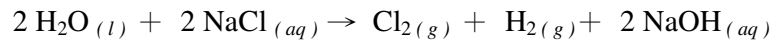
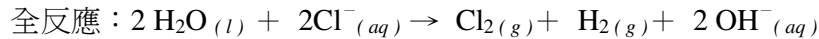
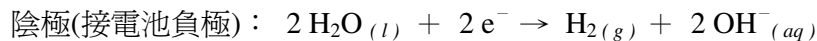


## 電解 $\text{NaCl}_{(aq)}$

將電極和直流電源或電池連接構成通路，利用外界提供足夠的電壓迫使電解池中的物質發生氧化還原反應而分解，在反應中將電能轉變成化學能儲存於物質中，這種過程稱為電解。電解時，電解池中與電池負極相接的電極也稱為負極，與電池的正極相接的電極為正極。電子由電池的負極流出，經由導線流向電解池的負極，此時電解池中的陽離子游向負極，在負極獲得電子，發生還原反應，形成中性物質而析出，電解池的負極是陰極。同時溶液中的陰離子會在電解池的正極釋出電子，發生氧化反應，電解池的正極是陽極。

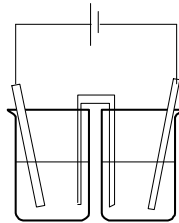
以飽和食鹽水溶液的電解反應為例：電極通以直流電，鈉金屬不能在水溶液中析出，水在陰極被還原釋出氫氣；水溶液中的氯離子在陽極被氧化釋出氯氣，反應方程式如下：



### 一、實驗器材與試藥：

電池組、細長電極(迴紋針或鉛筆芯)、燒杯、濾紙、滴管、pH 計  
氯化鈉、氫氧化鈉、黃血鹽、赤血鹽、硫氰化鉀、石蕊試紙

### 二、實驗步驟：



1. 電解裝置如圖，在兩小燒杯中裝入飽和食鹽水約 25 毫升。取一小段濾紙作成小紙捲跨置兩燒杯間，以連接兩燒杯溶液如同鹽橋構成通路。
2. 以迴紋針當電極，取夾有電極的鱷魚夾(紅色)連接電池的正極，另一電極以鱷魚夾(黑色)夾住，連接電池的負極。接通電源後，將兩支電極輕插於電解溶液中，開始電解。
3. 觀察兩電極有何現象發生，將所觀察到的結果記錄下來。將鼻子移近電解液，輕輕嗅聞有何氣味。電解約一分鐘後，卸下電極與電池。電解後，用石蕊試紙檢驗陽極端(正極)溶液與陰極端(負極)溶液，判斷其酸鹼性。
4. 改以鉛筆芯為電極，重複實驗步驟。

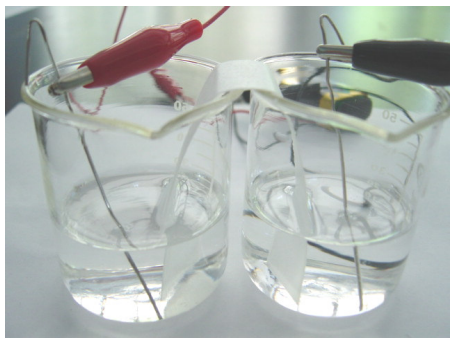
### 三、現象觀察：

#### 【老師提示】：

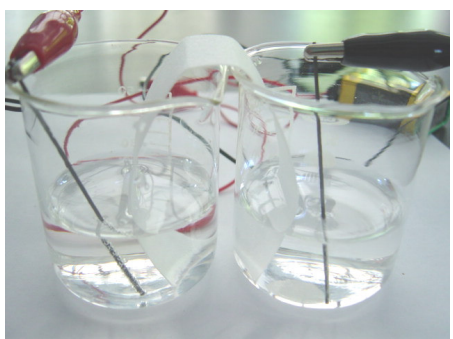
1. 注意電極附近產生現象。
2. 電解一段時間後燒杯溶液之酸鹼性。⇒ 如何檢驗。

#### 【學生觀察】：

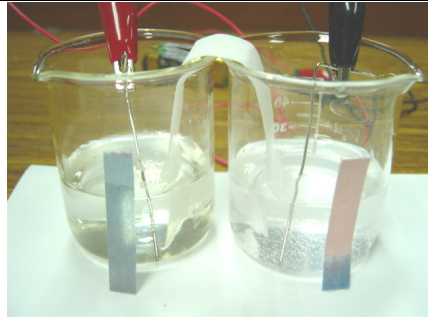
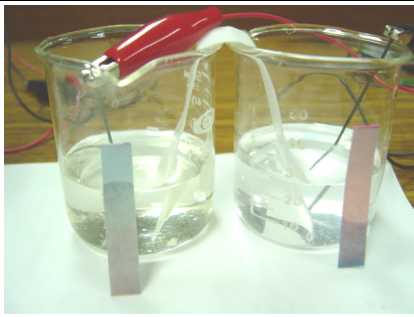
1. 電極附近產生氣泡。⇒ 哪些電極產生氣泡，氣泡產生的快慢。
2. 以迴紋針為電極的觀察結果：

	<p>【陽極】：無氣泡產生。</p> <p>【陰極】：有氣泡產生， 產生的氣泡無氣味。</p>
---	---

3. 以鉛筆芯為電極的觀察結果：

	<p>【陽極】：產生的氣泡有臭味。</p> <p>【陰極】：產生的氣泡無氣味。</p>
--	---

4. 電解 1 分鐘後以石蕊試紙檢驗溶液之酸鹼性：

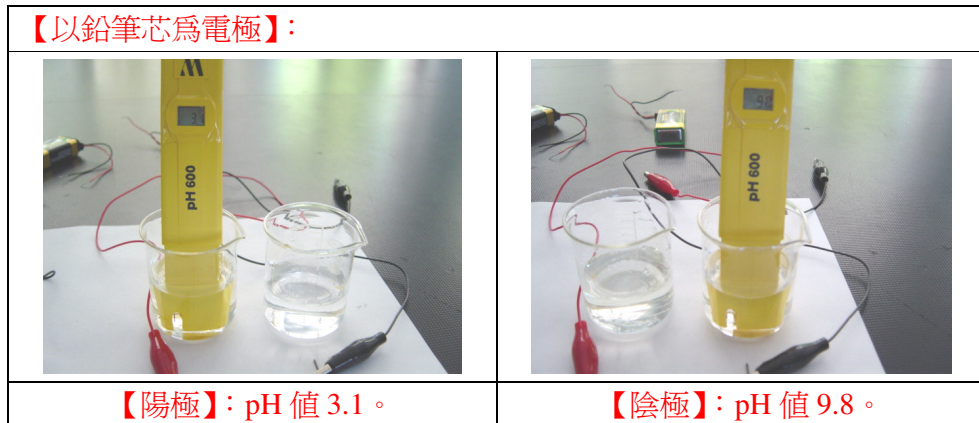
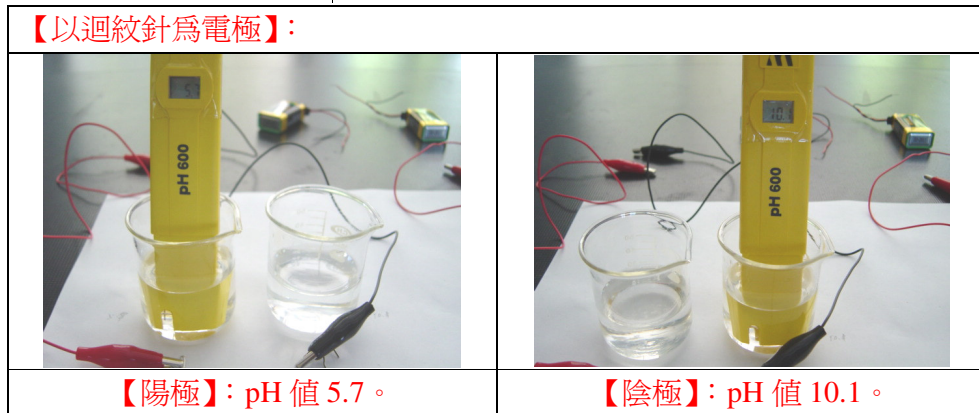
以迴紋針為電極	以鉛筆芯為電極
	
<p>【陽極】：藍色石蕊試不變色</p> <p>【陰極】：紅色石蕊試紙呈藍色</p>	<p>【陽極】：藍色石蕊試呈紅色</p> <p>【陰極】：紅色石蕊試紙呈藍色</p>

四、提出問題：

1. 為什麼會產生氣泡？產生的氣泡為何種氣體？  
⇒ 嗅聞產生的氣泡有無氣味。  
⇒ 如何檢驗。
2. 電解一段時間後溶液的酸鹼性為什麼會改變？  
⇒ 以石蕊試紙檢驗；以 pH 計檢驗其 pH 值。
3. 不同電極的觀察結果有何不同？為什麼？  
⇒ 電極是否參與反應。
4. 不同濃度的  $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$  電解的結果會一樣嗎？  
⇒ 以不同濃度重複實驗操作觀察。

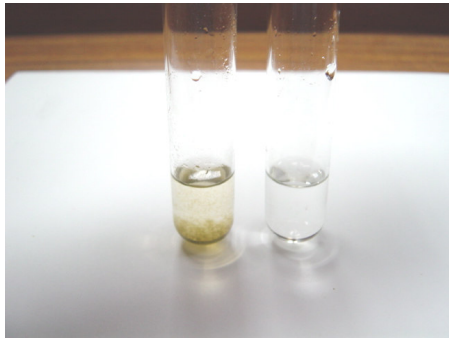

五、設計實驗：⇒ 以迴紋針及鉛筆芯為電極電解飽和食鹽水所得陽極溶液產物的差異。

1. 將以迴紋針及鉛筆芯當電極電解飽和食鹽水約 15 分鐘後，以 pH 計檢測電解後陽極及陰極水溶液之 pH 值。

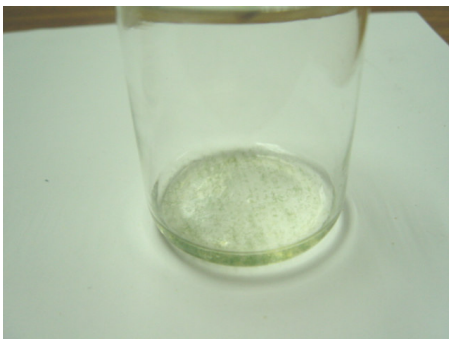
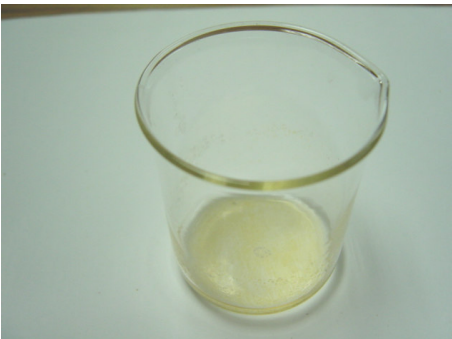


2. 將以迴紋針、鉛筆芯為電極電解後之陽極溶液，分別滴入數滴 0.1M 的氫氧化鈉溶液，觀察其結果。

**【滴入氫氧化鈉溶液】：**  
左管為以迴紋針為電極的陽極溶液；右管為以鉛筆芯為電極的陽極溶液。

	
剛加入氫氧化鈉	加入氫氧化鈉後靜置一段時間

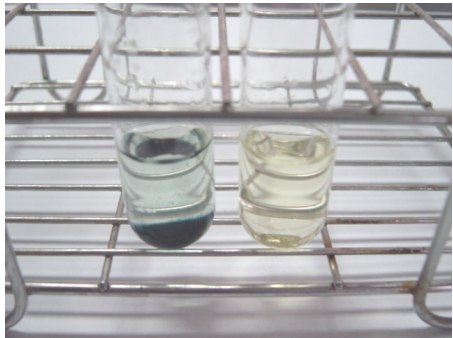
取較多量以迴紋針為電極的陽極溶液置於小燒杯中，再滴入氫氧化鈉。

	
剛加入氫氧化鈉	加入氫氧化鈉後靜置一段時間

以迴紋針為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 的氫氧化鈉產生淡綠色沉澱。靜置一段時間後，呈現褐色沉澱。

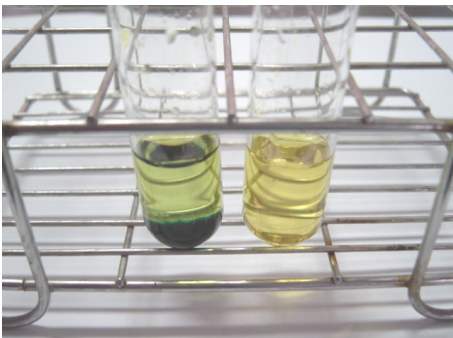
以鉛筆芯為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 的氫氧化鈉無沉澱發生。

3. 將以迴紋針、鉛筆芯為電極電解後之陽極溶液，分別加入 0.1M 黃血鹽溶液，觀察其變化。

<b>【滴入黃血鹽溶液】：</b>	
	<b>【左試管】：</b> 迴紋針為電極電解後的陽極溶液。 <b>【右試管】：</b> 鉛筆芯為電極電解後的陽極溶液

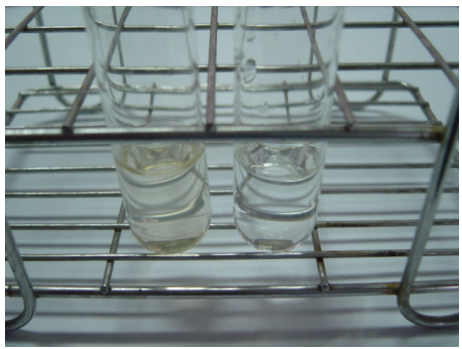
以迴紋針為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 黃血鹽溶液，產生藍色沉澱。  
以鉛筆芯為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 黃血鹽溶液，無沉澱發生。

4. 將以迴紋針、鉛筆芯為電極電解後之陽極溶液，分別加入 0.1M 赤血鹽溶液，觀察其變化。

<b>【滴入赤血鹽溶液】：</b>	
	<b>【左試管】：</b> 迴紋針為電極電解後的陽極溶液。 <b>【右試管】：</b> 鉛筆芯為電極電解後的陽極溶液

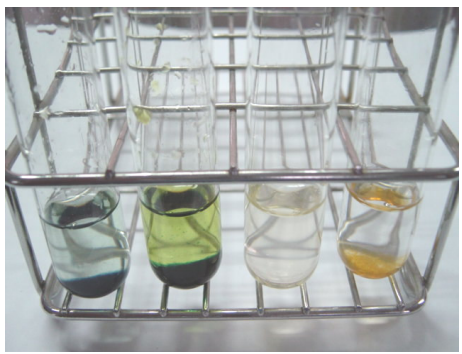
以迴紋針為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 赤血鹽溶液，產生藍色沉澱。  
以鉛筆芯為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 赤血鹽溶液，無沉澱發生。

5. 將以迴紋針、鉛筆芯為電極電解後之陽極溶液，分別加入 0.1M 硫氰化鉀溶液，觀察其變化。

【滴入硫氰化鉀溶液】：	
	<p>【左試管】： 迴紋針為電極電解後的陽極溶液。</p> <p>【右試管】： 鉛筆芯為電極電解後的陽極溶液</p>

以迴紋針為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 硫氰化鉀溶液，溶液未呈血紅色。  
以鉛筆芯為電極電解後的陽極溶液加入 0.1M 硫氰化鉀溶液，溶液未呈血紅色。

## 六、討論：

迴紋針為電極電解後的陽極溶液依序加入下列溶液的結果：	
	<p>由左至右依序滴入：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1)黃血鹽溶液</li><li>(2)赤血鹽溶液</li><li>(3)硫氰化鉀溶液</li><li>(4)氫氧化鈉溶液</li></ol>

1. 由測量電解後溶液之 pH 值比較，發現以迴紋針及鉛筆芯為電極電解後之陰極溶液的 pH 值差異不大，但陽極溶液的 pH 值差異甚多。且以迴紋針為電極的陽極並無氣體產生，推測其反應與以鉛筆芯為電極的陽極所發生的反應不同。
2. 取以迴紋針電解一段時間後之陽極溶液，加入氫氧化鈉溶液產生淡綠色沉澱，靜置一段時間後淡綠色沉澱轉為褐色。取陽極溶液加入硫氰化鉀溶液並未產生血紅色溶液。推測以迴紋針電解一段時間後之陽極溶液內含有亞鐵離子。加入氫氧化鈉溶液，沉澱由淡綠色轉為褐色，推測其先產生氫氧化亞鐵，再轉為氫氧化鐵或氧化鐵的水合物。

3. 取以迴紋針電解一段時間後之陽極溶液，分別加入黃血鹽及赤血鹽溶液，均產生藍色沉澱。比較所產生的量的多寡，加入赤血鹽溶液所產生的藍色沉澱較加入黃血鹽溶液為多。綜合 2 的討論結果，推測加入黃血鹽溶液產生藍色沉澱的結果可能為部分的亞鐵離子在加入黃血鹽溶液後被氧化成鐵離子而與黃血鹽形成普魯士藍的藍色沉澱。

#### 七、結論：

電解飽和氯化鈉水溶液，若以迴紋針為電極將無法得到氯氣。取而代之得到的是鐵被氧化成亞鐵離子的反應。

#### 八、進一步的問題：

1. 電解產生的氣體如何收集檢驗？
2. 改變電極會有什麼結果？例如：Cu、Ag、Pt、Au 等。
3. 改變電解質會有什麼結果？例如：NaBr、NaI、KCl、HCl、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 等。
4. 電解不同濃度的氯化鈉水溶液會有什麼結果？