

花蓮縣第 65 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書



科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：不同金屬和鐵混合在食鹽水中氧化情形之探討

關 鍵 詞：氧化反應、金屬、食鹽水

編 號：

目錄

摘要	2
壹、前言	3
貳、研究設備及器材	4
參、研究流程與方法	5
肆、研究結果	8
伍、結論	23
陸、建議	24
柒、參考資料及其他	24

摘要

金屬生鏽是一種氧化反應現象，那鐵和金屬混合後氧化反應會改變嗎？我們想要了解，因此設計了幾項實驗來研究金屬相關的氧化放熱反應。首先，我們比較了有無活性碳的鐵和金屬混合物(簡稱鐵/金屬物)在氧化過程中的放熱差異，從溫度數據中得知，有活性碳氧化反應較劇烈，有明顯的溫度上升，且混合物顏色略深，部分成紅棕色，故推測活性碳是影響鐵/金屬物溫度變化的重要一員，可能為催化劑。

鐵/金屬物的氧化放熱情形，發現溫度變化：鎂>鋅>銅>鋁粉，推測與金屬活性大小有關，但鋁粉溫度上升並不明顯，推測是因為一開始進行氧化，會先形成薄薄一層緻密的氧化鋁在其表層，使其無法再繼續氧化，因此無法測得溫度變化。

食鹽水濃度對鐵/金屬物氧化放熱的影響，食鹽水濃度對鐵/金屬物溫度上升有些微影響，食鹽水濃度越高，溫度變化越明顯。最後，攪拌次數對鐵/金屬物氧化放熱過程的影響，攪拌次數確實會影響氧化溫度變化，因為攪拌會增加氧化反應速率。

壹、前言

一、研究動機

看到媽媽每次擦拭爐台時，爐具旁邊都有殘留鹽巴，一時引起我的好奇心，爐具是鐵合金製品，那麼每次掉落的鹽巴會不會影響爐具，加速爐具的氧化生鏽呢？這情形很像鐵生鏽氧化實驗，於是和老師討論後，就著手查閱過往科展有關鐵氧化實驗，發現這個題目到現在還是有很多人在探討，但我仍好奇不同金屬的鐵合金，他們氧化放熱情形會不會因為食鹽水濃度而有所不同，甚至攪拌會不會加速反應呢？因此就決定進行鐵和不同金屬混合後的氧化放熱實驗。

二、研究目的

(一)比較活性碳對鐵氧化放熱情形之比較

固定食鹽水濃度，比較鐵有無添加活性碳，其氧化放熱情形

(二)鐵和不同金屬(鎂、銅、鋁、鋅)混合後，其氧化放熱情形之探討

固定食鹽水濃度，添加活性碳，其氧化放熱情形

(三)食鹽水濃度對鐵混合物氧化放熱情形之探討

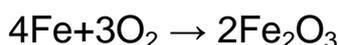
改變食鹽水濃度，添加活性碳、紀錄鐵和不同金屬混合後，其氧化放熱情形。

(四)金屬混合後攪拌次數對鐵氧化放熱情形之探討

固定食鹽水濃度，添加活性碳、改變攪拌次數，紀錄鐵和不同金屬混合後，其氧化放熱情形。

三、文獻探討

(一)鐵生鏽機制：



(二)金屬氧化反應：

每種金屬對氧的活性都不同，氧是活潑的元素，容易和不同元素形成氧化物，而元素和氧反應稱為氧化反應，金屬生鏽是一種緩慢地氧化反應。其中金屬活性大小是鎂〉鋁〉鋅〉鐵〉銅。在氧氣和水充足的情況下，鐵會完全氧化成鐵鏽。

而鋁的氧化非常緩慢，因為氧氣在鋁的表面生成了一層緻密的氧化鋁膜，此反應稱為鈍化。(鈍化是使金屬表面轉化為不易氧化的狀態)

貳、研究設備器材

一、實驗器材：

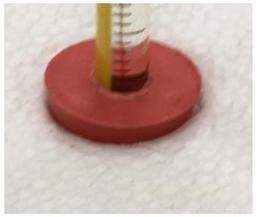
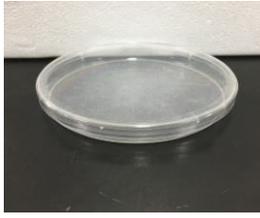
			
保麗龍盒	橡皮塞	溫度計	量筒
			
100ml 燒杯	藥勺	電子秤	玻棒
			
研鉢	滴管	培養皿	

表 1：實驗器材

二、實驗藥品：

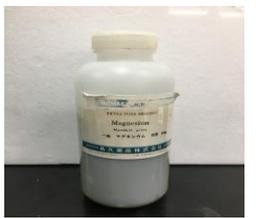
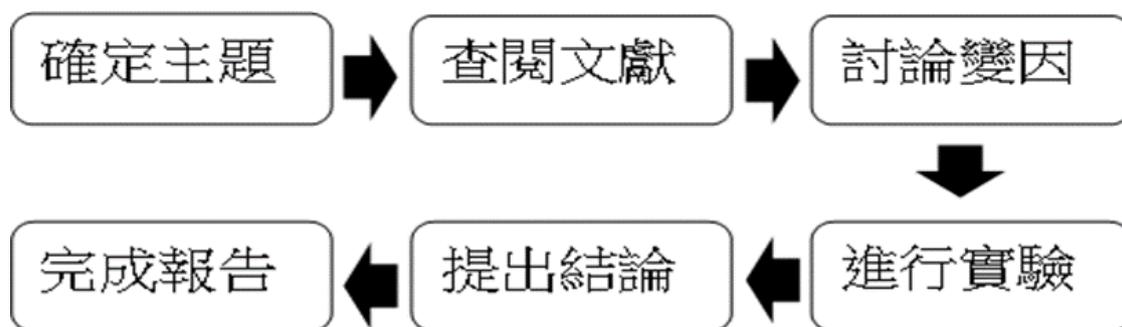
			
鐵粉	鎂粉	銅粉	鋅粉
			
鋁粉	活性炭	食鹽	

表 2：實驗藥品

參、研究過程及方法

一、研究流程與架構：



1. 確定主題：我們想探討金屬氧化反應的現象，因此設計了幾項實驗來研究相關的氧化放熱反應。
2. 查閱文獻：從網路和書籍中尋找資料，了解金屬氧化反應原理及實驗設計方法。
3. 討論變因：討論不同金屬和鐵混合在不同食鹽濃度下，金屬氧化情形。
4. 設計實驗：利用保麗龍將不同金屬和鐵及食鹽混合後，置於燒杯中測試氧化後的溫度上升情形。
5. 進行實驗：紀錄氧化後溫度變化。

二、研究方法與步驟

(一)比較活性碳對金屬氧化放熱情形之比較

實驗條件：固定食鹽水濃度 7.7%，不攪拌

實驗步驟：

1. 秤取食鹽 0.1 克於 1.2 毫升水中，配置成食鹽水濃度 7.7%
2. 秤取 8 克鐵於燒杯中
3. 將食鹽水放入鐵粉燒杯中，不攪拌，不添加活性碳。
4. 將燒杯放置在保麗龍盒中，並紀錄溫度計溫度。
5. 改變步驟 3，添加活性碳 0.4 克，重複實驗 4。



圖 1：實驗裝置圖

(二)鐵和不同金屬(鎂、銅、鋁、鋅)混合後，其氧化放熱情形之探討

實驗條件：固定食鹽水濃度 7.7%、一組有添加活性碳 0.4 克

實驗步驟：

1. 秤取食鹽 0.1 克於 1.2 毫升水中，配置成食鹽水濃度約 7.7%
2. 秤取 8 克鐵和 1 克銅粉，質量比 8：1 混合於燒杯中
3. 秤取活性碳 0.4 克，混合於金屬燒杯中
4. 將食鹽水放入混合金屬燒杯中，混合物不攪拌。
5. 將燒杯放置在保麗龍盒中，並紀錄溫度計溫度。
6. 改變不同金屬(鎂粉、鋅粉及鋁粉)重複實驗，紀錄溫度。

(三)食鹽水濃度對鐵混合物氧化放熱情形之探討

實驗條件：活性碳 0.4 克、改變食鹽水濃度

實驗步驟：

1. 改變食鹽水濃度，為 7.7%、14.3%、20%、25%、29.4%
2. 秤取 8 克鐵和 1 克銅粉，質量比 8：1 混合於燒杯中
3. 秤取活性碳 0.4 克，混合於金屬燒杯中
4. 將食鹽水放入混合金屬燒杯中，混合物不攪拌。
5. 將燒杯放置在保麗龍盒中，並紀錄溫度計溫度。
6. 改變不同金屬(鎂粉、鋅粉及銅粉)重複實驗，紀錄溫度。

(四)金屬混合後攪拌次數對鐵氧化放熱情形之探討

實驗條件：固定食鹽水濃度 7.7%、活性碳 0.4 克、改變攪拌次數

實驗步驟：

1. 改變食鹽水濃度，為 7.7%
2. 秤取 8 克鐵和 1 克銅粉，質量比 8：1 混合於燒杯中
3. 秤取活性碳 0.4 克，混合於金屬燒杯中
4. 將食鹽水放入混合金屬燒杯中，將混合物攪拌 60 次/分。
5. 將燒杯放置在保麗龍盒中，並紀錄溫度計溫度。
6. 改變不同金屬(鎂粉、鋅粉及鋁粉)重複實驗，紀錄溫度。

肆、實驗結果與討論

一、比較活性碳對金屬氧化放熱情形之比較

(一)鐵

實驗條件：食鹽 0.1 克配置 1.2 毫升食鹽水濃度 7.7%、鐵和金屬質量比 8:1(克)

一組有添加活性碳 0.4 克，一組沒有、攪拌 60 次，

實驗紀錄：

短時間氧化		
min/°C	無活性碳	有活性碳
0	18	18
1	19	22.5
2	18.5	23
3	19	24
4	19	24
5	19	25
6	19	25
7	19	25.5
8	19	25.5
9	20	26
10	20	26
溫差	2	8

長時間氧化		
hr/°C	無活性碳	有活性碳
0	18	18
1	19	34
2	19	36
3	19	30.5
4	19	21

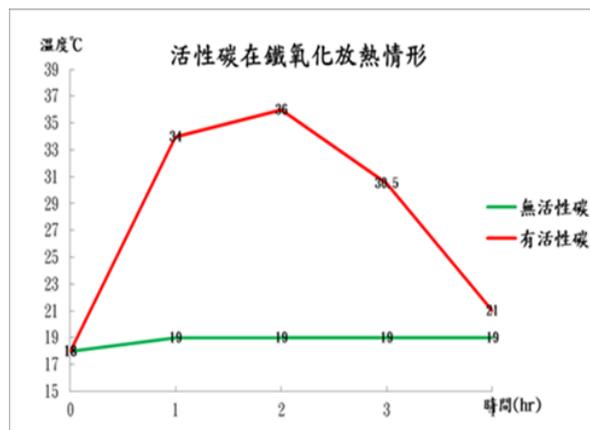
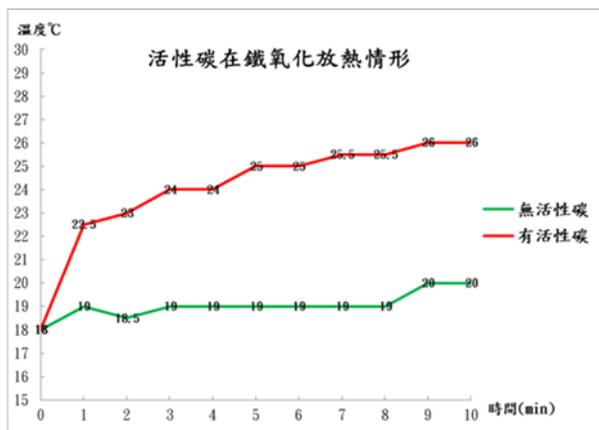


圖 2：活性碳對鐵氧化溫度變化圖



▲無添加活性碳

▲有添加活性碳

圖 3：活性碳對鐵氧化圖

結果:從實驗數據中得知，不管是幾分鐘會數小時的氧化放熱，鐵中有加活性碳者，有明顯的溫度上升，但是經過 2 小時溫度下降，猜測是氧化反應結束。但沒有加活性碳的鐵，溫度變化很小。故推測活性碳在鐵氧化實驗中是影響溫度的重要一員。

(二)鐵粉+銅/鎂/鋅/鋁粉

實驗條件：鐵粉 8 克、銅/鎂/鋅/鋁粉、

食鹽 0.1 克配置 1.3 毫升食鹽水濃度 7.7%，攪拌 60 次

A. 鐵和銅粉混合

短時間氧化		
min/°C	有活性碳	無活性碳
0	18	22
1	22.5	23
2	23	23
3	24	23
4	24	23.5
5	25	23.5
6	25	24
7	25.5	24
8	25.5	24.5
9	26	24.5
10	26	25
溫差	8	3

長時間氧化		
hr/°C	有活性碳	無活性碳
0	18	18
1	30	22.5
2	37	22.5
3	38.5	23
4	34	25
5	33	28

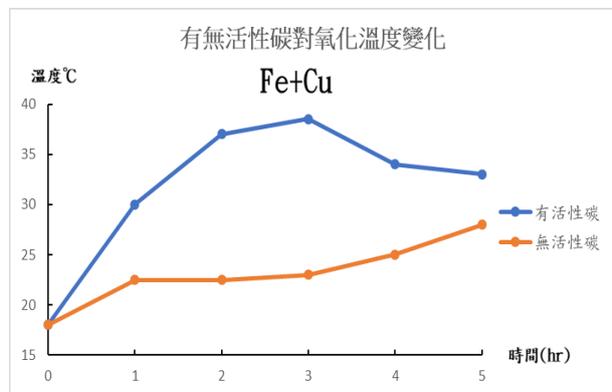
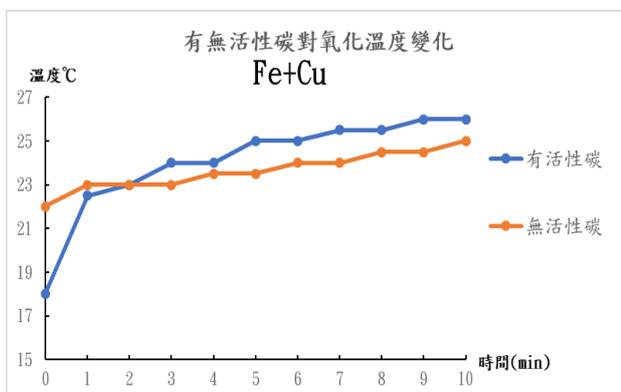
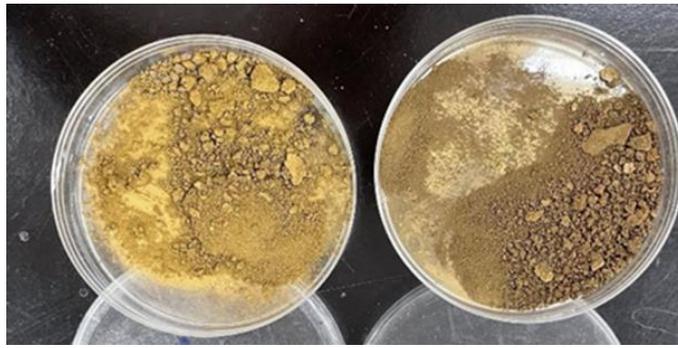


圖 4：活性碳對鐵+銅溫度變化圖



▲無添加活性碳

▲有添加活性碳

圖 5：活性碳對鐵+銅氧化圖

結果:鐵/銅加入活性碳有明顯的溫度上升，最高溫是反應 3 小時的 38.5°C，且鐵/銅氧化物的顏色比未加活性碳更深。未加活性碳的鐵/銅相較於有加活性碳者，溫度變化不明顯，但卻能長時間維持溫度，並緩緩升高，推測是因為內部氧氣含量充足，且金屬粉末未完全氧化。

B. 鐵和鎂粉混合

短時間氧化		
min/°C	有活性碳	無活性碳
0	20	22
1	22.5	24
2	23.5	24.5
3	24	24.5
4	25	24.5
5	25	25
6	25.5	25
7	26.5	25
8	26.5	25
9	27	25
10	27.5	25.5
溫差	3.5	3.5

長時間氧化		
hr/°C	有活性碳	無活性碳
0	20	22
1	45	23
2	36	23
3	30	23
4	27	24
5	26	25

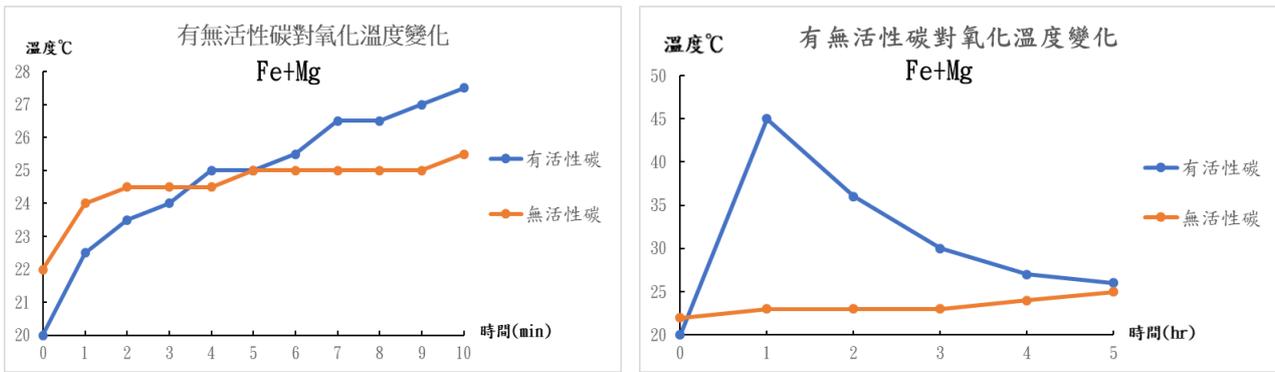


圖 6：活性碳對鐵+鎂溫度變化圖

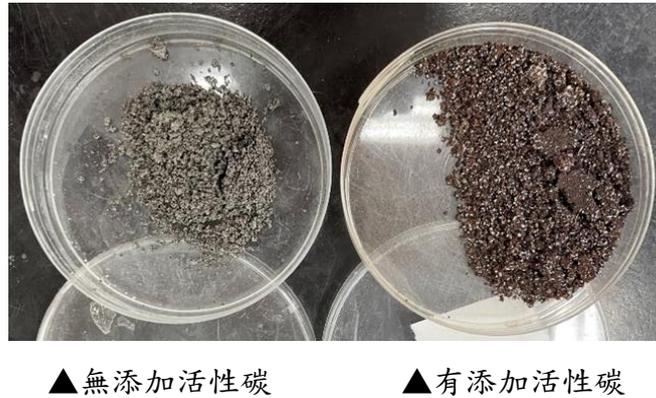


圖 7：活性碳對鐵+鎂氧化圖

結果：鐵/鎂加入活性碳溫度在反應 1 小時達到最高溫 45°C，溫差 25°C，從鐵/鎂氧化物中發現顏色較深，故推測活性碳是影響溫度的重要一員，應為催化劑；鐵/鎂未加活性碳，溫度有變化，但變化不大，維持在某個溫度範圍數小時。推測是因為內部氧氣含量充足，且金屬粉末未完全氧化。

C. 鐵和鋅粉混合

短時間氧化		
min/°C	有活性碳	無活性碳
0	20	22
1	21.5	22
2	22	23
3	22.5	23.5
4	23	23.5
5	23	24
6	24	24
7	24.5	24
8	25	24
9	25	24.5
10	25	25
溫差	5	3

長時間氧化		
hr/°C	有活性碳	無活性碳
0	20	22
1	27	23
2	26	22.5
3	26	22
4	27	23
5	27	23

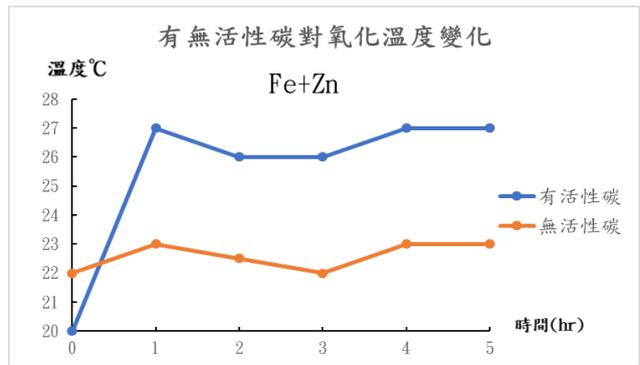
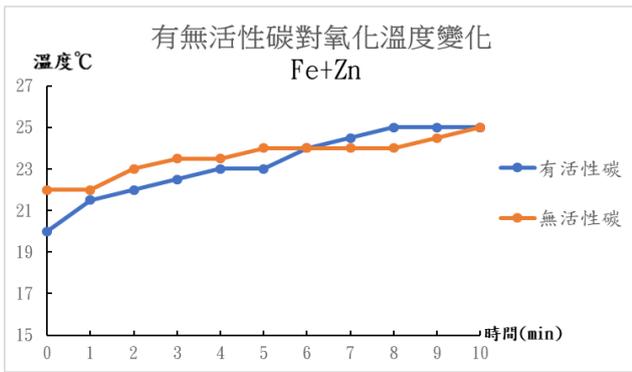


圖 8：活性碳對鐵+鋅溫度變化圖



▲無添加活性碳

▲有添加活性碳

圖 9：活性碳對鐵+鋅氧化圖

結果:鐵/鋅加入活性碳溫度有明顯上升，在氧化反應 1 個小時溫度達到最高點，然後維持溫度數小時，且鐵/鋅氧化物顏色更深，成紅棕色，故推測活性碳是影響溫度的重要一員，應為催化劑；鐵/鋅未加活性碳相較於有加活性碳者，溫度上升較不明顯，但卻能長時間維持溫度，並緩緩升高，推測是因為內部氧氣含量充足，且金屬粉末未完全氧化。

D. 鐵和鋁粉混合

短時間氧化		
min/°C	有活性碳	無活性碳
0	20	22
1	21	22
2	21	23
3	21	23
4	21	23.5
5	21.5	23.5
6	22	23.5
7	22	23.5
8	23	24
9	23	24
10	23	24
溫差	3	2

長時間氧化		
hr/°C	有活性碳	無活性碳
0	20	22
1	24	22.5
2	22	22
3	22	22
4	22	22
5	22	22

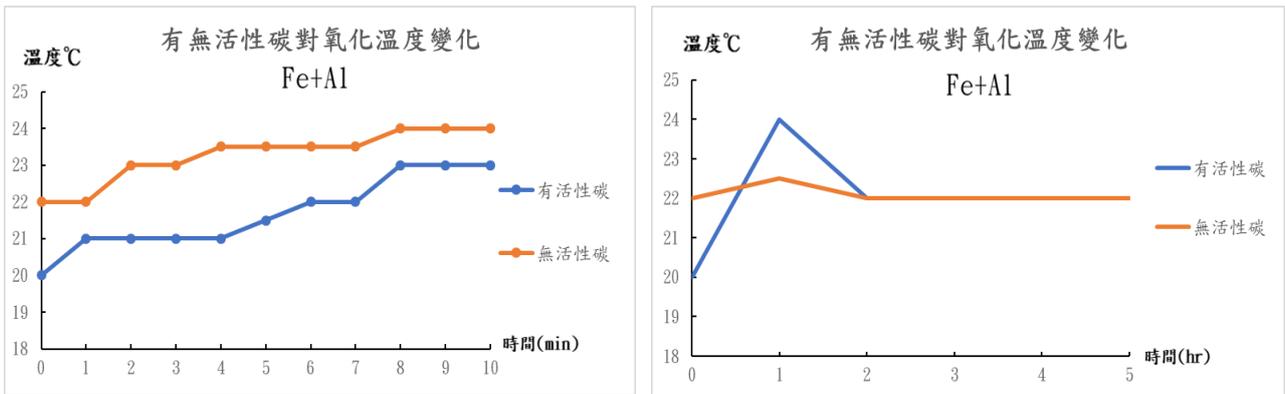
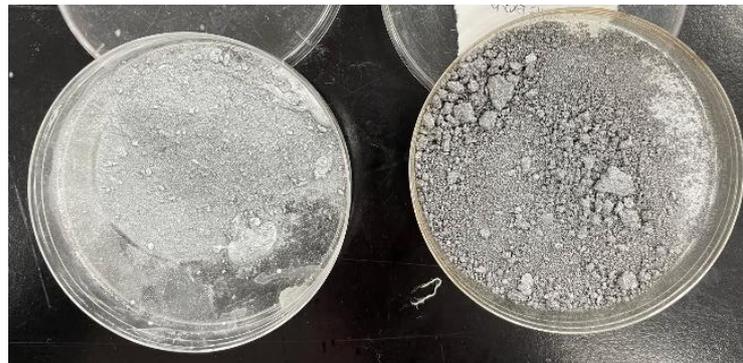


圖 10：活性碳對鐵+鋁溫度變化圖



▲無添加活性碳

▲有添加活性碳

圖 11：活性碳對鐵+鋁氧化圖

結果：鐵/鋁有無加入活性碳其溫度變化只有 3°C 及 2°C 的差異。因此推測是因為鐵/鋁氧化後形成緻密的氧化鋁在其表層，使其無法繼續氧化，並且無法測得溫度。

二、鐵和不同金屬鎂/銅/鋅/鋁混合氧化放熱情形之探討

實驗紀錄：A. 有活性碳

短時間氧化				
min/°C	Cu	Mg	Zn	Al
0	20	20	20	20
1	21.5	22.5	21.5	21
2	22	23.5	22	21
3	22.5	24	22.5	21
4	22.5	25	23	21
5	23	25	23	21.5
6	23	25.5	24	22
7	23	26.5	24.5	22
8	23.5	26.5	25	23
9	23.5	27	25	23
10	23.5	27.5	25	23
溫差(°C)	3.5	7.5	5	3

長時間氧化				
hr/°C	Cu	Mg	Zn	Al
0	20	20	20	20
1	30	45	27	24
2	37	36	26	22
3	38.5	30	26	22
4	34	27	27	22
5	33	26	27	22

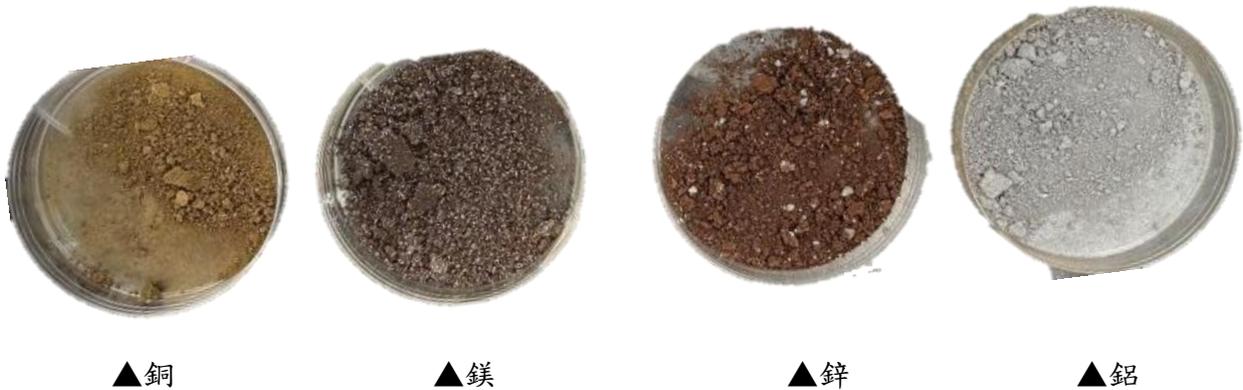


圖 12：活性碳對鐵和金屬混合氧化圖

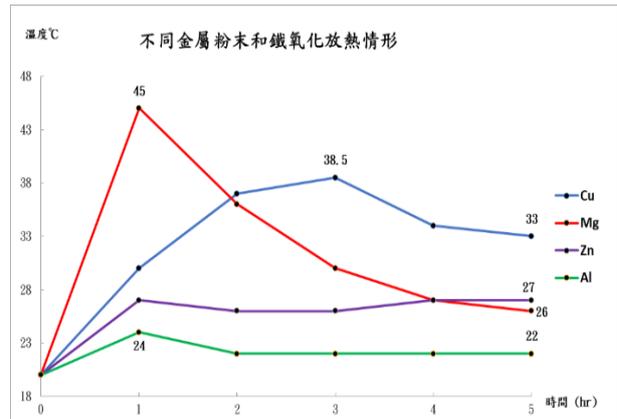
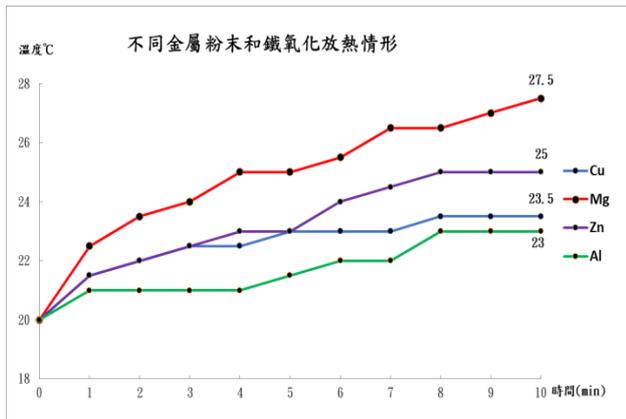


圖 13：活性碳對鐵和金屬溫度變化圖

結果:在短時間內，可以看見溫度變化：鎂>鋅>銅>鋁粉，推測與金屬活性大小有關，但鐵/鋁及鐵/鋅溫度上升並不明顯，推測是因為氧化後形成緻密的氧化鋁即氧化鋅在其表層，使其無法繼續氧化，並且無法測得溫度。而鐵/鎂在氧化反應 1 小時已呈現氧化，且溫度達 45°C，燒杯內部有凝結的小水珠。而鐵/銅在氧化反應 3 小時達到溫度最高點，且隨後溫度往下降，應該是氧化反應結束。

B. 無活性碳

短時間氧化				
min/°C	Cu	Mg	Zn	Al
0	22	22	22	22
1	23	24	22	22
2	23	24.5	23	23
3	23	24.5	23.5	23
4	23.5	24.5	23.5	23.5
5	23.5	25	24	23.5
6	24	25	24	23.5
7	24	25	24	23.5
8	24.5	25	24	24
9	24.5	25	24.5	24
10	25	25.5	25	24

長時間氧化				
hr/°C	Cu	Mg	Zn	Al
0	22	22	22	22
1	22.5	23	23	22.5
2	22.5	23	22.5	22
3	23	23	22	22
4	25	24	23	22
5	28	25	23	22



▲銅

▲鎂

▲鋅

▲鋁

圖 14：無活性碳對鐵和金屬混合氧化圖

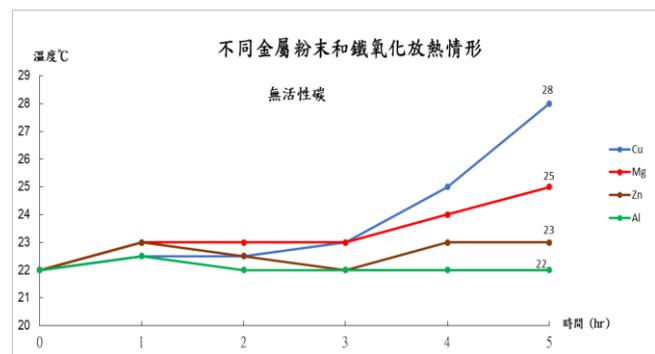
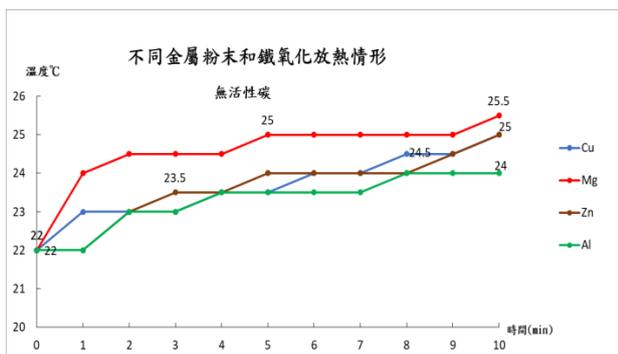


圖 15：無活性碳對鐵和金屬混合溫度變化圖

結果：在短時間內，可以看見溫度變化：鎂>鋅>銅>鋁粉，推測與金屬活性大小有關，但鋁粉溫度上升並不明顯，推測是因為氧化後形成緻密的氧化鋁在其表層，使其無法繼續氧化，並且無法測得溫度。在長時間測量部分，因為內部仍有氧氣，且沒有完全氧化，所以都有持續上升的跡象。

三、食鹽水濃度對鐵混合物氧化放熱情形之探討

實驗條件：攪拌 60 次，鐵和金屬質量比 8:1(克)、加活性炭 0.4 克

改變食鹽水濃度 7.7%、14.3%、20%、25%及 29.4%

A. 鐵和銅粉混合

短時間氧化					
min/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	24	24	24	24	24
1	27.5	25	26	26	27.5
2	28	25.5	27	27	28
3	28.5	26	28	27	28.5
4	29	26.5	28	27	29
5	29	26.5	28	28	29
6	29	27	28.5	28.5	29
7	29	27	28.5	29	30
8	29	27	29	29	30.5
9	29.5	27	29	29	30.5
10	30	27.5	29	29	31
溫差	6	3.5	5	5	6

長時間氧化					
hr/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	24	24	24	24	24
1	41	34	35	40	48
2	42	40	30	39	39
3	41.5	41	38	39	38
4	35	38.5	38	38	40
5	34.5	36	36	36	41



▲0.1 克鹽

▲0.2 克鹽

▲0.3 克鹽

▲0.4 克鹽

▲0.5 克鹽

圖 16：不同濃度食鹽水鐵和銅混合氧化圖

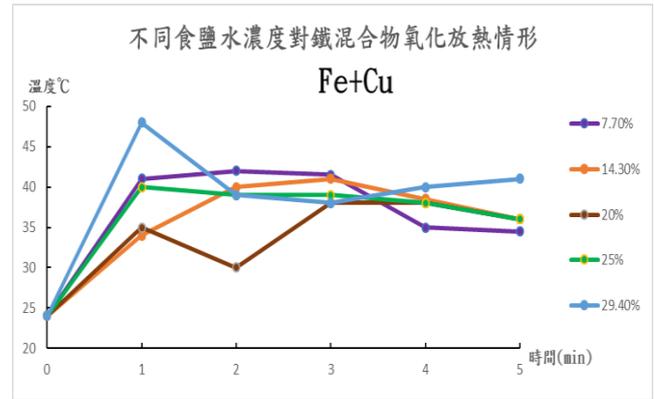
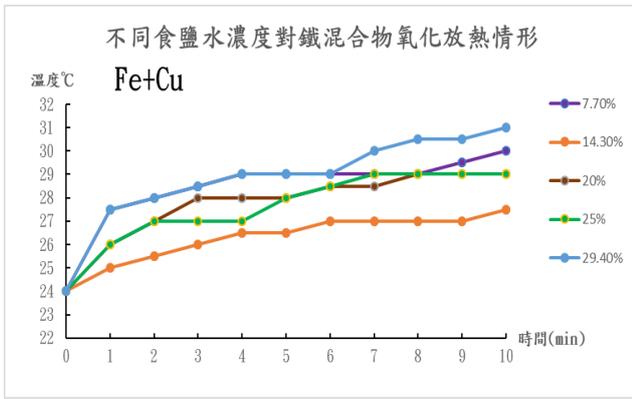


圖 17：不同濃度食鹽水鐵和銅混合溫度變化圖

結果:鐵/銅在氧化反應進行第 1hr 時，食鹽水濃度 25%及 29.4%達到最高溫，而在第 2hr 時 7.7%達到最高溫，在第 3hr 時 14.3%及 20%達到最高溫。從鐵/銅氧化物顏色可發現食鹽水濃度確實影響氧化反應，顏色較深可以得知鐵/銅氧化反應劇烈。

B. 鐵和鎂粉混合

短時間氧化					
min/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	24	24	24	24	24
1	28	26	25	27	27.5
2	28	28	25	27.5	27.5
3	29	28	26	28	28
4	30	28	26.5	28	28
5	30	28.5	26.5	28.5	28.5
6	30	28.5	27	28.5	28.5
7	30.5	28.5	27.5	28.5	28.5
8	30.5	29	27.5	29	29
9	30.5	29	28	29	29
10	31	29	28	29	29
溫差	7	5	4	5	5

長時間氧化					
hr/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	24	24	24	24	24
1	40	35	30	32.5	34
2	47.5	55	35	58	59
3	38	37	42	41	40
4	35	34	37	36	34
5	32.5	31	32	33	31



▲0.1 克鹽 ▲0.2 克鹽 ▲0.3 克鹽 ▲0.4 克鹽 ▲0.5 克鹽

圖 18：不同濃度食鹽水鐵和鎂混合氧化圖

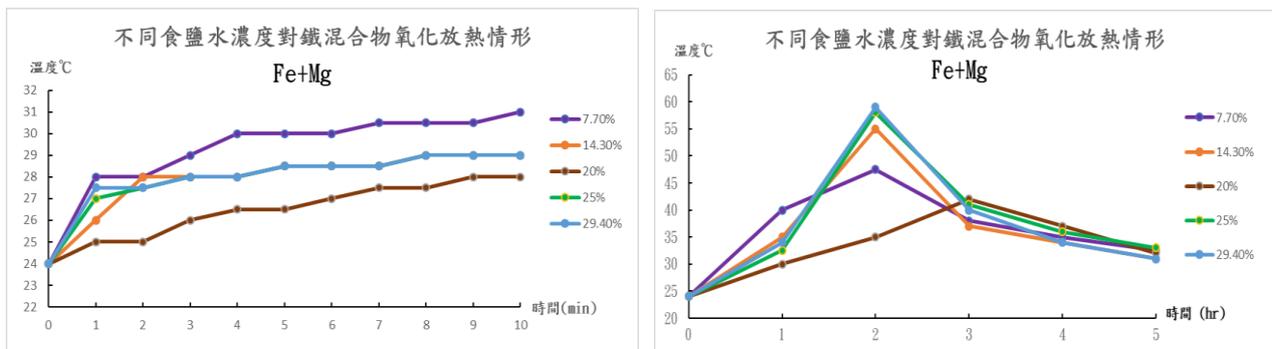


圖 19：不同濃度食鹽水鐵和鎂混合溫度變化圖

結果:鐵/鎂在氧化反應進行第 2hr 時，食鹽水濃度 7.7%、14.3%、25%、29.4%到達最高溫，而食鹽水濃度 20%在第 3hr 溫度才達到最高溫。發現鐵/鎂不管食鹽水濃度多少，溫度變化相差不多，似乎食鹽水濃度多寡不太會影響鐵/鎂氧化放熱反應。從鐵/鎂氧化物顏色可發現不同食鹽水濃度氧化物顏色差異不大。

C. 鐵和鋅粉混合

短時間氧化					
min/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	18	18	18	18	18
1	21	20	19	19	22
2	22	22	21	20	22
3	22	23	21	20	22
4	23	24	22	20.5	22
5	23	25	22	21	22
6	24	26	23	21	22
7	24	26	23	21	22
8	24.5	26.5	23	21	22
9	24.5	26.5	23	21	22
10	25	27	23	21	22
溫差	7	9	5	3	4

長時間氧化					
hr/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	18	18	18	18	18
1	21	28.5	24.5	22	22
2	26.5	27.5	23	20	21
3	28.5	29.5	22	20	21
4	31	33	21	19	20
5	28.5	32	21	18	20



▲0.1 克鹽 ▲0.2 克鹽 ▲0.3 克鹽 ▲0.4 克鹽 ▲0.5 克鹽

圖 20：不同濃度食鹽水鐵和鋅混合氧化圖

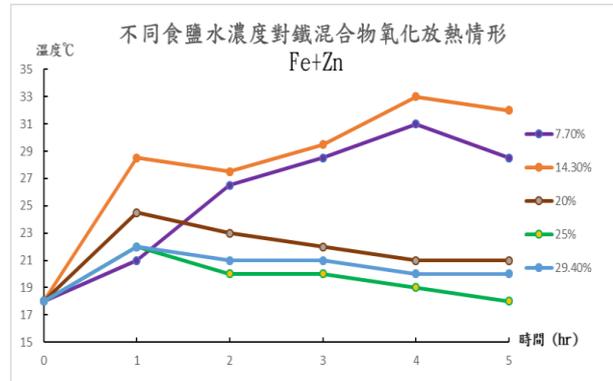
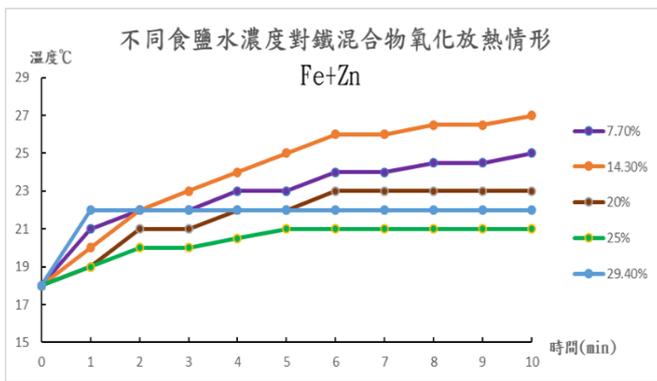


圖 21：不同濃度食鹽水鐵和鋅混合溫度變化圖

結果: 在第 1hr 時，20%、25%、29.4% 到達最高溫，在第 4hr 時 7.7%、14.3% 才到達最高溫。

D. 鐵和鋁粉混合

短時間氧化					
min/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	18	18	18	18	18
1	21.5	20	19	19	20
2	22.5	21	20	20	21
3	23	22	20	20	21
4	23.5	23	20	21	22
5	24	23	20	21	22
6	24	23	20	21	22
7	24.5	23.5	20	21	22
8	25	23.5	20	21	22
9	25	23.5	20	21	22
10	25	24	20	21	22
溫差	7	6	2	3	4

長時間氧化					
hr/°C	7.70%	14.30%	20%	25%	29.40%
0	18	18	18	18	18
1	28.5	28	21.5	22	21.5
2	32	28	22	22	21.5
3	32	29	22	22	21
4	29	33	22	22	21
5	27	32	22	22	21

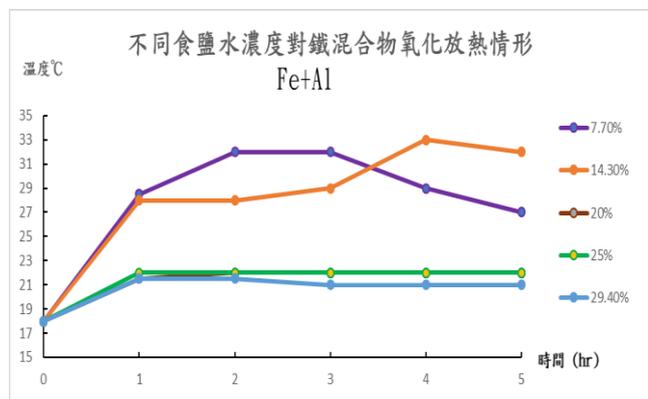
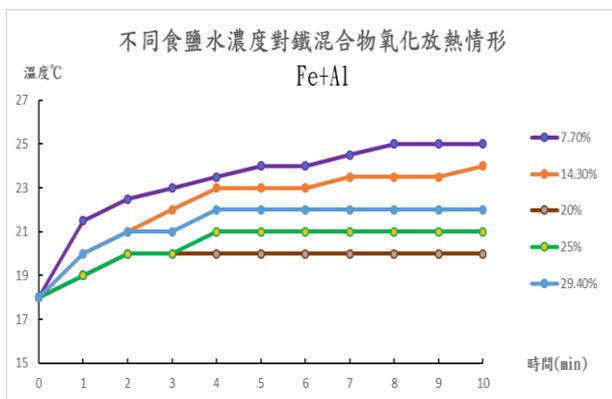


圖 22：不同濃度食鹽水鐵和鋁混合溫度變化圖

結果: 在第 1hr 時，29.4% 到達最高溫，在第 2hr 時，7.7%、20% 到達最高溫，在第 3hr 時，29.4% 溫度下降，在第 4hr 時，14.3% 到達最高溫，7.7% 溫度下降，在第 5hr 時，14.3% 溫度下降 (25% 溫度不變)

四、金屬混合後攪拌次數對鐵氧化放熱情形之探討

實驗條件：食鹽 0.1 克配置 1.3 毫升食鹽水濃度 7.7%、

鐵和金屬質量比 8:1(克)、加活性碳 0.4 克、改變攪拌次數

A. 鐵和銅粉混合

短時間氧化				
min/°C	0次	20次	40次	60次
0	21	21	21	21
1	22	21.5	21.5	21.5
2	22	22	22	23
3	22	22	22.5	23
4	22	22	23.5	24
5	22	22	23.5	24
6	22	23	24	24
7	22	23	24	24.5
8	22	23.5	24	25
9	22	23	24.5	25
10	22	22.5	24	25
溫差	1	1.5	3	4

長時間氧化				
hr/°C	0次	20次	40次	60次
0	21	21	21	21
1	22	22.5	26	36
2	22.5	23	31	35
3	23	23	32.5	30
4	24	23.5	32.5	28
5	25	24	34	27.5



▲0 次

▲20 次

▲40 次

▲60 次

圖 23：攪拌次數對鐵和銅混合氧化圖

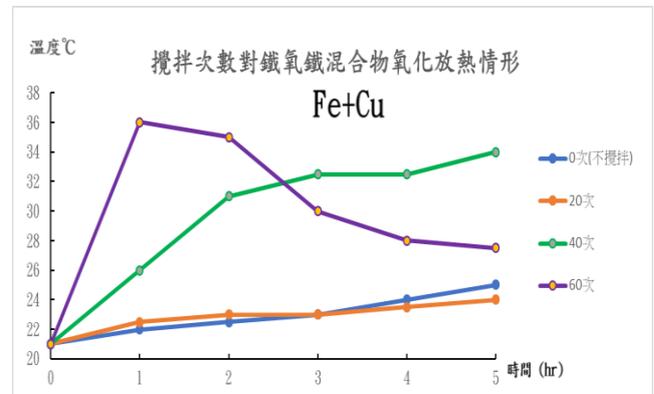
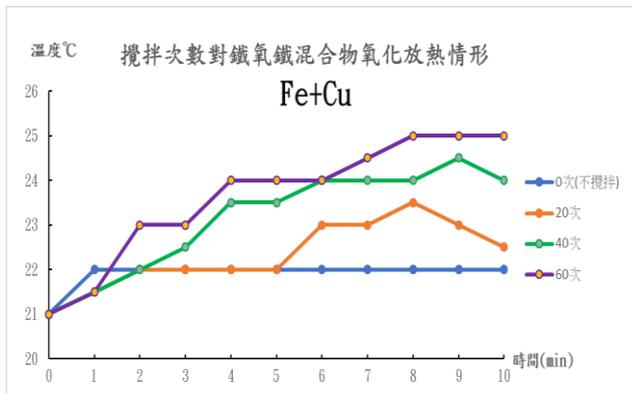
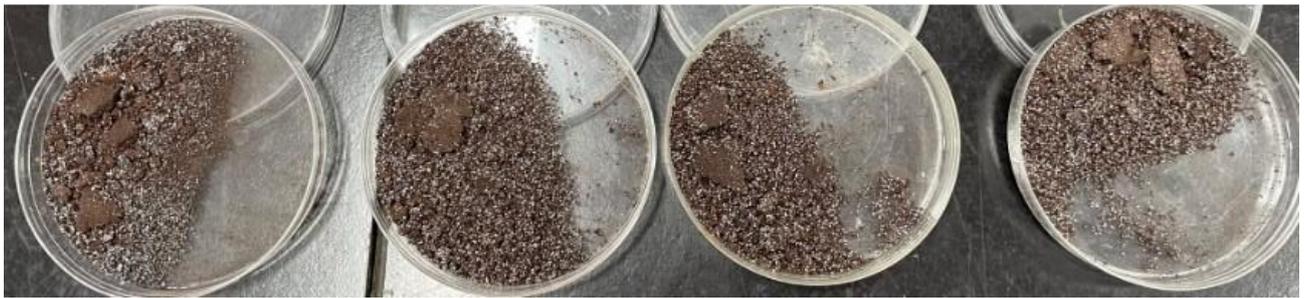


圖 24：攪拌次數對鐵和銅混合溫度變化圖

B. 鐵和鎂粉混合

短時間氧化				
min/°C	0次	20次	40次	60次
0	28	25	26	27
1	29	28	27.5	29.5
2	30	29	28.5	30
3	31	29	29	31
4	31.5	29.5	30	32
5	32	30	30	32
6	32.5	30	30.5	33
7	33	30	31	33
8	33	30.5	31	33
9	33	31	31.5	33
10	33.5	31	32	34
溫差(°C)	5.5	6	6	7

長時間氧化				
hr/°C	0次	20次	40次	60次
0	28	25	26	27
1	56	55	56	56
2	46.5	47	42	39.5
3	35	38	35	34.5
4	33	34.5	32.5	32.5
5	32	32	31	32



▲0 次

▲20 次

▲40 次

▲60 次

圖 25：攪拌次數對鐵和鎂混合氧化圖

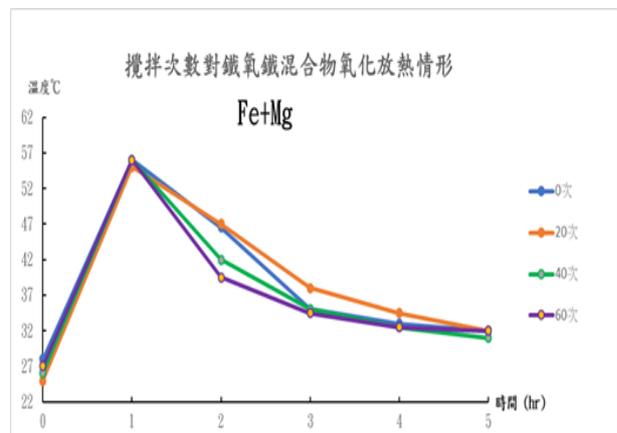
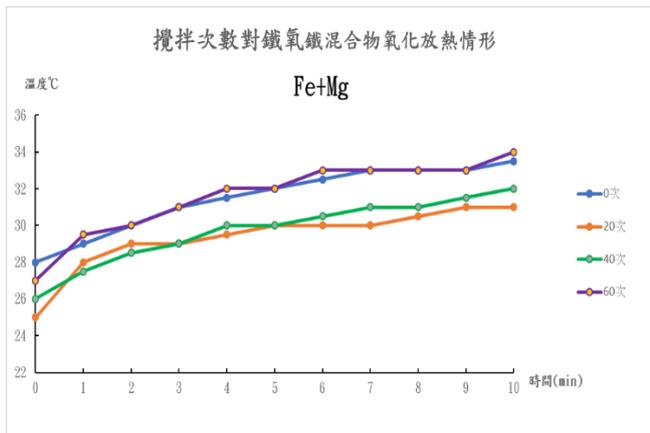


圖 26：攪拌次數對鐵和銅混合溫度變化圖

C. 鐵和鋅粉混合

短時間氧化				
min/°C	0次	20次	40次	60次
0	23	23	23	23
1	26	24	25	24
2	27	25	26	24
3	27.5	25	27	25
4	28	25.5	28	25
5	28.5	25.5	28	25
6	29	26	29	25.5
7	29.5	26	29	25.5
8	30	26.5	29	26
9	30	26.5	29.5	26
10	30	27	30	26
溫差	7	4	7	3

長時間氧化				
hr/°C	0次	20次	40次	60次
0	30	30	31	22.5
1	30	29	32	27
2	34	29	33	26
3	34	32	35	25
4	32	25	28	24



▲0 次

▲20 次

▲40 次

▲60 次

圖 26：攪拌次數對鐵和鋅混合氧化圖

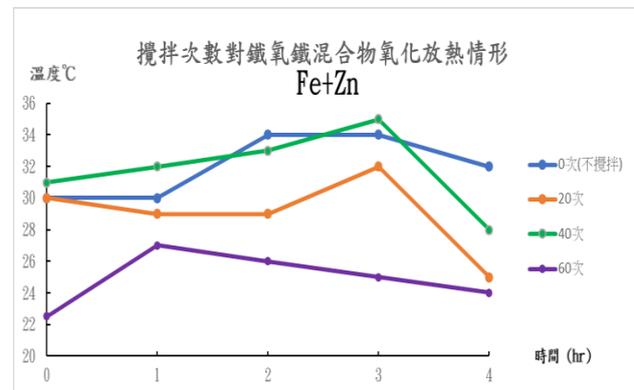
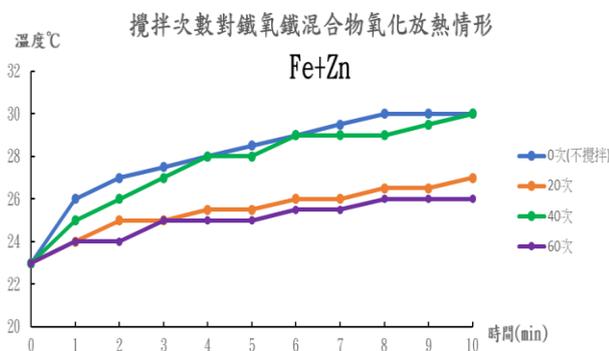


圖 28：攪拌次數對鐵和鋅混合溫度變化圖

伍、結論

- 一、在活性碳是否影響鐵氧化實驗中，發現有加活性碳者，有鐵氧化反應的溫度明顯有上升。
- 二、從鐵/金屬有無加活性碳氧化放熱實驗中，發現添加活性碳確實會影響金屬氧化放熱溫度上升，除了鐵/鋁及鐵/鋅溫度上升並不明顯外，推測是因為氧化後形成緻密的氧化物在其表層，使其無法繼續氧化，因此溫度才不會明顯上升。實驗發現，有被金屬包裹的水珠，應該是因放熱所後凝結的小水珠。
- 三、實驗發現活性碳是影響溫度上升的重要一員，扮演著催化劑的角色。相較於有加活性碳者，未加活性碳溫度上升較不明顯，但卻能長時間維持溫度，並緩緩升高，推測是因為內部氧氣含量充足，且金屬粉末未完全氧化。
- 四、鐵/金屬加入活性碳溫度有明顯的溫度上升，且顏色略深，部分成紅棕色，Cu、Mg 在 1 小時已呈現氧化，從燒杯內部有凝結的小水珠得知。鋁粉顏色和溫度改變較不明顯，推測是其氧化後會形成一層緻密的氧化鋁在其表層，藉此隔絕氧氣，無法繼續氧化，並且無法測得溫度。
- 五、在不同食鹽水濃度下，鐵/金屬實驗中，鐵/銅實驗中食鹽水濃度 29.4% 在 1 小時已呈現氧化，但很快就下降，應該是內部氧氣含量不足，且金屬粉末已大致氧化。
鐵/鋅實驗中，食鹽水濃度 7.7%、14.3% 在 1 小時已呈現氧化，且溫度可以很高溫，燒杯內部有凝結的小水珠。
在鐵/鎂實驗中，食鹽水濃度 20% 在 4 小時才呈現氧化，其他濃度在 1 小時就開始氧化。
推測食鹽水濃度對氧化放熱溫度上升有影響。
- 六、攪拌次數是否影響鐵/金屬氧化情形中，在鐵/銅實驗中攪拌 60 次在 1 小時已呈現氧化，且維持至 2 小時，溫度可達到 35°C。在鐵/鎂實驗中，不管攪拌次數均在氧化反應 1 小時內已呈現氧化，且溫度高達 55°C 以上。在鐵/鋅實驗中，攪拌次數越少氧化越激烈，且維持至 3 小時。攪拌次數對溫度上升是有影響的，推測攪拌能使其混和更均勻，反應狀況更好，但攪拌次數越多卻不一定越好。

陸、建議

實驗時，我們注意到鐵生鏽越久，最高溫度越低，或許是因為保麗龍盒裡面的氧氣不多，反應較久的金屬到開始反應時已經沒有氧氣了，或是金屬已完全氧化。食鹽水的濃度、攪拌次數對溫度上升有些微影響，推測攪拌能使其混和更均勻，反應狀況更好，但不一定攪拌越多越好。而有加活性碳者，有明顯的溫度上升，故推測活性碳是影響溫度的重要一員。

如果有機會的話，我會在實驗時保持氧氣量，但為了量到最多的為散失熱量，所以我們蓋上了蓋子，但我們實驗完後想到可以在蓋子上打洞...

柒、參考資料及其他

1. 鐵鏽暨常見金屬腐蝕動力與熱力的探討

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/38/pdf/38h/066.pdf>

2. 風雲變色－鐵鏽的探討

twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/40/mschool/8h/8.htm