一節課(50 分鐘，含講述)
- 二. 配合時程：高二學生，剛學習過氧化劑與還原劑的概念
- 三. 實驗緣由：藉由氧化劑與還原劑的反應，加深學生對於產物的印象。本實驗過程需搭配理論講述。
- 四. 藥品器材：
 1. 器材：180mL 透明塑膠杯數個、夾鍊袋數個(7cm×10cm)、滴瓶數瓶、錐形瓶 2 個、500mL 燒杯 1 個。
 2. 藥品：KMnO₄ 晶體少許裝於夾鍊袋內、Na₂S₂O₃ 晶體少許裝於夾鍊袋內、KMnO₄ (aq) 3 個滴瓶、Na₂S₂O₃ (aq) 3 個滴瓶、K₂Cr₂O₇ (aq) 置於錐形瓶 2 瓶、Na₂C₂O₄ (aq) 2 個滴瓶、(以上藥品濃度無定量)、酒精少許置於夾鍊袋內、清水少許置於夾鍊袋內、濃硫酸 1 滴瓶、1M NaOH (aq) 1 個滴瓶、3% 雙氧水 1 瓶(急救箱用)、碘酒、碘化鉀澱粉試紙。(以上藥品器材可集中放置於 B5 大小的塑膠籃中，方便攜帶)
- 五. 演示步驟：

步驟	概念說明與注意事項	照片紀錄
1. 傳閱 KMnO ₄ 晶體(少許裝於夾鍊袋內)，請學生不要揉碎晶體。	a. 認識 KMnO ₄ 外觀紫的發亮。 b. 其中 Mn 的氧化數很高(+7 價)，容易搶別人電子，使別人氧化，故為氧化劑。 c. 許多氧化劑都含有氧，可將氧送給別人，使別人氧化。	



<p>2. 傳閱 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 晶體(少許裝於夾鍊袋內)</p> <p>3. 取一個塑膠杯,先裝入約 3cm 高的清水(為方便後座同學觀察);滴入 KMnO_4 (aq) 約 8 滴,溶液呈現紫色。</p> <p>4. 另取一個塑膠杯,先裝入約 3cm 高的清水;滴入海波 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 一滴瓶,再滴入 KMnO_4 (aq) 約 8 滴,搖動塑膠杯,溶液呈棕色(即 MnO_2)。</p> <p>5. 另取一個塑膠杯,先裝入約 3cm 高的清水;滴入海波 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 一滴瓶,再滴入硫酸 3 滴,最後滴入 KMnO_4 (aq) 約 8 滴,搖動塑膠杯,溶液呈無色(即 Mn^{2+})。</p>	<p>a. KMnO_4 在酸性、中性、鹼性下氧化力不同,形成不同的產物。</p> <p>b. 解釋 KMnO_4 的還原反應無法單獨進行。</p> <p>c. 說明水族箱中常會添加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 海波,為了將自來水中殘留的氯氣還原成氯離子。</p>	 <p>左一：KMnO_4 (aq) 滴入清水中</p> <p>左二：$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 加 KMnO_4 (aq)</p> <p>左三：$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 加 KMnO_4 (aq) 與硫酸</p> <p>左四：$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 加 KMnO_4 (aq) 與鹼</p>
--	---	---

<p>6. 另取一個塑膠杯，先裝入約 3cm 高的清水；滴入海波 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 一滴瓶，再滴入氫氧化鈉一滴瓶，最後滴入 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 約 8 滴，搖動塑膠杯，溶液呈綠色(即 MnO_4^{2-})。</p>		
<p>7. 拿出兩個盛有相同 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ 的錐形瓶，其中一個錐形瓶加入一滴瓶的 NaOH 後，溶液變成黃色(即 CrO_4^{2-})。另一個錐形瓶則滴入 3 滴的硫酸，可增強其氧化力。</p>	<p>a. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ 為管制藥品毒性強，故不宜讓同學傳閱。</p> <p>b. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ 在鹼性條件下主要以 CrO_4^{2-} 存在，其氧化力極差。</p>	 <p>右： $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ 加入 NaOH</p>
<p>8. 準備兩個夾鍊袋，一個裝有酒精，另一個裝有清水，兩者在外觀上很難辨識。各自滴入約 1mL 將已酸化的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$，期望利用反應與否加以辨別。</p>	<p>a. 說明酒測原理。</p> <p>b. 說明乙醇 乙醛 乙酸的過程，氧化數的改變。</p> <p>c. 說明乙醇的反應涉及化學鍵的破壞，室溫下反應速率極</p>	 <p>目前兩袋內液體皆不與 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 反應</p>

<p>9. 結果兩個夾鍊袋皆呈現橘紅色，表示目前兩袋內液體皆不與 $K_2Cr_2O_7$ 反應。</p> <p>10. 將上述兩個夾鍊袋浸泡在熱水中，約 5 分鐘後，即可看到其中一個夾鍊袋呈現淡綠色，推測此袋中原裝有酒精。</p>	<p>慢。</p>	 <p>泡熱水後，酒精那一袋變色了。</p>
<p>11. 將碘化鉀澱粉試紙沾水後，服貼於塑膠杯杯緣。於試紙上滴入一滴雙氧水，試紙由白色變為藍黑色。</p> <p>12. 再將兩張碘化鉀澱粉試紙沾水後，服貼於塑膠杯杯緣，測試先前介紹的氧化劑 $KMnO_4$ 與 $K_2Cr_2O_7(aq)$。</p>	<p>a. 說明雙氧水可當氧化劑亦可當還原劑。</p> <p>b. 說明碘化鉀澱粉試紙變色的原理。</p>	 <p>碘化鉀澱粉試紙，檢驗雙氧水的氧化力</p>

<p>13. 夾鍊袋中先滴入適量的雙氧水，再滴入數滴 KMnO_4，即見溶液變成棕色 (MnO_2)，同時產生氣體 (O_2)，猶如沙士飲料效果。(若氧氣產生過多可適時打開夾鍊排氣)</p>	<p>a. 說明雙氧水被 KMnO_4 氧化後產生氧氣，將反應置於夾鍊袋中進行，可同時收集氧氣。</p>	 <p>雙氧水加數滴 KMnO_4，產生大量氣泡。</p>
<p>14. 夾鍊袋中先滴入適量的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (aq)，再滴入數滴 KMnO_4，溶液呈現紫色，表示目前尚無反應。</p>	<p>a. 介紹還原劑草酸鈉反應後產生 CO_2，將反應置於夾鍊袋中進行，可同時收集氣體。</p>	 <p>$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (aq) 加數滴 KMnO_4，尚無反應。</p>
<p>15. 將夾鍊袋浸泡於熱水中，觀察顏色仍然無變化。</p>	<p>b. 說明草酸鈉的反應因為涉及化學鍵的破壞，反應速率極慢，須在 70°C 熱水中進行。</p>	<p>$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (aq) 加數滴 KMnO_4，尚無反應。</p>
<p>16. 再於夾鍊袋中滴入 3 滴濃硫酸，紫色即刻變成無色，且有氣泡產生。</p>	<p>c. 滴加濃硫酸增強 KMnO_4 氧化力。</p>	 <p>泡熱水並加硫酸數滴後，紫色逐漸褪色，並產生氣泡。</p>
<p>17. 取一塑膠杯，滴入數滴的碘酒後，再</p>	<p>說明海波 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的還原力。</p>	<p>略</p>

加入適量清水(方便後座同學觀察)。丟入一顆 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 晶體，搖動塑膠杯，碘酒顏色逐漸變淡，終為無色。		
---	--	--

- 六. 實驗花絮：(1)綠色的錳酸根 MnO_4^{2-} 一段時間後會變成棕色的 MnO_2 。(2)於夾鍊袋中進行化學反應，可將產生的氣體保留住，增添實驗樂趣。(3)一顆的海波就可讓碘酒顏色逐漸褪掉終至無色，學生非常很驚訝，覺得老師像是賣藥的郎中。(4)我很好奇學生是否真的可以將產物背起來？然而有學生誠實地告訴我他連化學式都不太會寫，唉這實在是個大問題。