

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

第二名

080201

鋼錳現形－使用電解法檢驗不鏽鋼含錳之研究

學校名稱：新北市五股區德音國民小學

作者：	指導老師：
小五 張育瑄	蕭景隆
小五 黃晨熙	
小五 簡立宸	
小五 陳伶宣	
小五 黃啟銜	
小六 陳易成	

關鍵詞：不鏽鋼、錳、硫酸

摘 要

本研究透過電解含有硫酸根溶液的實驗，瞭解生活中以不鏽鋼為材料製造的產品，是否含錳過量的情形，並且藉由實驗改善調整檢驗之精確性與方便性。

實驗目的著重於簡易性和安全性，從不鏽鋼的相關文獻開始，分為十二個部分，經由實驗操作觀察，發現含有硫酸根的溶液，在不鏽鋼中電解後和錳離子反應成桃紅色的硫酸錳，最後選擇 9V 的電壓及 5% 的硫酸鉀溶液為合適的檢驗工具；進而設計檢驗的試紙，ok 繃為合適的材質，經由實驗的設計，電解時加 1 毫升的水於檢驗試紙中，即可檢測不鏽鋼含錳情形。

最後實際測試不鏽鋼產品，檢測實驗的可靠性，從 SGS 的檢驗報告和研究的實驗結果進行核對，發現確實可以使用此實驗方法檢驗不鏽鋼產品含錳量是否過高。

壹、研究動機

近來，生活中發生很多有關食品安全問題的新聞，連我們用的餐具都出了問題，【不鏽鋼超錳事件】掀起了恐慌潮，讓我們百姓吃的、用的都不安心。在五年級上學期的自然課(康軒版五上第三單元)提到酸性、中性及鹼性水溶液，課程中我們操作實驗不同溶液之導電性，讓我們瞭解水溶液中只要含有電解質就能導電。最後老師提到用電解溶液的方式可以檢驗不鏽鋼中含錳量是否超過標準，於是，我們想使用此種檢驗方法，來檢驗不鏽鋼產品含錳量是否在安全的範圍內。

日常生活中,有大量使用不鏽鋼製品的產品,每天都會接觸到,我們想利用這個機會,以不鏽鋼含錳量為主題做研究,讓大家對不鏽鋼錳含量的問題有更深一層的了解與認識。

貳、研究設備及器材

一、研究設備

名 稱	數量	名 稱	數量	名 稱	數量
電腦	3	9V 電池	3	手套	6
數位相機	3	1.5V 電池	6	護目鏡	6
印表機	2	電池盒	6	實驗衣服	6
傳輸線	2	電線	10	碼錶	1
攝影機	1	滴管	10	攪拌棒	10
腳架	1	pH 值檢測器	1	鑷子	6
剪刀	1	量筒	6	觀察皿	10
隨身碟	2	試管	10	試管架	1

二、研究器材

項目	名稱	數量	項目	名稱	數量
1	5%硫酸溶液	1	2	吸墨紙	6
3	10%硫酸溶液	1	4	OK 繃	6
5	20%硫酸溶液	1	6	餐巾紙	6
7	25%硫酸溶液	1	8	A4 影印紙	6
9	氨水水溶液	1	10	濾紙	6
11	生理食鹽水水溶液	1	12	2 系列不鏽鋼片	30
13	澄清石灰水水溶液	1	14	3 系列不鏽鋼片	20
15	醋水溶液	1	16	4 系列不鏽鋼片	10
17	飲用水	1	18	不鏽鋼餐盒	2
19	蘇打水水溶液	1	20	不鏽鋼湯匙	2
21	鹽酸水溶液	1	22	標籤紙	1
23	硫酸鉀粉末	1	24	硫酸鈉粉末	1

參、研究目的

- 一、 不鏽鋼及錳的文獻探討
- 二、 探討電解不同酸鹼性的溶液在不鏽鋼中變化情形
- 三、 探討正負極接法不同，是否會影響不鏽鋼含錳檢測結果
- 四、 探討不同電壓電解硫酸溶液，是否會影響不鏽鋼含錳檢測結果
- 五、 探討不同濃度硫酸溶液，是否會影響不鏽鋼含錳檢測結果
- 六、 探討不鏽鋼含錳檢測，檢驗溶液變色的原因
- 七、 探討含硫酸根的溶液，是否也能當作檢測試劑
- 八、 硫酸鉀及硫酸鈉溶液和硫酸溶液進行比較，選擇合適的檢驗試劑
- 九、 製做簡便及安全的檢驗試紙
- 十、 使用檢驗試紙檢測不同系列的不鏽鋼，探討變色的情形
- 十一、 檢測已知含量的不鏽鋼產品，評估實驗可靠性
- 十二、 國內不鏽鋼餐具規範情形

肆、研究過程或方法



一、不鏽鋼及錳的文獻探討

(一) 不鏽鋼定義及分類

1. 不鏽鋼定義

空氣中或化學腐蝕介質中能夠抵抗腐蝕的一種高合金鋼，鋼液中鉻(Cr)含量大於 12%的鋼材稱為不鏽鋼，鉻／鎳含量比例不同的不鏽鋼，其應用範圍也有所不同，為了方便消費者辨認，不鏽鋼器皿多以編號來區分。

2. 不鏽鋼分類

分類	編號	錳	鉻	鎳	用途
鉻(Cr)系列	430	1.0%	18%	0	硬度高，用於不鏽鋼刀、醫療用具
鉻(Cr)-鎳(Ni)系	200 系列 (201/202)	5%~10%	16%~19%	3.5%~6%	工業用，較便宜
	304	2.0%	18%~20%	8%~10.5%	耐腐蝕，適合製造
	316	2.0%	16%~18%	10%~14%	鍋具，較昂貴

(二) 錳的特性及對健康影響

1. 錳的特性

錳，西元 1771 年首先被瑞典科學家 Scheele 發現，化學符號 Mn，原子序數 25，屬過渡金屬。金屬錳呈灰白，堅硬且輕脆，但潮溼時易銹。人體內含錳為百萬分之四，大部份分佈在心臟、肝臟和腎臟，主要影響生長、血液形成與內分泌功能。人類每天攝取食物的錳含量平均約 2500~5000 μg ，例如：小麥、大豆、蔬菜等均含有錳，一般而言不易發生錳缺乏症。

2. 對健康的影響

人體如攝取到過量的錳，引發慢性的錳中毒，可能會影響人的中樞神經系統，除了影響學習能力及行為，也可能導致類似巴金森氏症的表徵，手抖、行動遲緩及肢體僵硬。

(三) 研究的方向

市面上不鏽鋼餐具參差不齊，本次研究的目的是以簡易能分辨出不鏽鋼的餐具是否會釋放出錳金屬，從文章報導中，發現可以使用電解的方式來進行，又以 200 系列的不鏽鋼含錳量較高，因此，選用 200 系列的不鏽鋼為實驗初期的工具。

二、探討電解不同酸鹼性的溶液在不鏽鋼中變化情形

(一) 實驗一：溶液酸鹼質及導電性的測試

1. 實驗步驟：

- (1) 由老師及同學分別蒐集不同的水溶液。
- (2) 實驗過程以安全為優先考量，因此參與實驗的同學皆需穿戴防護裝備，才能進行實驗(往後的實驗皆同)。

- (3) 將蒐集的溶液倒入試管中，使用 pH 檢測器檢測溶液酸鹼性。
- (4) 將蒐集的溶液倒入觀察皿中，使用發光二極體測試導電情形。

	
實驗同學的防護裝備	使用 pH 檢測器檢測溶液酸鹼性
	
蒐集的溶液倒入觀察皿中	測試溶液的導電性

2. 實驗結果：

記錄表（一）：水溶液酸鹼及導電性

名稱	pH 值	酸鹼性	是否導電
石灰水	11.8	鹼	是
小蘇打水	8	鹼	是
氨水	11.4	鹼	是
飲用水	7.5	弱鹼	否
生理食鹽水	7.1	中性	是
醋	3.0	酸	是
鹽酸	1.0	酸	是
硫酸	2.3	酸	是

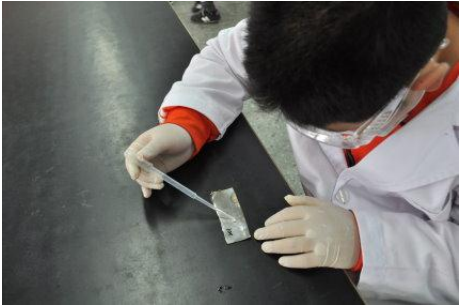

3. 發現與討論：

- (1) 經實驗結果，依據酸鹼性進行溶液的分類，除了飲用水之外，其餘的溶液皆能導電。
- (2) 了解溶液的酸鹼及之後，進行不鏽鋼的含錳檢測的電解實驗。

(二) 實驗二：不同酸鹼性的溶液在不鏽鋼中電解情形

1. 實驗步驟：

- (1) 以滴管將溶液滴入編號 201 不鏽鋼片中。
- (3) 將 9V 電池連接電線，一端接觸不鏽鋼片，一端接觸溶液。
- (3) 觀察溶液電解情形，並記錄其結果。

	
滴管將溶液滴入編號 201	以 9V 電池電解溶液

2. 實驗結果：

記錄表（二）：在不鏽鋼片水溶液電解情形

名稱	電解之後溶液顏色	變色情形
石灰水	透明無色	
小蘇打水	透明無色	
氨水	透明無色	
飲用水	透明無色	
生理食鹽水	透明無色	
醋	透明無色	

鹽酸	黑色	
稀硫酸	桃紅色	

3. 發現與討論：

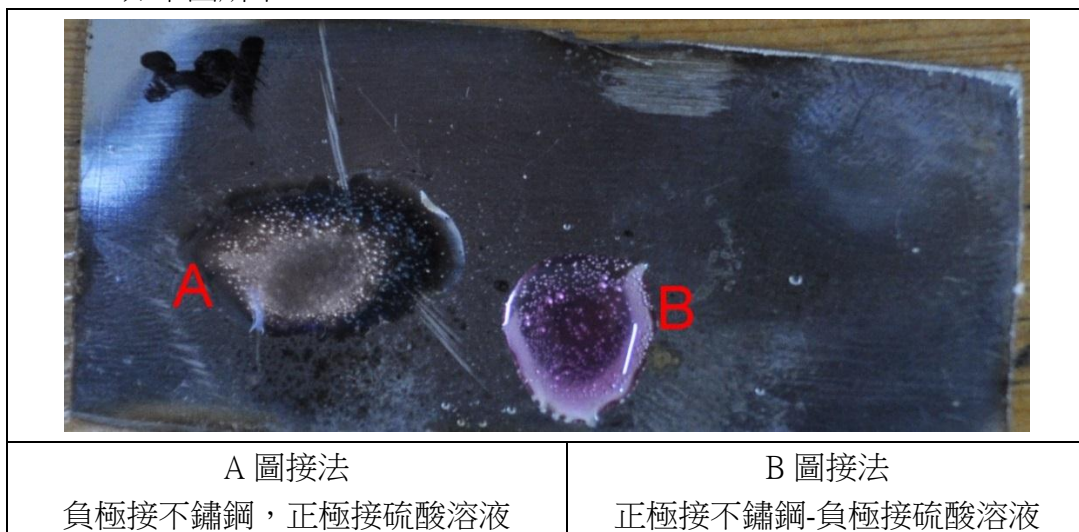
- (1) 檢測不鏽鋼含錳是否過量，實驗結果和溶液的酸鹼性沒有絕對關係，但需具有導電性，飲用水因無法導電，無法當作檢驗溶液。
- (2) 石灰水、小蘇打水、氨水、生理食鹽水、醋溶液反應之後呈現透明無色，表示這些溶液無法檢驗。
- (3) 鹽酸呈現黑色，尚未找到相關的資料了解反應的原因，有待查明。
- (4) 發現稀硫酸的溶液顏色為桃紅色，為電解反應形成硫酸錳的顏色，因反應結果顯著，因此以硫酸溶液來進行後續的實驗探究。

三、探討正負極接法不同，是否會影響不鏽鋼含錳檢測結果

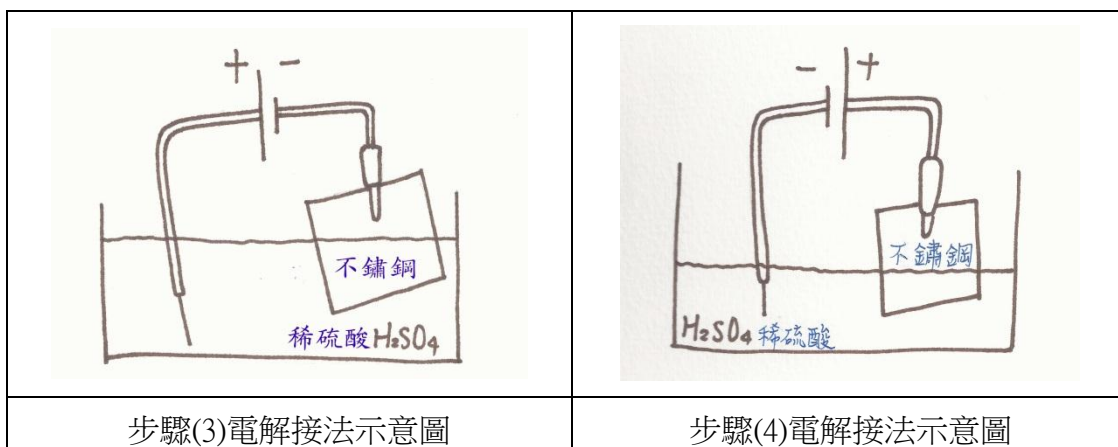
實驗三：溶液酸鹼質的測試

1. 實驗過程：

- (1) 在實驗(二)的過程中，組員發現正負極的接法不同，電解溶液的結果也不同，如下圖所示。



- (2) 更改實驗的方式，在觀察皿中倒入 20 毫升濃度 5% 的稀硫酸。
- (3) 負極接不鏽鋼浸入稀硫酸溶液中，正極電線直接硫酸溶液，觀察實驗結果(如下頁左下圖所示)。
- (4) 正極接不鏽鋼浸入稀硫酸溶液中，負極電線直接稀硫酸溶液，觀察實驗結果(如右下圖所示)。



2. 實驗結果：

- (1) 電解正負極接法的不同，發現顏色變化也不同。
- (2) 結果的記錄如下表所示。

記錄表 (三)：不同正負極接法電解硫酸溶液

電解硫酸溶液接法	變色情形
負極接不鏽鋼 正極接稀硫酸溶液	
正極接不鏽鋼 負極接稀硫酸溶液	

3. 發現與討論：

依據實驗結果，發現需以正極接不鏽鋼，負極接稀硫酸溶液，才能順利觀察出桃紅色的溶液變化，且較不易損壞不鏽鋼片。

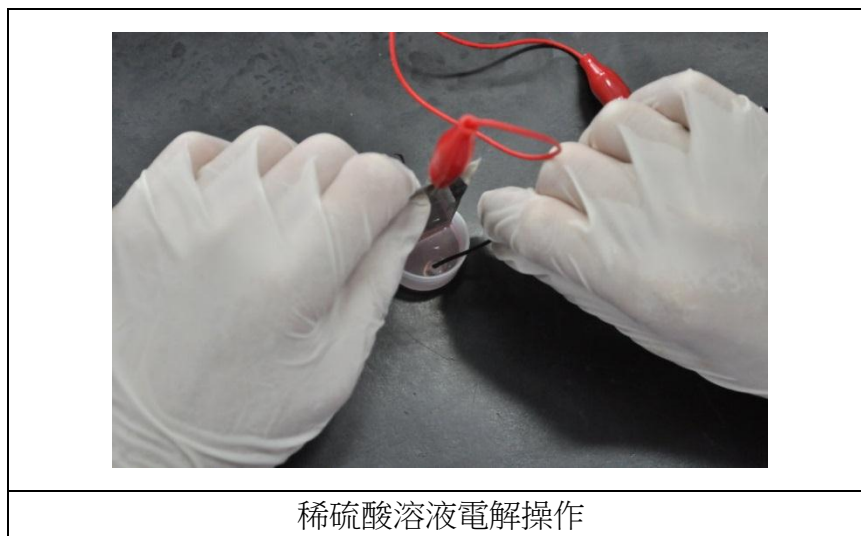
四、探討不同電壓電解硫酸溶液，是否會影響不鏽鋼含錳檢測結果

(一) 實驗四：檢測不同電壓在不鏽鋼中電解硫酸溶液

1. 實驗步驟：

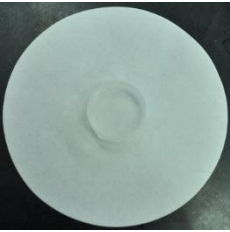
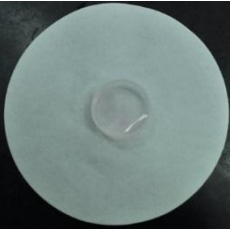
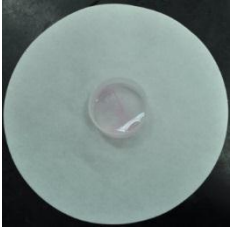
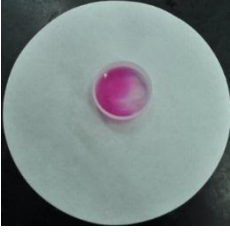
- (1) 準備 8 顆相同的電池，使用電壓器測量每顆電池的電壓是否為 1.5V。
- (2) 串聯不同顆數的電池，形成不同的電壓，依實驗(三)的正負極接法，電解稀硫酸溶液(往後實驗皆以此操作)。

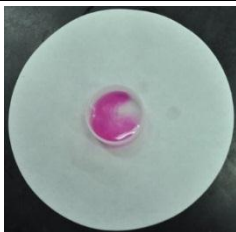
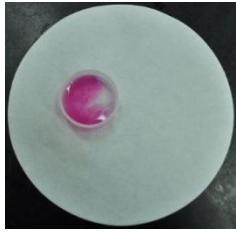
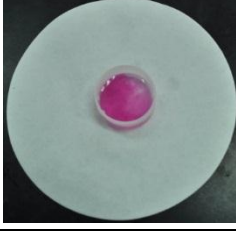
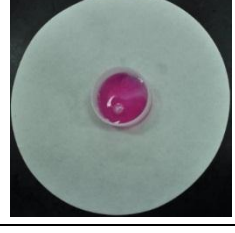
- (3) 將 2 毫升 5% 的稀硫酸倒入塑膠瓶蓋中。
- (4) 將編號 201 不鏽鋼片，一端放入裝有 5% 的稀硫酸的塑膠瓶蓋中。
- (5) 使用不同電壓，分別電解 1 分鐘後，將溶液裝入試管中，觀察變色情形。



2. 實驗結果：

記錄表（四）：不同電壓電解稀硫酸在不鏽鋼片上變色情形

電壓	電解時硫酸反應	反應圖片
1.5V	無反應	
3V	有冒煙，無顏色反應	
4.5V	電解過程中出現桃紅色，但不明顯	
6V	反應顏色呈桃紅色	

7.5V	反應顏色呈桃紅色	
9V	反應顏色呈桃紅色	
10.5V	反應顏色呈桃紅色	
12V	反應顏色呈桃紅色	



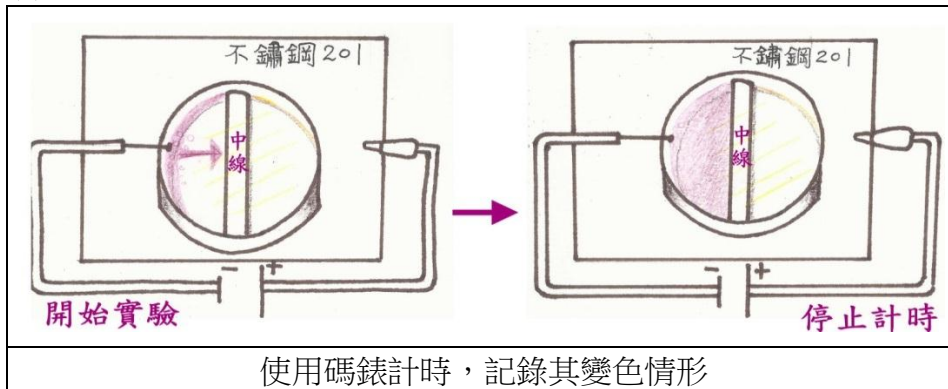
3. 發現與討論：

- (1) 經實驗結果，發現要進行電解反應，至少需要 6V 以上的電壓。
- (2) 組員討論，不同的電壓，反應的速度是否有所差異，需進行電壓與反應速度的實驗。

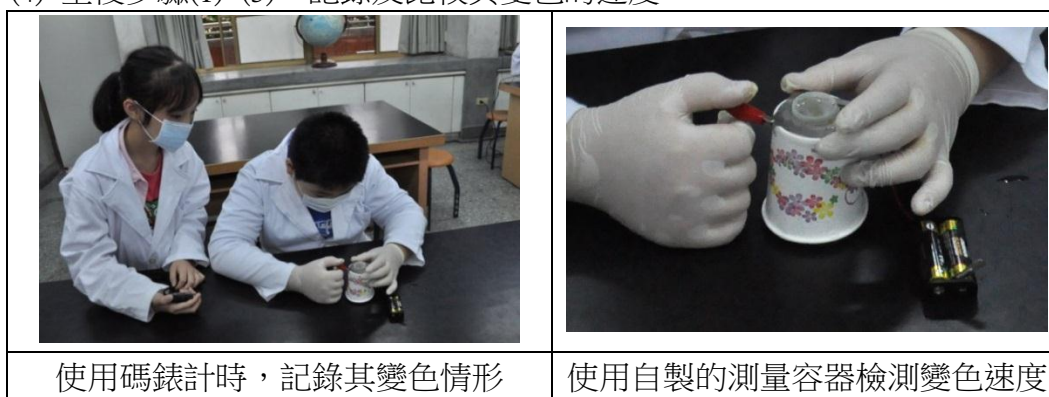
(二) 實驗五：檢測不同電壓在不鏽鋼中電解硫酸溶液

1. 實驗步驟：

- (1) 重複實驗(四)中(1)~(2)步驟。
- (2) 將 2 毫升的稀硫酸裝入自製的測量容器中。
- (3) 使用碼錶計時，待自製的測量容器變色擴散至中線，即停止計時。



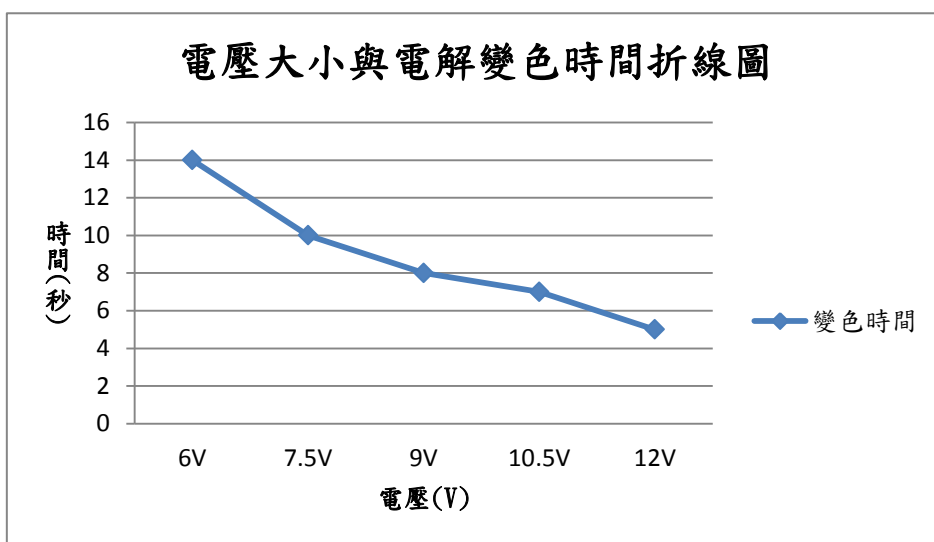
- (4) 重複步驟(1)~(3)，記錄及比較其變色的速度。



2. 實驗結果：

記錄表(五)：不同電壓電解硫酸顏色變化速度

電壓	硫酸完全變色的時間	備註說明
1.5V	∞	無顏色反應，無法計時
3V	∞	無顏色反應，無法計時
4.5V	>30 秒	超過 30 秒，中線未完全變色
6V	14 秒	中線完全變成桃紅色
7.5V	10 秒	
9V	8 秒	
10.5V	7 秒	
12V	5 秒	



3. 發現與討論：


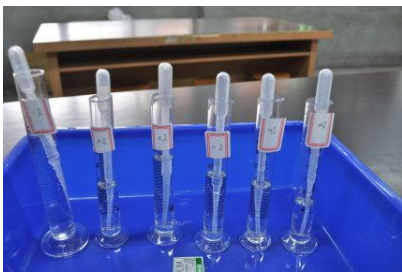
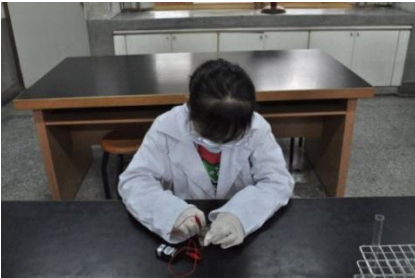

- (1) 經實驗結果，發現電壓愈強，反應的速度愈快。
- (2) 電壓 9V 之後的反應速度增快並不明顯，串聯多顆電池會增加實驗的誤差值及操作的困難。
- (3) 討論結果，決定以單顆 9V 電池為實驗的電壓工具。

五、探討不同濃度硫酸溶液，是否會影響不鏽鋼含錳檢測結果

(一) 實驗六：不同濃度硫酸在不鏽鋼中電解變色情形

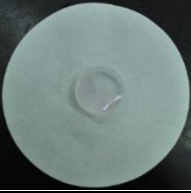
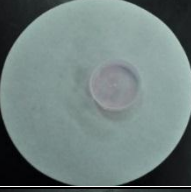

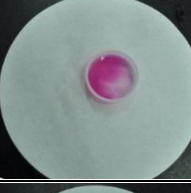
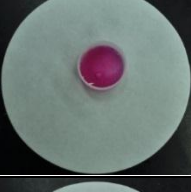
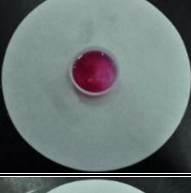

1. 實驗步驟：

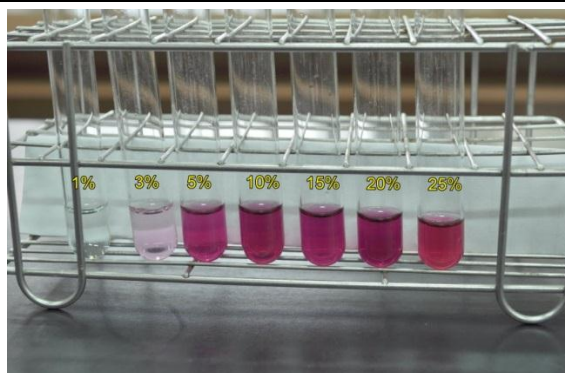
- (1) 調製不同濃度的硫酸溶液(安全性考量，由老師調製)。
- (2) 分別將 2 毫升濃度不同硫酸溶液倒入塑膠瓶蓋中。
- (3) 將編號 201 不鏽鋼片，一端放入裝有硫酸的塑膠瓶蓋中，使用 9V 的電池，電解硫酸溶液，1 分鐘之後，記錄及比較反應情形。

	
<p style="text-align: center;">老師調製不同濃度硫酸</p>	<p style="text-align: center;">不同濃度的硫酸溶液</p>
	
<p style="text-align: center;">電解硫酸溶液</p>	<p style="text-align: center;">將電解後的溶液放入試管中</p>

2. 實驗結果：

記錄表（六）：不同濃度硫酸在不鏽鋼片中電解之後變色情形

硫酸濃度	電解時硫酸反應	反應圖片
1%	無反應，沒有變色	
3%	電解過程中出現桃紅色，但不明顯	
5%	反應顏色呈桃紅色	
10%	反應顏色呈桃紅色	
15%	反應顏色呈桃紅色	
20%	反應顏色呈桃紅色	
25%	反應顏色呈桃紅色	



不同濃度硫酸變色情形

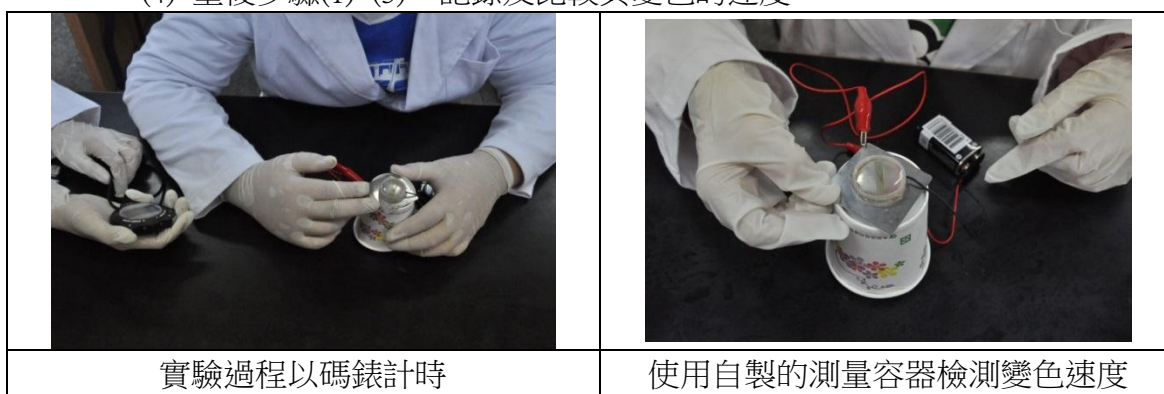
3. 發現與討論：

- (1) 經實驗結果，發現要進行電解反應，至少需要濃度 5% 以上的硫酸溶液。
- (2) 組員討論，不同的濃度，反應的速度是否有所差異，需進行濃度與反應速度的實驗。

(二) 實驗七：不同濃度的硫酸在不鏽鋼中電解速度比較

1. 實驗步驟：

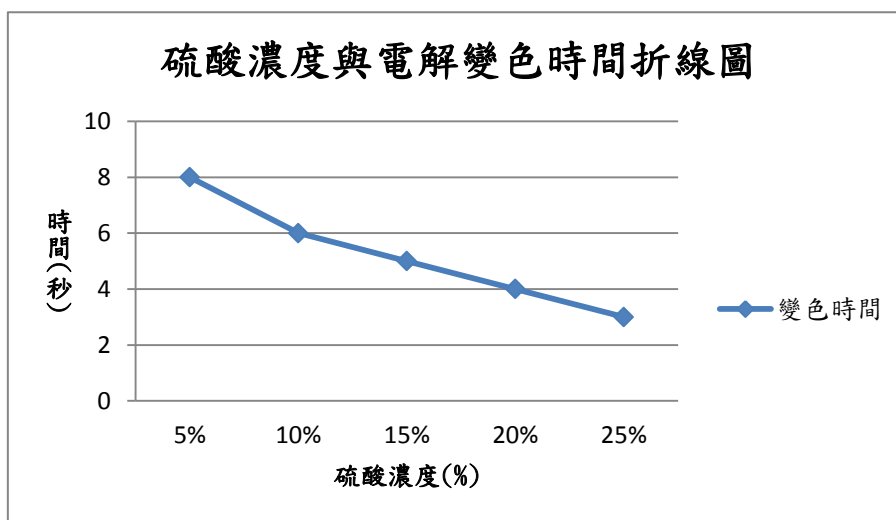
- (1) 調製不同濃度的硫酸溶液(安全性考量，由老師調製)。
- (2) 將濃度不同稀硫酸 2 毫升裝入自製的測量容器中。
- (3) 使用碼錶計時，待自置製測量容器變色擴散至中線，即停止計時。
- (4) 重複步驟(1)~(3)，記錄及比較其變色的速度。



2. 實驗結果：

記錄表(七)：電解不同濃度硫酸變色速度

硫酸濃度	硫酸完全變色的時間	備註說明
1%	∞	無顏色反應，無法計時
3%	>30 秒	超過 30 秒仍未完全變色
5%	8 秒	反應顏色呈桃紅色
10%	6 秒	
15%	5 秒	
20%	4 秒	
25%	3 秒	



3. 發現與討論：

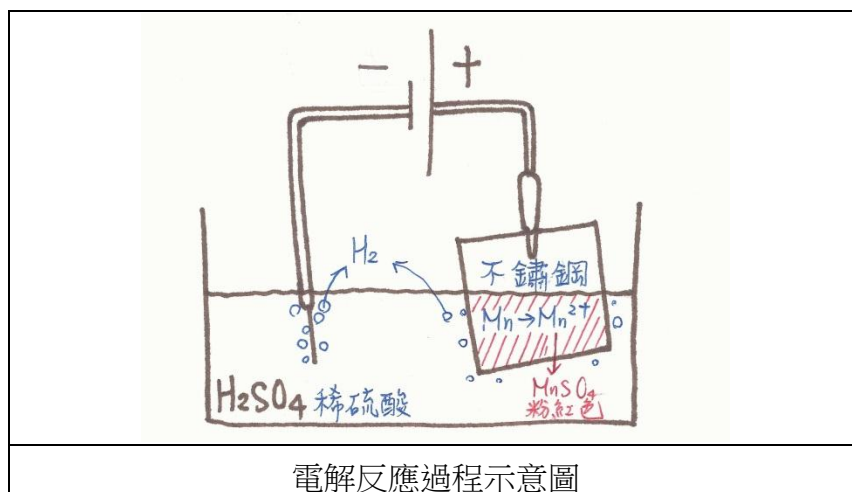
- (1) 經實驗結果，發現濃度愈高，反應的速度愈快。
- (2) 雖然濃度 25%的硫酸反應速度最快，但考量在電解的過程中容易有噴濺狀況，且硫酸會腐蝕皮膚，以安全為優先考量，仍以 5%的稀硫酸為後續實驗的電解溶液。

六、探討不鏽鋼含錳檢測，檢驗溶液變色的原因

蒐集及討論以電解方式檢測不鏽鋼含錳量過高，硫酸溶液變色原因。



- (1) 在電解過程中，透過電池的電解還原反應，稀硫酸溶液的陽離子向【負極】移動，【獲得】電子，形成氫氣釋出。
- (2) 【正極】的不鏽鋼片因【失去】電子，因此解離出正二價的錳離子，進入溶液中和硫酸根離子反應，形成桃紅色的硫酸錳(Manganese Sulfate)，化學式為 $MnSO_4$ (如下圖所示)。
- (3) 如電池的正負極相反，不鏽鋼片無法順利分解出錳離子，因此無法檢驗出不鏽鋼的含錳情形。



七、探討含硫酸根的溶液，是否也能當作檢測試劑

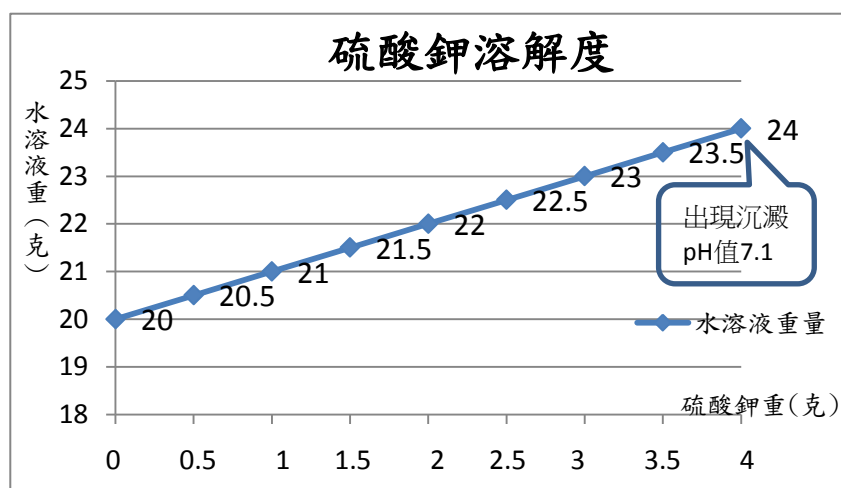
由學校協助購買酸鹼鉀及酸鹼鈉的化學粉末藥劑，進行不銹鋼的電解實驗。

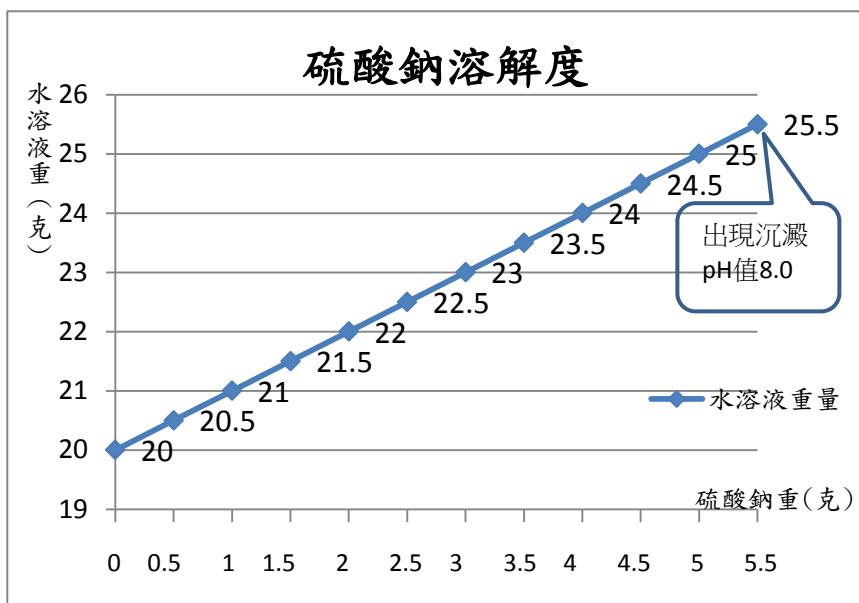
(一) 實驗八：硫酸鉀及硫酸鈉溶液的濃度調製

1. 實驗步驟：

- (1) 25°C 的水 20 毫升，加入 0.5 克的酸鹼鉀粉末，攪拌至完全溶解之後，測量及記錄重量。
- (2) 重複(1)的步驟，直到酸鹼鉀粉末無法再溶解為止，達到飽合溶液時，測量其酸鹼值。
- (3) 更改粉末為酸鹼鈉，重複(1)(2)步驟。
- (4) 在飽合溶液的範圍內，調製不同濃度的硫酸鉀及硫酸鈉溶液。

2. 實驗結果：





3. 發現與討論：

- (1) 硫酸鉀飽合溶液 pH 值 7.1，為中性溶液，硫酸鈉飽合溶液 pH 值 8.0，為鹼性溶液。
- (2) 20 毫升水溶解 4 克的硫酸鉀，即會產生沉澱，換算重量百分濃度為 16.7%。
- (3) 20 毫升水溶解 5.5 克的硫酸鈉，即會產生沉澱，換算重量百分濃度為 21.6%。
- (4) 調配不同濃度的硫酸鉀溶液，以 16.7% 為上限，硫酸鈉溶液以 21.6% 為上限。

(二) 實驗九：不同濃度的硫酸鉀及硫酸鈉溶液在不鏽鋼中電解情形

1. 實驗步驟：

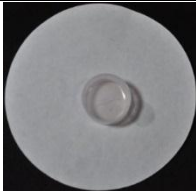

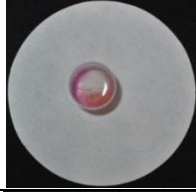

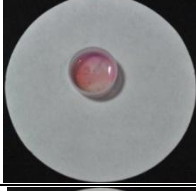
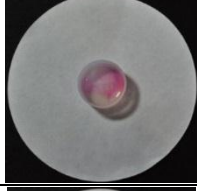
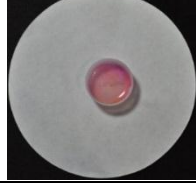
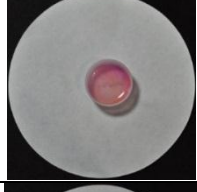
- (1) 在飽合溶液的範圍內，調配酸鹼鉀溶液，最高濃度為 15%，酸鹼鈉溶液最高濃度為 20%。
- (2) 以實驗(六)的操作方式，記錄硫酸鉀及硫酸鈉溶液在不鏽鋼片中電解之後變色情形。
- (3) 以實驗(七)的操作方式，記錄硫酸鉀及硫酸鈉溶液在不鏽鋼片中電解速度比較。
- (4) 實驗結果與硫酸進行比較，選擇安全的電解實驗溶液。

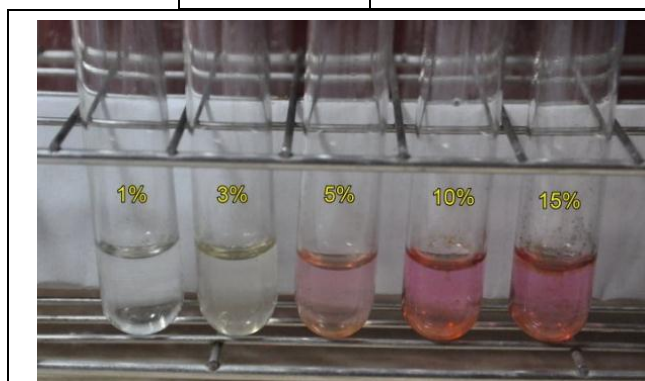
2. 實驗結果：

- (1) 硫酸鉀及硫酸鈉的實驗結果如下：

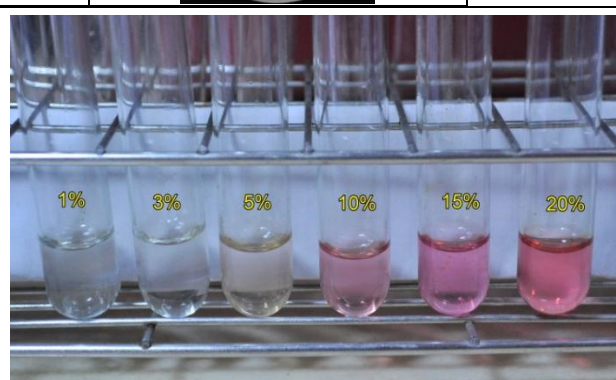
記錄表(八)：電解不同濃度硫酸鉀及硫酸鈉溶液變色情形

濃度	硫酸鉀溶液反應情形	硫酸鈉溶液反應情形
1%		

3%		
5%		
10%		
15%		
20%	已達到飽合溶液	



不同濃度硫酸鉀溶液顏色整合比較



不同濃度硫酸鈉溶液顏色整合比較

記錄表(九): 電解不同濃度硫酸鉀及硫酸鈉溶液變色速度比較

濃度	硫酸鉀溶液變色時間(秒)	硫酸鈉溶液變色的時間(秒)	備註說明
1%	∞	∞	無顏色反應, 無法計時
3%	∞	∞	無顏色反應, 無法計時
5%	20	>30	硫酸鈉有出現桃紅色, 但不明顯
10%	18	25	反應顏色呈桃紅色
15%	16	23	
20%	15	22	
25%	已達到飽合溶液	19	

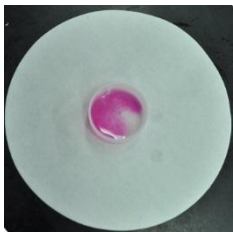
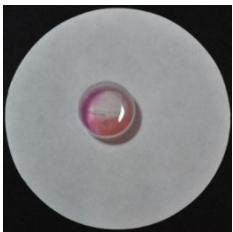
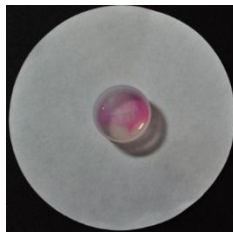
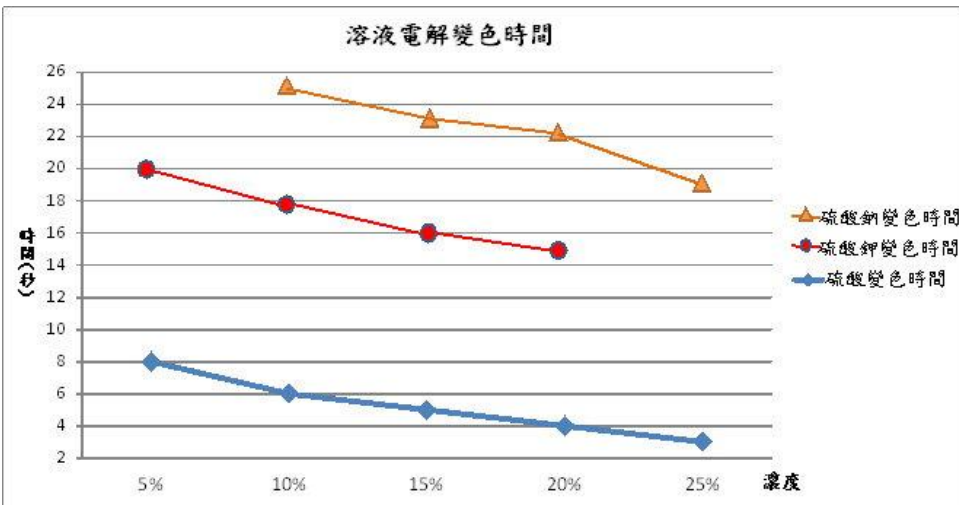
3. 發現與討論：

- (1) 硫酸鉀及硫酸鈉溶液在電解過程中，皆可解離出硫酸根離子，反應成桃紅色的硫酸錳。
- (2) 將反應的結果和硫酸進行比較。

八、硫酸鉀及硫酸鈉溶液和硫酸溶液進行比較，選擇合適的檢驗試劑

1. 將電解溶液的反應結果整理如下表：

記錄表（十）：硫酸鉀及硫酸鈉溶液和硫酸溶液反應結果比較

溶液名稱	硫酸溶液	硫酸鉀溶液	硫酸鈉溶液																								
最低濃度顏色變化情形																											
酸鹼性	酸	中	鹼																								
安全性	腐蝕性高，安全性低	較無腐蝕性，安全性較高	較無腐蝕性，安全性較高																								
電解反應速度比較	 <table border="1"> <caption>溶液電解變色時間數據表</caption> <thead> <tr> <th>濃度</th> <th>硫酸變色時間 (秒)</th> <th>硫酸鉀變色時間 (秒)</th> <th>硫酸鈉變色時間 (秒)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5%</td> <td>8</td> <td>20</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10%</td> <td>6</td> <td>18</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>15%</td> <td>5</td> <td>16</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>20%</td> <td>4</td> <td>15</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>25%</td> <td>3</td> <td>15</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table>			濃度	硫酸變色時間 (秒)	硫酸鉀變色時間 (秒)	硫酸鈉變色時間 (秒)	5%	8	20	-	10%	6	18	25	15%	5	16	23	20%	4	15	22	25%	3	15	19
濃度	硫酸變色時間 (秒)	硫酸鉀變色時間 (秒)	硫酸鈉變色時間 (秒)																								
5%	8	20	-																								
10%	6	18	25																								
15%	5	16	23																								
20%	4	15	22																								
25%	3	15	19																								

2. 發現與討論：

- (1) 發現三種溶液皆含有硫酸根離子，可用於檢測不鏽鋼含錳是否過量。
- (2) 硫酸及硫酸鉀只需 5% 的濃度，即能電解觀察出溶液的桃紅色變化。
- (3) 硫酸具有腐蝕性，危險性較高，硫酸鈉需較高的濃度且反應速度較慢，故採用 5% 硫酸鉀為後續研究的電解溶液。



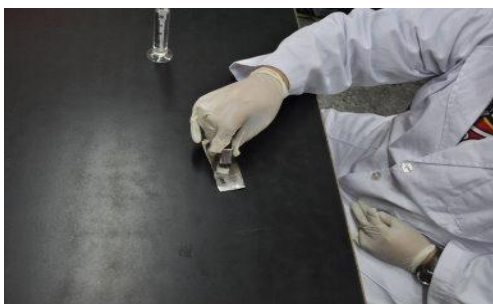

九、製做簡便及安全的檢驗試紙

(一) 實驗十：選用合適的試紙材質

1. 實驗步驟：


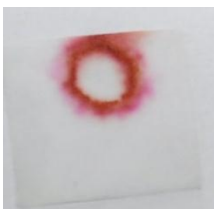
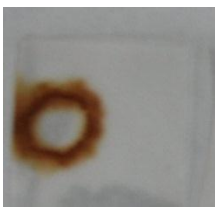
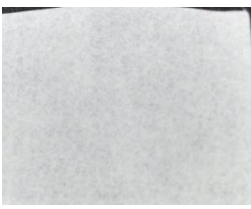
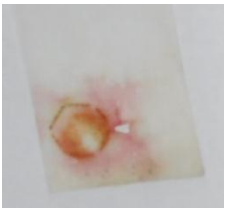
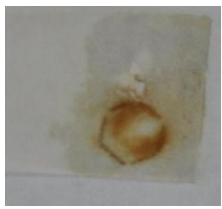
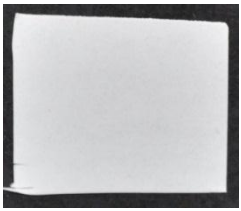


- (1) 同學將蒐集的材質剪裁合適的大小，覆貼於編號 201 不鏽鋼片上。

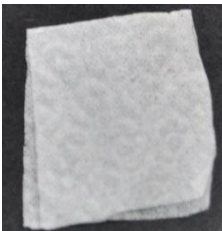
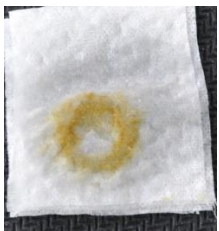

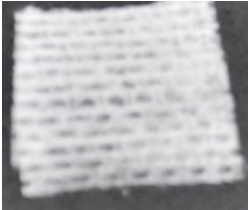

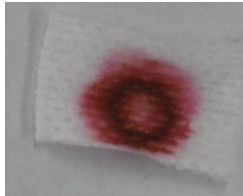
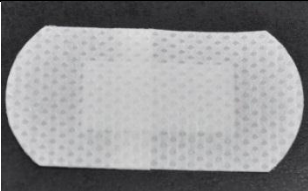


- (2) 將 5% 的稀硫酸溶液滴入材質中，使用 9V 的電池進行電解。
- (3) 2 秒鐘之後移開電池，並將材質靜置 1 分鐘，分別記錄材質顏色變化情形。
- (4) 挑選合適的材質當作檢驗試紙。

	
<p>將蒐集的材質剪裁合適的大小</p>	<p>滴入 5% 的硫酸鉀溶液於材質上</p>
	
<p>電池負極平壓在材質上 正極平壓在不鏽鋼片上</p>	<p>2 秒鐘後移開電池，觀察材質變化情形</p>

2. 實驗結果：

記錄表（十一）：試紙材質檢測

名稱	材質圖	檢驗材質的反應	1 分鐘後材質的變化
濾紙			
白色吸墨紙			
A4 影印紙			

餐巾紙			
紗布			
ok 繃			

3. 發現與討論：

- (1) 實驗結果，A4 影印紙吸水性不佳，無法形成通路，因此無法當做檢測試紙。
- (2) 發現能吸水的材質，皆可以當做檢驗試紙，檢驗結果的顏色比直接電解硫酸鉀溶液深，呈現深桃紅色。
- (3) 放置 1 分鐘後的試紙，皆會漸漸變化成黃褐色，紙製品的檢驗試紙，顏色開始產生變化的時間較快，推論可能因紙製品成份因素，較易形成黃褐色的硫酸鐵，此推論仍有待查證。
- (4) 布製品的檢驗試紙放置 1 分鐘之後，僅有部分區塊產生黃褐色的顏色變化。
- (5) ok 繃兩端有黏著性，可黏著於檢驗物品上，中間不織布的部分可滴入硫酸鉀溶液，且不會溢出至兩端，較紗布安全合適，因此選擇 ok 繃為試紙材質。

(二) 實驗十一：製作加水即可檢測的檢驗試紙



1. 實驗步驟：

- (1) 小組採用兩種方式：

硫酸鉀溶液吹乾法：在 ok 繃上滴入 1 毫升的 5% 硫酸鉀溶液，並使用吹風機吹乾，吹乾後的 ok 繃為檢驗試紙。


硫酸鉀粉末覆蓋法：切開 ok 繃不織布部分，將 0.1 公克的硫酸鉀粉末平均覆蓋在 ok 繃上，再將 ok 繃覆合，即為檢驗試紙。

- (2) 將兩種 ok 繃覆貼於編號 201 不鏽鋼片上中，分別將 1 毫升的水滴入，電解 2 秒後，觀察變化情形。

	
硫酸鉀溶液吹乾法	硫酸鉀粉末覆蓋法

2. 實驗結果：

記錄表（十二）：二種檢驗試紙檢測結果

	
硫酸鉀溶液吹乾法檢測結果	硫酸鉀粉末覆蓋法檢測結果

3. 發現與討論：



- (1) 兩種方法皆可成功的觀察出桃紅色的顏色變化，皆是能使用的方式。
- (2) 考量第二種方式需要使用刀片切割，具有一定的危險性，所以後續實驗採用第一種吹風機吹乾硫酸鉀溶液的方式。

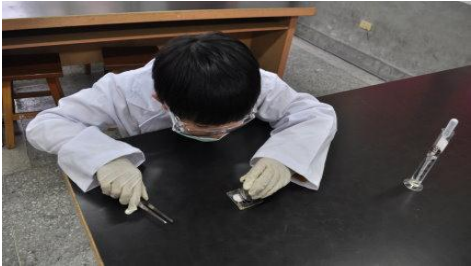

十、使用檢驗試紙檢測不同系列的不鏽鋼，探討變色的情形

(一) 實驗十二：在不同系列的不鏽鋼，電解硫酸鉀溶液，探討變色情形

1. 實驗步驟：






- (1) 蒐集不同系列的不鏽鋼片。
- (2) 將檢驗試紙覆貼於編號不同的不鏽鋼片上，滴入 1 毫升的水。
- (3) 使用 9V 的電池，將電池負極平壓在材質上，正極平壓在不鏽鋼片上，2 秒鐘之後移開電池。
- (4) 重複(2)~(3)步驟，記錄變色結果。

	
不同系列的不鏽鋼片	1 毫升的水滴入檢驗試紙

	
<p>電池負極平壓在材質上 正極平壓在不鏽鋼片上</p>	<p>2 秒鐘之後移開電池</p>

2. 實驗結果：

記錄表（十三）：不同系列不鏽鋼檢測情形

不鏽鋼編號	檢驗試紙的反應	含量
201		<p>錳：5%~10% 鉻：16%~19% 鎳：3.5%~6%</p>
202		<p>錳：5%~10% 鉻：16%~19% 鎳：3.5%~6%</p>
304		<p>錳：2.0% 鉻：18%~20% 鎳：8%~10.5%</p>
316		<p>錳：2.0% 鉻：16%~18% 鎳：10%~14%</p>
430		<p>錳：1.0% 鉻：18% 鎳：0</p>

3. 發現與討論：

(1) 經實驗結果，發現檢驗試紙在 201、202 的不鏽鋼片呈深桃紅色，從含量進

行討論分析，發現是因 201、202 的不鏽鋼片的含錳量較高緣故。

- (2) 檢驗試紙在 304 呈現黃褐色，因鐵離子和硫酸根作用後，產生硫酸鐵，呈現淡黃色到褐色。
- (3) 316、430 的不鏽鋼片顏色沒有改變，依然為白色。
- (4) 304、316、430 的不鏽鋼片的含錳量較低，或未含錳，因此檢驗試紙沒有變成深桃紅色。

十一、 檢測已知含量的不鏽鋼產品，評估實驗可靠性

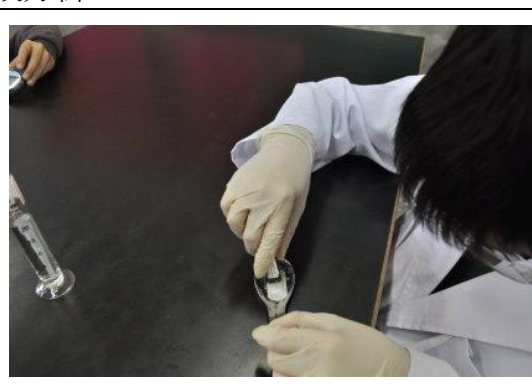
實驗十三：檢驗不鏽鋼產品，並核對 SGS 檢測結果

1. 實驗步驟：

- (1) 經由學校協助，將不鏽鋼產品送至 SGS 進行不鏽鋼含量檢測。
- (2) 將不鏽鋼產品，以檢驗試紙方式進行檢測，觀察及記錄其變色情形。
- (3) 將檢驗結果和 SGS 檢測報告進行比較分析。



將 1 毫升水滴入檢驗試紙(湯匙)



以檢驗試紙方式進行檢測(湯匙)



以檢驗試紙方式進行檢測(餐盒盒身)

SGS
SGS 檢驗有限公司

試驗報告

報告編號: 102-07-0000000000
日期: 102年07月29日

委託單位: 某某公司
委託日期: 102年07月29日
檢驗項目: 不鏽鋼含量
檢驗標準: CNS 14500 (SUS 304)
檢驗方法: 化學分析


元素名稱	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
檢驗結果	0.02	0.33	10.37	0.011	0.001	1.70	13.42
標準值(%)	0.08	1.00	1.00	0.040	0.030	9.00	18.00
	以下	以下	以下	以下	以下	以下	以下

SGS 檢驗有限公司 謹啟


SGS 檢測不鏽鋼含量報告表

2. 實驗結果：

記錄表（十四）：檢驗結果與 SGS 檢測報告表(餐盒盒身)

	SGS 檢測結果							
	化學成份(%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
便當盒身	0.07	0.33	10.37	0.031	<0.001	1.70	13.42	
要求值(304)	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00 ~10.50	18.00 ~20.00	

記錄表（十五）：檢驗結果與 SGS 檢測報告表(湯匙)

	SGS 檢測結果							
	化學成份(%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
湯匙	0.04	0.31	0.23	0.017	0.004	<0.01	12.28	
要求值(430)	0.12 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00 ~18.00	

3. 發現與討論：

- (1) SGS 的檢驗資料發現餐盒盒身的含錳量較高，經由實驗之後，檢驗試紙呈現桃紅色，和 SGS 的檢驗結果相符。
- (2) SGS 的檢驗資料發現湯匙的含錳量較低，經由實驗之後，檢驗試紙呈現微黃色(硫酸鐵)，和 SGS 的檢驗結果相符。
- (3) 由此可證，本次研究實驗的方式可以檢驗出不鏽鋼的含錳是否過量。雖無法檢驗出含錳量的數據，但提供了一個簡易的檢驗方式，讓一般民眾在家，就能檢驗家中不鏽鋼餐具含錳量是否安全。

十二、 國內不鏽鋼餐具規範情形

(一) 市售餐具含錳過量原因

不鏽鋼鋼材 201、202 系列多半為錳含量過高的產品，200 系列之不鏽鋼材主要應用於工業建築，許多圖利的廠商為了降低成本，便採購用於鍋具，加上 200 系列因延展性不夠，難以拉伸成型，便添加過量的「錳」，讓其延展性變好，製作成不鏽鋼餐具使用。在鎳原料上漲，300 系列的鋼材越來越貴的情況下，越多 200 系列的不鏽鋼餐具器皿充斥在臺灣市場上，因為錳含量過高的不鏽鋼器皿，遇酸或遇熱時可能會溶出，因此才會爆出含錳過量的不鏽鋼餐具。

(二) 政府的安全規範

根據經濟部標準檢驗局國家標準第 8499 號規定：編號 201、202 的 200 系不鏽鋼含錳量在 5%~10% 之間；304 系不鏽鋼，含錳量則必須在 2% 以下。對於民眾疑慮，經濟部標準檢驗局指出，目前 CNS12325(金屬製多層菜盒)與 CNS12324(金屬製飯盒)國家標準規定，必須以 304 系不鏽鋼製作餐具，但「國家標準係自願規定，廠商若自願遵守，可以證明自身品質優良，但若不願遵守，也沒有相關罰則。

伍、 研究結果

- 一、從文獻的內容得知不同編號的不鏽鋼有其不同的含量，以及適用的範圍，但廠商因成本的考量，將 200 系的不鏽鋼製作成餐具器皿使用，加上政府尚未在此訂定相關罰則，造成民眾食品安全的疑慮。
- 二、不鏽鋼還有許多其他不同的元素含量，但需更精密的儀器和專業的知識背景才能進行檢驗分析，這對大部分民眾較為困難，因此，提供簡易安全的檢測方式來檢測不鏽鋼產品含錳情形為我們的實驗目的。
- 三、溶液具有導電性才能進電解的實驗，稀硫酸溶液因和錳離子產生硫酸錳，顏色呈現桃紅色，易於觀察，因此可當檢驗試劑。在電解的過程中正極需接觸不鏽鋼片，負極接觸硫酸溶液，才能觀察出溶液的變色情形。
- 四、電壓及濃度愈高，反應速度愈快，含有硫酸根離子的溶液可進行不鏽鋼的檢測，將硫酸、硫酸鉀及硫酸鈉溶液進行比較分析，以安全及便利性為考量，選擇 9V 電壓及 5%的硫酸鉀溶液為檢測的工具。
- 五、選用 ok 繃為試紙的材質，可使用硫酸鉀的溶液吹乾法或粉末覆蓋法，將檢測溶液附著於 ok 繃上，即能完成簡易安全的檢驗試紙製作，應用於不鏽鋼含錳檢測時，只需在檢驗試紙中加水即可進行檢測。
- 六、從 SGS 檢測報告和實驗的結果進行核對分析，可證明本次研究實驗的方式可以檢驗出不鏽鋼的含錳是否過量。雖無法檢驗出含錳量的數據，但提供了一個簡易安全的檢驗方式。
- 七、本次的實驗是以電解的方式，在不鏽鋼片上電解含有硫酸根的溶液，用以檢測不鏽鋼的含錳是否過量，但含錳過量的不鏽鋼在一般酸鹼溶液中，是否會釋放出錳的金屬元素，尚無法證明，也是我們未來的研究方向。
- 八、本次研究的檢測方法，僅供參考使用，在挑選不鏽鋼的餐具時，應挑選具有含量說明，抗腐性較佳的 300 系列產品，使用上較為安全，也希望政府在不鏽鋼餐具的條款及罰則能訂定清楚，讓消費者更有保障。

陸、 參考資料及其他

- 一、不鏽鋼鍋具、餐具選購 4 技巧。Money 錢雜誌 第 78 期，2014.02。
- 二、DIY 揪「含錳」不鏽鋼 硫酸水通電呈桃紅色。中時電子報，2013.11.05。
- 三、不鏽鋼含超「猛」？專家：認明鋼材不必慌。健康 E 世界 第 331 期，2013.12.12。
- 四、不鏽鋼餐具含「錳」！專家教你正確用鍋、洗鍋保健康。親子天下雜誌 第 50 期，

2013.10。

五、不鏽鋼便當盒 檢出含錳超標 0.3 倍。良醫健康網，

網址：<http://health.businessweekly.com.tw/Article.aspx?id=ARTL000004646>

六、不鏽鋼餐具問題 立院研議標示方式。鉅亨網新聞中心，2013.10.17。

七、食品安全/不鏽鋼便當含錳事件。國家環境毒物研究中心。

八、國小自然與生活科技(康軒版)五上第三單元-水溶液。



材料及工程實驗室-台北

試驗報告



報告編號: HK-13-04639X

頁數: 1 OF 1

報告日期: 102年07月29日

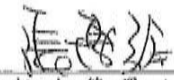
委託單位:
 樣品名稱: 便當盒身x1組
 送驗人員:
 收件日期: 102年07月26日
 試驗日期: 102年07月26日~102年07月29日
 產品規範: 依客戶提供試驗項目及要求實施之-CNS 8499(2005) TYPE 304
 試驗方法: CNS 10006(1984)
 備註: 以上資料由顧客提供(收件及試驗日期除外)

試驗結果:

化學成份(%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
便當盒身	0.07	0.33	10.37	0.031	<0.001	1.70	13.42
要求值(304)	以下	以下	以下	以下	以下	~10.50	~20.00

---- oOo ----

規範要求值僅供參考,合格之判定以委託單位實際要求為準。


 報告簽署人

Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested. This test report cannot be reproduced, except in full, without prior written permission of the Company. 除非另有說明,此報告結果僅對測試之樣品負責。本報告未經本公司書面許可,不可部份複製。

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at www.sgs.com/en/terms-and-conditions/terms-e-document. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

TWA9153951

SGS Taiwan Ltd.
 台灣檢驗科技股份有限公司

35, Wu Chyuan Road, (New Taipei Industrial Park) Wu Ku District, New Taipei City, Taiwan / 新北市五股區(新北產業園區)五權路35號
 t (886-2) 2298-3355 f (886-2) 2298-7857 www.sgs.tw

Member of BRC Form

1010



材料及工程實驗室-台北

試驗報告



報告編號：HK-13-04774X

頁數：1 OF 1

報告日期：102年08月02日

委託單位: [REDACTED]
 樣品名稱: 湯匙x1組
 送驗人員: [REDACTED]
 收件日期: 102年08月02日
 試驗日期: 102年08月02日
 產品規範: 依客戶提供試驗項目及要求實施之-CNS 8499(2005) TYPE 430
 試驗方法: CNS 10006(1984)
 備註: 以上資料由顧客提供(收件及試驗日期除外)

試驗結果:

化學成份(%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
湯匙	0.04	0.31	0.23	0.017	0.004	<0.01	12.28
要求值(430)	0.12 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00 ~18.00

----- oOo -----

規範要求值僅供參考,合格之判定以委託單位實際要求為準。

報告簽署人

Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested. This test report cannot be reproduced, except in full, without prior written permission of the Company. 除非另有說明,此報告結果僅對測試之樣品負責。本報告未經本公司書面許可,不可部份複製。

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at www.sgs.com/terms_e-document.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

TWA 5756078

SGS Taiwan Ltd. | No.35, Wu Chyuan Road, Wu Ku District, New Taipei City, Taiwan / 新北市五股區五權路35號
 台灣檢驗科技股份有限公司 | ☎ (886-2) 2299-3355 | ☎ (886-2) 2299-7857 | www.tw.sgs.com

Member of SGS Group

1010

【評語】 080201

本研究是使用電解法來辨識不銹鋼中含錳量，呼應近日新聞報導不銹鋼便當含錳量過高。實驗有系統地找出檢測含錳的方法，並製作簡易測試紙來檢驗是否含錳。實驗內容充分詳細，並做出分析。口頭報告有條理，整體表現優異。不足之處是僅能作定性的檢測，無法準確地測出含錳的量，需要加強實驗結果的量化，並且增加電化學的背景知識。