

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者： 詹莉芬、姚月雲
課程領域：
<input type="checkbox"/> 物理 <input checked="" type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input type="checkbox"/> 其他 _____
教案題目：
讓「了無生機」的無機化學起死回生
授課時數：
100 分鐘 (2 節課)
教案設計理念與動機：
<p>一、化學關卡課程實施時間，通常安排於高三上學期的期中考後，帶學生進實驗室玩實驗可舒緩學生升學壓力、提醒準備升學考試不是只有埋首讀書，藉由動手實作、觀察，可驗證「化學不是記憶、板書表格歸納、背多分的課程」，刺激學習整合科學的能力。</p> <p>二、身為科學教師都知道，趣味實驗、示範實驗都可刺激學生學科學的熱情，但教師示範不如學生自己動手操作；教師們也都知道，學生的學習場域從教室移到實驗室也揚起學生興奮學習心情，因此在實驗室設計化學關卡課程，學生在實驗室拿著學習單約伴移動找關卡挑戰，提增教學進行之趣味與活潑度。</p> <p>三、本化學關卡課程共設計了 14 個安全的微型實驗，教師作為典範落實綠色化學減量減廢等精神，也提供學生綠色化學教育的情境，讓「綠色化學不再只是課本 12 原則的文字敘述」。</p> <p>四、化學實作課程安排最累的，就是準備藥品器材、預先試做實驗確定實驗安全及條件，本課程設計老師從實驗室空間安排、學習單製作等全部建立好，亦分享給本校所有化學老師帶授課班級學生參與，讓一個課程的使用率發揮到最高，也增加教師互助、交流教學心得的機會。</p> <p>五、學習單的設計，兼顧學生複習、映證、預習、自學等面向。主要分兩部分，第一部分是實驗操作步驟及記錄空間，讓學生練習閱讀科學文字轉換成行動並培養科學觀察及記錄的能力，第二部分是化學知識陳述，讓學生可以比對、呼應，討論理論化學與實際觀察的差異，並能討論、思考可能原因。</p>

六、化學關卡課程的素材，除了來自高中課程的內容外，亦將「指考考題、學測考題」創新的實驗考題修改設計成化學關卡，讓引導學生對於這類實驗型的題目或敘述，不再感到陌生及害怕。

教學目標：

- 一、學生學習化學知識及實驗操作，包括：氧化還原滴定、氧化還原反應、電解反應、離子沉澱、錯離子反應、奈米硫溶製備、碘的化學等等跨章節的化學知識。
- 二、學生執行「指考考題、學測考題」設計成的化學關卡，學習課本知識延伸之科學整合與應用。
- 三、學生藉由閱讀學習單、執行化學關卡，能夠提升具閱讀理解、自學的能力，能依實驗步驟進行實驗，觀察記錄，並應證科學知識。
- 四、學生經由動手實作，培養基礎科學人才能力，使科學基本知識與基本的實驗技能融入課程，並可與課本的知識聯結，提升觀察能力、並培養其細心、耐心的科學態度。
- 五、學生經由簡單、安全的實驗操作，可在 100 分鐘內觀察到超過 50 項化學反應中的顏色變化、產生氣泡等感官驚奇，提升學生對化學學習的動機及好奇心。
- 六、學生兩人一組進行化學闖關，能經由彼此討論、合作，達到同儕互相學習、見賢思齊，刺激彼此成長與多元學習。

教育對象：

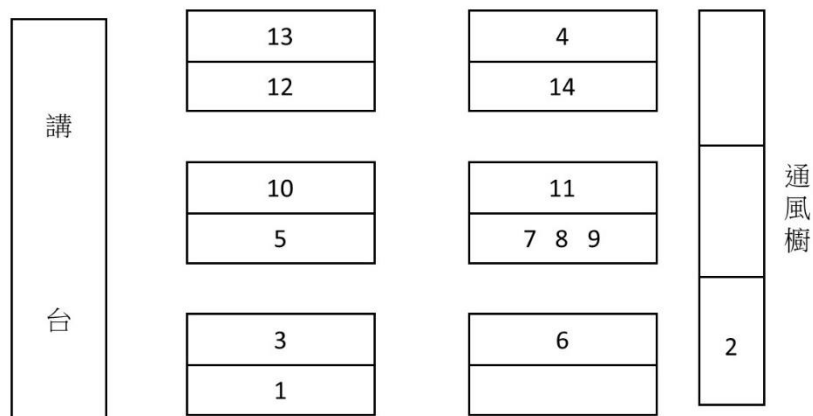
高一到高三學生皆可，以高三學生為主。

課程設計（方法與步驟）：

- 一、課前準備：
 1. 檢視課本相關實驗介紹、敘述化學內容、經典示範實驗、指考實驗試題、學測實驗試題等，規劃關卡內容，善用學校廢液，以微型實驗設計，符合綠色化學為主進行規劃。
 2. 布置實驗室各化學關卡的位置及關卡內容，並進行每個關卡實驗測試及預作，包括學生動線移動規劃，各種藥品的「濃度、體積、滴數」調整，以確定最少量之化學藥品，即可達到正確的實驗結果及顏色變化等，如說明一。
備註：場地布置、藥品器材準備及實驗預作，約耗費 4 小時。
 3. 經由前項預作實驗記錄，設計學生闖關關卡學習單，共計 5 頁 B4 頁面，如說明二。







說明一

1. 實驗室空間規劃，共計化學關卡 14 關，相對位置安排如下：



2. 化學關卡課程內容：

編號	關卡名稱	藥品及器材	課程對應章節	照片
1	製備含銅錯合物	24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支、0.1 - 0.2 M $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 、濃氨水、酒精、12 M 濃鹽酸	過渡金屬及錯離子反應、勒沙特列原理、配基競爭反應	
2	碘的萃取	5mL sample 瓶 2 個 (瘦高型)、滴管 6 支、 $\text{KIO}_3(\text{aq})$ 、 $\text{KI}(\text{aq})$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 、正己烷 (需回收)	碘的化學、反應、物質的分離	
3	製備含鎳錯合物	24 孔培養皿盤 2、滴管 6 支、0.5 M $\text{NiSO}_4(\text{aq})$ 、0.5 M 乙二胺(aq)、濃氨水	過渡金屬及錯離子反應、配基競爭反應	
4	藍瓶實驗	錐形瓶 (含塞)、 $\text{NaOH}(\text{s})$ 、葡萄糖(s)、亞甲藍指示劑	氧化還原反應、有機物質結構與其呈色 (指考題)	

5	製備含鐵錯合物	24 孔培養皿盤 2 個、滴管 6 支、 FeSO_4 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 CuSO_4 、 ZnSO_4 、 KSCN 、 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ (黃血鹽)、 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (赤血鹽)	過渡金屬及錯離子反應、沉澱反應、鐵離子與亞鐵離子的比較	
6	碘的化學反應	24 孔培養皿盤 2、滴管 8 支、碘酒、 KI 、 NaOH 、 HCl 、 H_2O_2 、 NaHSO_3	碘的化學、碘的氧化還原反應、碘的自身氧化還原反應、可逆反應 (92 指考題)	
7	碘滴定	24 孔培養皿盤 2 個、滴管 4 支、碘液、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ 、澱粉指示劑	碘的氧化還原滴定	
8	碘的氧化還原反應	24 孔培養皿盤 2 個、滴管 6 支、 $\text{KI}(\text{aq})$ 、 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$	氧化還原反應、沉澱反應、三碘錯離子 (93 指考題)	
9	碘的氧化還原反應	24 孔培養皿盤 2 個、滴管 6 支、 $\text{KI}(\text{aq})$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$	氧化還原反應、三碘錯離子	
10	過錳酸鉀的氧化力	24 孔培養皿盤 2、滴管 10 支、 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 $\text{NaOH}(\text{aq})$	過錳酸鉀的化學、pH 值影響氧化劑強度、氧化還原反應	

11	奈米硫的製造	試管 4、試管架、滴管 4 支、雷射筆 2 隻、0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、0.1 M HCl、清潔劑	合成奈米硫溶液、膠體溶液的性質、廷得耳效應、界面活性劑 (保護劑)	
12	電解紫色高麗菜汁水溶液	U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、紫色高麗菜汁	電解裝置、電解水半反應、天然指示劑 (學測試題)	
13	電解碘化鉀水溶液	U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾 2 支、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、KI(aq)、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ 、酚酞指示劑、澱粉指示劑	電解裝置、電解電解質水溶液、電解產物的檢驗 (學測試題)	
14	認識綠色化學	綠色化學 12 原則說明板	綠色化學、生活化學、永續化學	

說明二

1. 學生闖關關卡學習單，共計 5 頁 B4 頁面

<p>日期：_____ 姓名：_____</p> <p>學習單 1 奈米硫的製造</p> <p>目的：24 孔培養皿盤 1 個、滴管 4 支、0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$、0.1 M HCl、清潔劑</p> <p>步驟：1. 試管 4 支、試管架、滴管 4 支、雷射筆 2 隻、0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$、0.1 M HCl、清潔劑</p> <p>2. 試管 1 支、滴管 1 支、0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$、0.1 M HCl、清潔劑</p> <p>3. 試管 1 支、滴管 1 支、0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$、0.1 M HCl、清潔劑</p> <p>4. 試管 1 支、滴管 1 支、0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$、0.1 M HCl、清潔劑</p>	<p>學習單 2 電解紫色高麗菜汁水溶液</p> <p>目的：U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、紫色高麗菜汁</p> <p>步驟：1. U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、紫色高麗菜汁</p> <p>2. U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、紫色高麗菜汁</p> <p>3. U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、紫色高麗菜汁</p>	<p>學習單 3 電解碘化鉀水溶液</p> <p>目的：U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾 2 支、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、KI(aq)、$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$、酚酞指示劑、澱粉指示劑</p> <p>步驟：1. U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾 2 支、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、KI(aq)、$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$、酚酞指示劑、澱粉指示劑</p> <p>2. U型管 1 支 (可置於燒杯內)、直流電源供應器、鱷魚夾 2 支、石墨電極、24 孔培養皿盤、滴管 1 支、KI(aq)、$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$、酚酞指示劑、澱粉指示劑</p>	<p>學習單 4 認識綠色化學</p> <p>目的：綠色化學 12 原則說明板</p> <p>步驟：1. 綠色化學 12 原則說明板</p> <p>2. 綠色化學 12 原則說明板</p> <p>3. 綠色化學 12 原則說明板</p> <p>4. 綠色化學 12 原則說明板</p> <p>5. 綠色化學 12 原則說明板</p>
--	---	--	--

<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 4 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色	<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 5 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色	<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 6 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色	<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 7 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										
<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 8 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色	<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 9 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色	<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 10 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色	<p>主題 鑄銅合金的製成 (第 11 關)</p> <p>器材 24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支</p> <p>藥品 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$、$\text{NaOH}(\text{aq})$、$\text{KNO}_3(\text{aq})$、$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$、$\text{NaOH}$、$\text{KNO}_3$</p> <p>步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 2 號孔內，加入 3 滴 $\text{NaOH}(\text{aq})$，加入 3 滴 $\text{KNO}_3(\text{aq})$，加入 3 滴酒精，加入 3 滴 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。 <p>紀錄</p> <table border="1"> <tr><th>孔號</th><th>顏色</th></tr> <tr><td>1</td><td>淡藍色</td></tr> <tr><td>2</td><td>淡藍色</td></tr> </table>	孔號	顏色	1	淡藍色	2	淡藍色
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										
孔號	顏色																										
1	淡藍色																										
2	淡藍色																										

2. 學習單共計 14 關，其內容設計以第 1 關為例說明如下：

主題	製備含銅錯合物 (第 1 關)	
器材	24 孔培養皿盤 2 個、滴管 8 支	
藥品	0.1 - 0.2 M $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 、濃氨水、酒精、12 M 濃鹽酸	
步驟	紀錄	說明
1	取 3 滴 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 於 24 孔培養皿盤 1 號孔內，加入 3 滴酒精，觀察顏色變化。	對照組， $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq})$ ：淡藍色
2	注意：濃鹽酸會冒煙、刺鼻味。 另取 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 3 滴，逐滴滴入數滴 12 M 濃鹽酸，滴至溶液顏色改變即可，紀錄：_ _ _ _ 色。	$[\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ ：藍綠色，四氯化銅錯離子 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow [\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}$ 與 Cu^{2+} 結合競爭力： $\text{H}_2\text{O} > \text{Cl}^-$
3	注意：濃氨水會冒煙、刺鼻味 另取 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 3 滴，逐滴滴入氨水，注意觀察，先產生_ _ _ 色沉澱，邊滴邊混合均勻至沉澱消失，滴至溶液顏色改變，紀錄：_ _ _ 色。 再繼續滴酒精 (至多 1 毫升)，當「溶液混濁」即有固體沉澱產生。	$\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$ ：淡藍色固體 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq})$ ：寶藍色，四氨銅錯離子 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4(\text{s})$ ：寶藍色固體 鹽類水溶液中加入酒精，因鹽類在酒精中的溶解度較小，鹽類會沉澱析出，因此溶液看起來混濁態。

二、課堂進行模式：

1. 教師教學：

- (1) 課程進行中時，老師會隨時提醒學生該注意的事情，並且對於學生所提之實驗的疑問，給予引導而不直接提供答案，將學習主動權交給學生，讓學生可以大膽進行實驗、小心求證，因實驗往往會有許多意想不到的結果。
- (2) 教師已經進行實驗預作，學生操作過程中，可能會因手法問題而影響溶液及後續的準確性，適時提供新的溶液備用。
- (3) 學生進行實驗後，實驗桌的清理也是一門學問，如何在安全的情況下，進行使用後的藥品回收及處理，並提供下一個班級可以有好的實驗環境。

2. 學生活動：

- (1) 分組自由移動，進行化學關卡闖關，包括實驗操作、紀錄、拍照，並撰寫學習單。
- (2) 學習單上附上每個實驗的原理與知識，學生也可透過實作實驗結果，進行理論與實驗的映證或比較，培養自學能力，並適時與教師討論。

3. 課程紀錄：



教師示範「金屬的兩性性質」



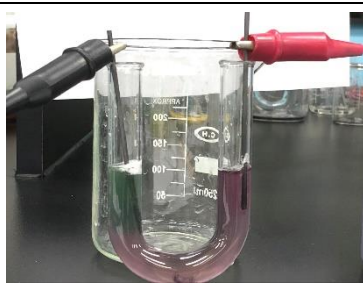
學生分組進行實驗操作



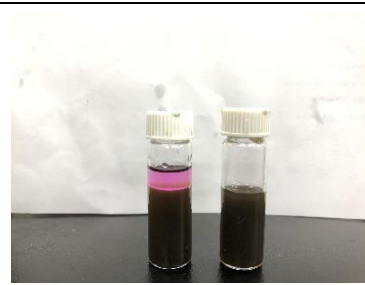
學生分組進行實驗操作



認識綠色化學 12 基本原則



電解紫色高麗菜的實驗結果



碘萃取的分離效果



製備含鎳錯合物- Ni^{2+} 與 en 結合比例不同之化合物，顏色不同



奈米硫粒的合成-廷得耳效應



製備含鐵錯合物-與沉澱反應

學習評量內容

1. 完成化學實驗實作。
2. 完成化學關卡學習單撰寫。
3. 學生心得口頭分享，可包括本課程之活動感想、團隊合作之體認、化學興趣提升等面向。
4. 學生選擇相關主題，整理成心智圖或概念圖，做為學習歷程檔案紀錄之一。

參考資料：

高中化學課本、高中實驗手冊、歷屆指考題、歷屆學測試題