

# 不銹鋼也會生銹！別的金屬呢？

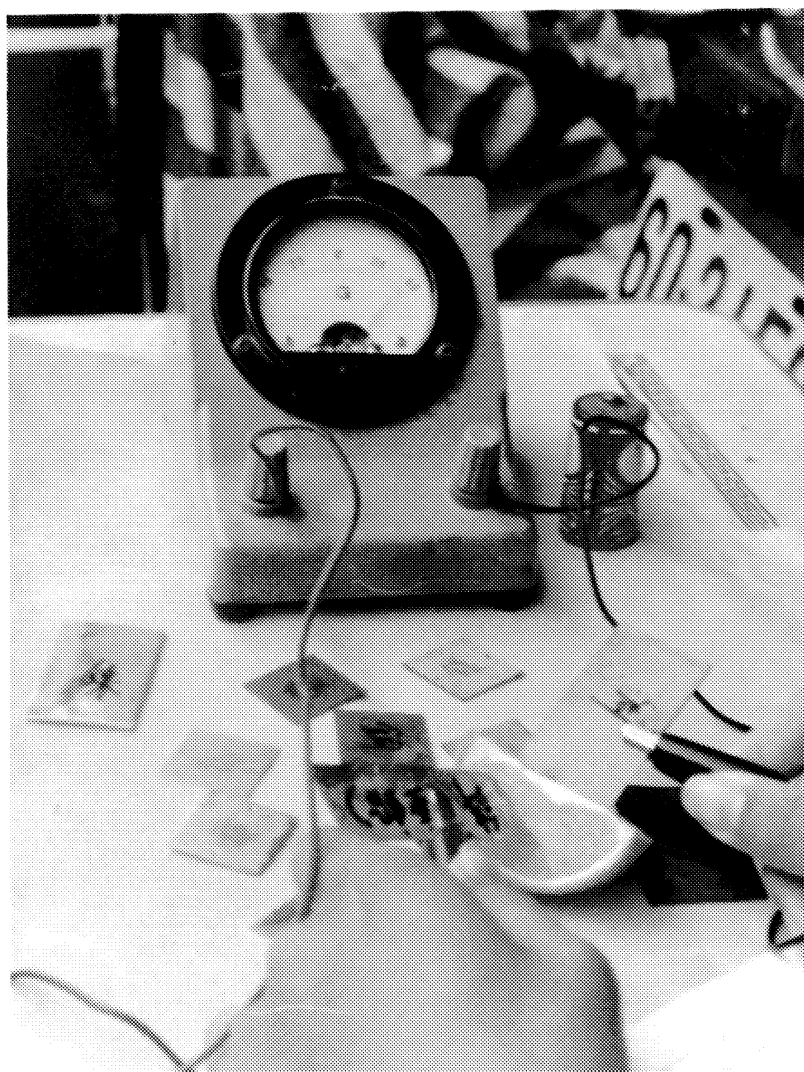
高小組化學科第一名

嘉義市崇文國民小學

作者：陳韻如、周幸蓉

蕭乃菁

指導教師：林國珍



## 一、研究動機

有一天，修理熱水器水管的工匠大叫：「怎麼不銹鋼也會生銹！」我好奇的挨近去看，果然不錯，熱水器要輸送熱水的管子，和不銹鋼水管相連結的地方破了。工匠忙著工作，我在旁邊觀察，腦子一直想：「不銹鋼的管子為什麼會生銹？」「不銹鋼是不會生銹的！」我

百思不解，想不透這個道理，回到學校請教老師。老師說：「這是個很好的問題，我們去年十一月間，上自然科學的第五單元，「鐵生鏽」已實驗過鐵生鏽的道理。鐵生鏽一定要有氧氣和水份。但是除了這兩個因素外，可能還有別的原因，致使金屬生鏽、破洞。我們大家來研究金屬是怎樣生鏽的？於是做了下面的實驗。

## 二、研究目的

- (一)求各種金屬的電位差，並由高電位依次排列。
- (二)異金屬在強力電解和電位差的作用下加速腐蝕。

## 三、研究設備器材

- (一)李中平同學和陳端慧同學搜集實驗用，各種金屬片，70多片。
- (二)木箱由老師親自設計釘製。
- (三)塑膠杯由各位同學，搜集用完的瓶子鋸成的。
- (四)其他：檢流器、螺旋釘、塑膠布、鉗子、起子、鹽600克、柳丁1個。

## 四、實驗過程

### 實驗(一)

1.主題：異金屬電位差距的試驗。

2.方法：

柳丁汁當作導電的水溶液，先把檢流器的夾子，左右各夾一片不同的金屬，同時觸摸剝開的柳丁中，看檢流器指針的跳動，跳動右邊時，左邊的金屬就是高電位。檢流器所顯示的數字越大電位差距越大。觸摸的時間要相等，金屬片必須擦乾。分五組實驗。

3.金屬片：

銅、鎳、鐵、不銹鋼、鉛、鋁、鎘、鋅、鎂。

4.結果：（+正極，高電位；-負極，低電位）。

數字只代表這次試驗電位的差距大或小。

第一組

	鋅	鎂	鎳	鋁	鉛	鐵	不銹鋼	鎳	銅
鎂	-		-	-	-	-	-	-	-
	+ 35		+ 60	+ 55	+ 60	+ 60	+ 60	+ 60	+ 60
順序	2	1		3					

鎂為正極（高電位）的末端。

第二組

	鋅	鎂	鎳	鋁	鉛	鐵	不銹鋼	鎳	銅
銅	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 65	- 65	- 60	- 40	- 25	- 40	- 5	- 10	
順序	2	1	3	5	6	5	8	7	9

銅為負極（低電位）的末端。

第三組

	鋅	鎂	鎳	鋁	鉛	鐵	不銹鋼	鎳	銅
鋅		+	-	-	-	-	-	-	-
		- 55	+ 35	+ 15	+ 50	+ 50	+ 55	+ 50	+ 60
順序	2	1	4	3	5	7	8	7	9

第四組

	鋅		鎂		鎳		鋁		鉛		鐵		不銹鋼		鎳		銅	
鋁		+		+		+				-		-		-		-		-
	-	10	-	60	-	5			+	1	+	5	+	10	+	5	+	10
順序	2		1		4		3		5		6		9		7		9	

第五組

	鋅		鎂		鎳		鋁		鉛		鐵		不銹鋼		鎳		銅	
鐵		+		+		+		+		+				-		-		-
	-	25	-	60	-	10	-	10	-	5			+	35	+	25	+	35
順序	2		1		4		4		5		6		9		7		9	

觀察比較五組的實驗結果，這九種金屬由電位高到電位低的排列順序為①鎂②鋅③鋁④鎳⑤鉛⑥鐵⑦鎳⑧不銹鋼⑨銅。

實驗(二)

1.主題：觀察兩片不同金屬接合在一起，第一組沒有絕緣，第二組完全絕緣，放在各別裝鹽水的塑膠杯裏，加速腐蝕情形。

2.方法：

(1)金屬片的不同搭配

第一組

—   1.	—   2.	—   3.	—   4.	—   5.	—   6.	—   7.	—   8.
┌ 黃 鋁 銅	┌ 青 鋁 銅	┌ 不 鋁 銹 鋼	┌ 生 鋁 鐵	┌ 生 黃 鐵 銅	┌ 生 青 鐵 銅	┌ 生 不 鐵 銹 鋼	┌ 不 黃 銹 鋼 銅
—   9.	—   10.	—   11.	—   12.				
┌ 不 青 銹 鋼 銅	┌ 青 黃 銅 銅	┌ 不 鋼 銹 鋼	┌ 黃 鋼 銅				

第二組

—   1.	—   2.	—   3.	—   4.	—   5.	—   6.	—   7.	—   8.
┌ 黃 鋁 銅	┌ 青 鋁 銅	┌ 不 鋁 銹 鋼	┌ 生 鋁 鐵	┌ 生 黃 鐵 銅	┌ 生 青 鐵 銅	┌ 生 不 鐵 銹 鋼	┌ 不 黃 銹 鋼 銅
—   9.	—   10.	—   11.	—   12.				
┌ 不 青 銹 鋼 銅	┌ 青 黃 銅 銅	┌ 不 鋼 銹 鋼	┌ 青 鋼 銅				

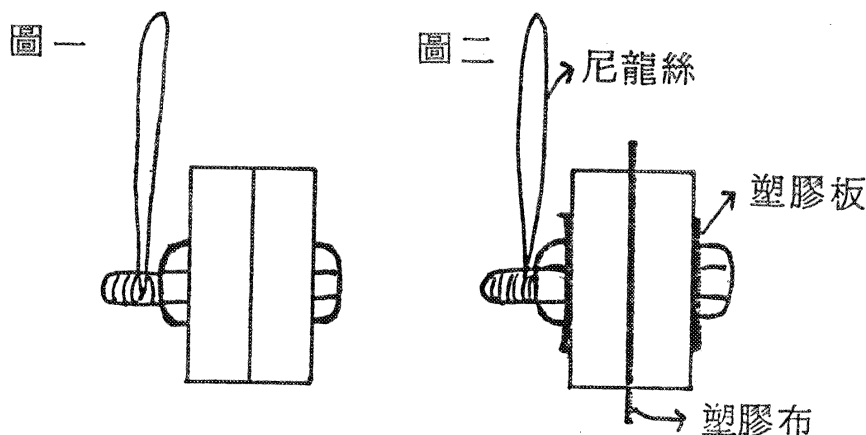
## (2) 金屬片的接合

### 第一組

兩片異金屬用螺旋釘緊接在一起。異金屬間，螺旋釘與金屬間完全沒有絕緣。如一圖

### 第二組

異金屬間，螺旋釘與金屬間完全絕緣。異金屬間夾著塑膠布。螺旋釘本身塗牛油，螺旋釘與金屬間夾著塑膠板。吊絲採用尼龍質的線。螺旋釘、塑膠布、板、尼龍絲採同樣的材料。如二圖



## (3) 鹽水的配製和分裝

8 公升的自來水放 600 公克的粗鹽製成 7% 鹽水。攪拌均勻後平均分裝在 24 個塑膠杯裏，每杯 300 公克。

## (4) 浸鹽水時間

- ㄅ. 每天上午七時到上午十一時，下午一時到下午五時，共八小時。
- ㄆ. 以外的時間，提出掛在實驗箱上供觀察。
- ㄇ. 從一月一日開始浸鹽水，共浸 25 天，每天攪拌鹽水二次。

## 3. 結果：

銹斑程度以下列符號代替：輕微+、中等++、重多+++。

第一組 1 號

第二組 1 號

日數	觀察事項		顏色	銹斑分佈	銹斑程度	顏色	銹斑分佈	銹斑程度
	金屬	觀察處						
第 5 天	鋁	外表面	白	下	++	白	下	++
	黃銅	外表面	赤紅			赤紅		
第 10 天	鋁	交接面	灰白雜黑	上中下	++	白		
	鋁	外表面	灰白	上下	++	灰白	上下	++
	黃銅	交接面	暗紅			赤紅		
	黃銅	外表面	赤紅			赤紅		
第 25 天	鋁	交接面	(解不開)			白粉狀	上下	+
	鋁	外表面	白粉狀	全面	+++	白粉狀	上中下	++
	黃銅	交接面	(解不開)			棕		
	黃銅	外表面	暗紅			淺綠	下	+

第一組 2號

第二組 2號

日數	觀察事項		顏色	銹斑分佈	銹斑程度	顏色	銹斑分佈	銹斑程度
	金屬	觀察處						
第 5 天	鋁	外表面	灰	下	+	灰	上下	++
	青銅	外表面	青黃			青黃		
第 10 天	鋁	交接面	灰白	上中下	++	亮白		
	鋁	外表面	灰	中下	+++	白	上中下	+++
	青銅	交接面	青黃	下	+	亮青		
	青銅	外表面	青黃			青黃		
第 25 天	鋁	交接面	(解不開)			白粉狀	下	+
	鋁	外表面	白粉狀	全面	+++	白	上中下	+
	青銅	交接面	(解不開)			青		
	青銅	外表面	褐帶白			淺綠		



第一組 3 號

第二組 3 號

日 數	觀 察 事 項		顏 色	銹斑分佈	銹斑程度	顏 色	銹斑分佈	銹斑程度
	金	屬						
第 5 天	鋁	外表面	灰白	上 下	++	灰白	中	+
	不銹鋼	外表面	亮白			亮白		
第 10 天	鋁	交接面	灰白	上中下	++	灰白	上中下	++
	鋁	外表面	灰白	上中下	+++	灰白	上中	++
	不銹鋼	交接面	亮白			亮白		
	不銹鋼	外表面	亮白			亮白		
第 25 天	鋁	交接面	(解不開)			灰白	中	+
	鋁	外表面	白粉狀	全 面	+++	白粉狀	中	+
	不銹鋼	交接面	(解不開)			白		
	不銹鋼	外表面	灰白			灰白		

第一組 4 號

第二組 4 號

日 數	觀 察 事 項		顏 色	銹斑分佈	銹斑程度	顏 色	銹斑分佈	銹斑程度
	金 屬	觀 察 處						
第 5 天	鋁	外表面	灰白	下	+	灰白	下	+
	生 鐵	外表面	黑	下	+	黑	下	+
第 10 天	鋁	交接面	褐	上中下	+++	灰白		
	鋁	外表面	灰白	中下	++	灰白	下	+
	生 鐵	交接面	黑			黑		
	生 鐵	外表面	棕	上中下	+++	棕	上中下	+
第 25 天	鋁	交接面	(解不開)			灰白	下	+
	鋁	外表面	白粉狀	全 面	+++	灰白	下	++
	生 鐵	交接面	(解不開)			赤黑	上 下	++
	生 鐵	外表面	棕	全 面	+++	深棕雜黑	全 面	+++

第一組 5號

第二組 5號

日數	觀察事項		顏色	銹斑分佈	銹斑程度	顏色	銹斑分佈	銹斑程度
	金屬	觀察處						
第 5 天	生鐵	外表面	黑	中下	++	黑	中下	++
	黃銅	外表面	赤紅			赤紅		
第 10 天	生鐵	交接面	黑	上中	++	黑		
	生鐵	外表面	棕	上中下	+++	棕	上中下	+++
	黃銅	交接面	紅帶黑			灰紅		
	黃銅	外表面	灰紅			灰紅		
第 25 天	生鐵	交接面	(解不開)			棕和黑	上下	++
	生鐵	外表面	赤黑	全面	+++	赤黑	全面	+++
	黃銅	交接面	(解不開)			暗紅		
	黃銅	外表面	棕			青綠		

第一組 6 號

第二組 6 號

日數	觀察事項		顏色	銹斑分佈	銹斑程度	顏色	銹斑分佈	銹斑程度
	金屬	觀察處						
第 5 天	生鐵	外表面	黑	下	+	黑	中	++
	青銅	外表面	亮青			亮青		
第 10 天	生鐵	交接面	黑	上下	++	黑		
	生鐵	外表面	棕	上中下	+++	棕	上中下	+++
	青銅	交接面	青帶黑			亮青		
	青銅	外表面	青黃			青黃		
第 25 天	生鐵	交接面	(解不開)			黑	上中下	++
	生鐵	外表面	赤黑	全面	+++	赤黑	全面	+++
	青銅	交接面	(解不開)			青		
	青銅	外表面	棕			青黃		

第一組 7 號

第二組 7 號

日數	觀察事項		顏色	銹斑分佈	銹斑程度	顏色	銹斑分佈	銹斑程度
	金屬	觀察處						
第 5 天	生鐵	外表面	黑	中	++	黑	中下	++
	不銹鋼	外表面	亮白			亮白		
第 10 天	生鐵	交接面	黑	中下	++	黑帶紅	上中	++
	生鐵	外表面	棕	上中下	+++	棕	上中下	+++
	不銹鋼	交接面	白帶紅			亮白		
	不銹鋼	外表面	白			白		
第 25 天	生鐵	交接面	(解不開)			黑	上中	++
	生鐵	外表面	赤黑	全 面	+++	赤黑	全 面	+++
	不銹鋼	交接面	(解不開)			亮白		
	不銹鋼	外表面	棕			白雜棕		

第一組 8號

第二組 8號

日數	觀察事項		顏色	銹斑分佈	銹斑程度	顏色	銹斑分佈	銹斑程度
	金屬	觀察處						
第 5 天	不銹鋼	外表面	亮白			亮白		
	黃銅	外表面	亮紅			亮紅		
第 10 天	不銹鋼	交接面	亮白			亮白		
	不銹鋼	外表面	白			白		
	黃銅	交接面	灰紅			灰紅		
第 25 天	黃銅	外表面	暗紅			暗紅		
	不銹鋼	交接面	白帶紅			灰白		
	不銹鋼	外表面	灰白			灰白		
	黃銅	交接面	深棕			棕		
	黃銅	外表面	褐綠色	中下	+	棕帶綠	中下	+

第一組 9 號

第二組 9 號

日 數	金 屬	觀 察 事 項 觀 察 處	第一組			第二組		
			顏 色	銹斑分佈	銹斑程度	顏 色	銹斑分佈	銹斑程度
第 5 天	不銹鋼	外表面	亮白			亮白		
	青 銅	外表面	青			青		
第 10 天	不銹鋼	交接面	亮白			亮白		
	不銹鋼	外表面	白			白		
	青 銅	交接面	青			青		
	青 銅	外表面	灰青	下	+	灰青	下	+
第 25 天	不銹鋼	交接面	灰白			灰白		
	不銹鋼	外表面	灰白			灰白		
	青 銅	交接面	灰青			青		
	青 銅	外表面	灰青	下	+	灰青	下	+

第一組 10 號

第二組 10 號

日數	觀察事項		顏色	銹斑分佈	銹斑程度	顏色	銹斑分佈	銹斑程度
	金屬	觀察處						
第 5 天	青銅	外表面	青			青		
	黃銅	外表面	紅			紅		
第 10 天	青銅	交接面	青帶黑			青		
	青銅	外表面	青			灰青		
	黃銅	交接面	亮紅			紅		
	黃銅	外表面	暗紅			暗紅 淺綠	下	+
第 25 天	青銅	交接面	灰青			灰青		
	青銅	外表面	灰青			灰青		
	黃銅	交接面	暗紅			暗紅		
	黃銅	外表面	棕			棕和綠	下	+



第一組 11 號

第二組 11 號

日 數	觀察事項		顏 色	銹斑分佈	銹斑程度	顏 色	銹斑分佈	銹斑程度
	金 屬	觀察處						
第 5 天	鋼	外表面	灰白	中	+	灰白	下	+
	不銹鋼	外表面	白			白		
第 10 天	鋼	交接面	白帶黑	上 下	++	白帶黑	中	++
	鋼	外表面	赤紅	上中下	+++	赤紅	上中下	+++
	不銹鋼	交接面	白			亮白		
	不銹鋼	外表面	白帶紅			灰白		
第 25 天	鋼	交接面	黑	全 面	+++	灰白帶黑	中	++
	鋼	外表面	暗紅和黑	全 面	+++	暗紅和黑	全 面	+++
	不銹鋼	交接面	白帶黑			灰白		
	不銹鋼	外表面	白帶紅			白帶紅		

第一組 12 號

第二組 12 號

日 數	觀 察 事 項		顏 色	銹 斑 分 佈	銹 斑 程 度	顏 色	銹 斑 分 佈	銹 斑 程 度
	金 屬	觀 察 處						
第 5 天	鋼	外表面	灰白	中下	++	灰白	中下	++
	黃銅青銅	外表面	紅			青		
第 10 天	鋼	交接面	黑雜紅	上中	++	黑	中下	++
	鋼	外表面	赤紅	上中下	+++	赤紅	上中下	+++
	黃銅青銅	交接面	紅雜黑			青		
	黃銅青銅	外表面	棕			青		
第 25 天	鋼	交接面	黑雜白	上中	++	白雜黑	中下	++
	鋼	外表面	暗紅和黑	全 面	+++	暗紅和黑	全 面	+++
	黃銅青銅	交接面	黑			灰青		
	黃銅青銅	外表面	深棕			灰青		

## 五、綜合和結論

### (一)鹽水方面

1. 到第 25 天鹽水減少約 60 克 ( $\frac{1}{5}$ )

2. 第 6 天 (  $\begin{array}{cccc} \text{—} & \text{—} & \text{—} & \text{—} \\ | & | & | & | \\ 4. & 5. & 6. & 7. & 11. & 12. \end{array}$  ) 鹽水裏出現淡紅色溶液，第 10 天就很顯著。

3. 第 10 天 (  $\begin{array}{cccc} \text{—} & \text{—} & \text{—} & \text{—} \\ | & | & | & | \\ 1. & 2. & 3. & 4. \end{array}$  ) 鹽水裏出現白色溶液，第 12 天就很顯著。

### (二)顏色方面

1. 鐵由黑色，從第 8 天就成棕色，而最後成赤黑色。
2. 鋼由銀白色從第 10 天就成暗紅，而最後成赤黑色。
3. 鋁由銀白色，變成灰白，而成粉末狀。
4. 不銹鋼、青銅、黃銅的變化較少，由亮而成灰白，灰青，灰紅色。

### (三)從外表面看

1. 鋁跟黃銅、青銅、不銹鋼、鐵 (  $\begin{array}{cccc} \text{—} & \text{—} & \text{—} & \text{—} \\ | & | & | & | \\ 1. & 2. & 3. & 4. \end{array}$  )，鋁銹得很厲害

， (  $\begin{array}{c} \text{—} \\ | \\ 1 \end{array}$  ) 最重。

2. 鐵跟鋁、黃銅、青銅、不銹鋼 (  $\begin{array}{cccc} \text{—} & \text{—} & \text{—} & \text{—} \\ | & | & | & | \\ 4. & 5. & 6. & 7 \end{array}$  )，鐵銹得很厲害

。(  $\begin{array}{c} \text{—} \\ | \\ 7 \end{array}$  ) 的不銹鋼被鐵銹包住了， (  $\begin{array}{c} \text{—} \\ | \\ 4. \end{array}$  ) 鐵銹得普通，鋁較

嚴重。

3. 鋼跟不銹鋼、黃銅 (  $\begin{array}{c} \text{---} \\ | \quad | \\ \hline 11.12. \end{array}$  )，鋼銹得厲害，而鋼出現白色斑

點。

4. 黃銅、青銅、不銹鋼都不嚴重 (  $\begin{array}{c} \text{---} \text{---} \text{---} \\ | \quad | \quad | \\ \hline 8.9.10. \end{array}$  )。

5. 鐵跟黃銅 (  $\begin{array}{c} \text{---} \\ | \\ \hline 5. \end{array}$  )，鐵跟青銅 (  $\begin{array}{c} \text{---} \\ | \\ \hline 6. \end{array}$  )，鋼跟黃銅 (  $\begin{array}{c} \text{---} \\ | \\ \hline 12. \end{array}$  )，鐵跟

鋼從外面看都銹得嚴重，但從側面看 (  $\begin{array}{c} \text{---} \text{---} \\ | \quad | \\ \hline 5.6. \end{array}$  ) 的鐵銹已漫衍

到銅裏，而 (  $\begin{array}{c} \text{---} \\ | \\ \hline 12. \end{array}$  ) 沒有。

6. (  $\begin{array}{c} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \\ \hline 1.2.3.4.5.6.7. \end{array}$  ) 的螺旋釘，銹得解不開，兩片金屬都卡

住了。從側面看兩片金屬的交接處，第一組比第二組銹得嚴重。

7. (  $\begin{array}{c} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \hline 1.2.3.4. \end{array}$  ) 鋁銹得厲害，但比 (  $\begin{array}{c} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \hline 1.2.3.4. \end{array}$  ) 輕微。

8. (  $\begin{array}{c} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \hline 4.5.6.7. \end{array}$  ) 鐵跟第一組相同銹得厲害，但側面交接處，沒

有鐵銹漫衍。

9.  $\begin{matrix} \text{—} & \text{—} \\ | & | \\ \hline 11. & 12. \end{matrix}$  鋼跟第一組一樣銹得厲害，但側面交接處，沒有鋼

銹浸衍。

(四)從交接面看：

1. 第二組的都比第一組輕微，黃銅、青銅、不銹鋼都保持原來

的狀況，除了  $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 11. \end{matrix}$  的不銹鋼有黑斑， $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 12. \end{matrix}$  的黃銅成黑色

， $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 5. \end{matrix}$  的黃銅部分成黑色， $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 6. \end{matrix}$  的青銅部分成黑色， $\begin{matrix} \text{—} & \text{—} \\ | & | \\ \hline 11. & 12. \end{matrix}$

的鋼銹成黑色和白色相雜各一半。

2.  $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 8. \end{matrix}$  黃銅成深棕色，不銹鋼成白帶紅，有一層白膜。

3.  $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 8. \end{matrix}$  黃銅成棕色，不銹鋼保持銀白色。

4.  $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 9. \end{matrix}$  青銅保持灰黑色，不銹鋼成灰白色，有一層白膜。

5.  $\begin{matrix} \text{—} \\ | \\ \hline 9. \end{matrix}$  青銅保持灰青色，不銹鋼保持銀白。

(五)從上面綜合實驗的結果發現：

1. 鋁跟黃銅、青銅、鐵、不銹鋼連接在一起，鋁會被銹掉。
2. 鐵跟黃銅、青銅、不銹鋼連接在一起，鐵會被銹掉。
3. 鋼跟不銹鋼、黃銅、青銅連接在一起，鋼會被銹掉。
4. 生鐵跟鋼連在一起，鐵會被銹掉。

(六)從綜合實驗一和實驗二來看：

1. 實驗一的結果是：各種金屬，由電位高到電位低的排列順序為——鋁→鐵→不銹鋼→銅。
2. 實驗二，第一組因兩片金屬沒有絕緣，在強力電解和電位差的作用下，由高電位一方金屬的電子加速流到低電位金屬裏，所以高電位金屬會加速腐蝕。
3. 實驗二第二組，因兩片金屬完全絕緣，沒有電子的流動，所以兩片金屬間的腐蝕情形，輕微或沒有。

(七)從上面的結果，我們又發現：

1. 金屬腐蝕的程度跟電位有關係，電位越高越易生銹。不論在第一組，第二組電位高的銹得厲害。如鋁、鐵、鋼。電位低的都不嚴重，如不銹鋼、黃銅、青銅。
2. 異金屬連在一起，電位高的金屬，除了本身易銹外，會被低電位金屬銹掉，所以腐蝕的程度較嚴重。
3. 不銹鋼跟銅連在一起，不銹鋼會被銹掉。只要不銹鋼的電位比銅高。不銹鋼被銹的條件跟它的成份有關係，或在高溫度的環境下，或鹽分高的海岸地區，可能加速它的腐蝕。要防止銹蝕，異金屬不宜連接在一起，如要連接在一起，必須絕緣。

評語：實驗檢討不銹鋼生銹之原因，並推論其他金屬生銹之可能。

- (1)頗有創意。
- (2)思考尚周密。
- (3)實驗過程尚完整。
- (4)結果亦正確。