中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

第三名

030809
熱力四射

宜蘭縣立員山國民中學

作者姓名：
國三 江欣靜 國三 莊子慧 國三 黃詣琇
國三 吳佩娟

指導老師：
吳宏達 陳淑華

第四十五屆中小學科學展覽會

作 品 說 明 書

科　　別：應用科學

組　　別：國中組

作品名稱：熱力四射

關 鍵 詞：氧化還原、熱與溫度、生鏽

編　　號：

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

熱力四射

壹、研究動機：

有一次到壯圍海邊的親戚家作客，媽媽說這個親戚搬到這一個家（漂亮的農舍），大概只有不到兩年的時間，所以想去參觀其建築方式作爲我們自己蓋房子的參考，可是一到這個親戚的家時，所見到的景物與我的想像有相當大的出入，家中的鐵製品尤其是屋外的鏽蝕的相當嚴重。因此我有一個疑問，海邊到底是何種物質使得鐵會快速氧化。碰巧天冷時又看到同學拿出熱包，主要的成分爲碳粉、鐵粉與食鹽，令我想知道鐵生鏽、熱與海風與使鐵製品的快速生鏽有何關係？於是我去找學校的自然與生活科技老師，自然與生活科技老師說，可能是鐵的氧化產生鐵離子或亞鐵離子，而鐵離子或亞鐵離子與氯離子產生化學反應形成所謂”錯離子”，於是我要了解是否其它物質也有相同的效果，鐵粉與碳粉及鹽類的用量關係是否也會影響鐵氧化放熱的因素。而員山鄉是個以農立鄉的小鄉村，廢稻草的問題始終是大家的痛，如何提供廢稻草一個新的生命，如果利用乾餾的廢稻草來取代碳粉，而且有更高的成效，就能爲廢稻草找到生命中可能的第二春，基於以上數點觀點，我們設計了以下實驗，來探討我們所欲滿足的疑點。

貳、研究目的：

1、固定鐵粉、與碳粉的質量，了解食鹽的用量。
2、利用研究一的結果，進一步討論碳粉的用量關係。
3、了解是否有其他氯化物的效果優於食鹽。
4、利用弱鹼性的草木灰，替代碳粉，觀察在不同 PH 值的氧化速度。
5、了解其它碳酸化合物的效果。
6、了解脫水樹脂如何控制熱包的溫度及使用時間。

參、研究設備與器材：

250ml 的燒杯	十個
酒精溫度計	十二支
鐵粉	一罐
氯化鈉	一罐
氯化鍶	一罐
氯化鉀	一罐
氯化鈣	一罐
氯化鋇	一罐
碳酸鉀	一罐
碳酸鈉	一罐
碳酸氫鈉	一罐
吸水樹脂	一瓶
草木灰	一罐
碳粉	一罐
食鹽	數包
鉛粉	一罐
玻棒	十一支
小玻璃瓶（附蓋）	十個

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

肆、研究過程與結果：

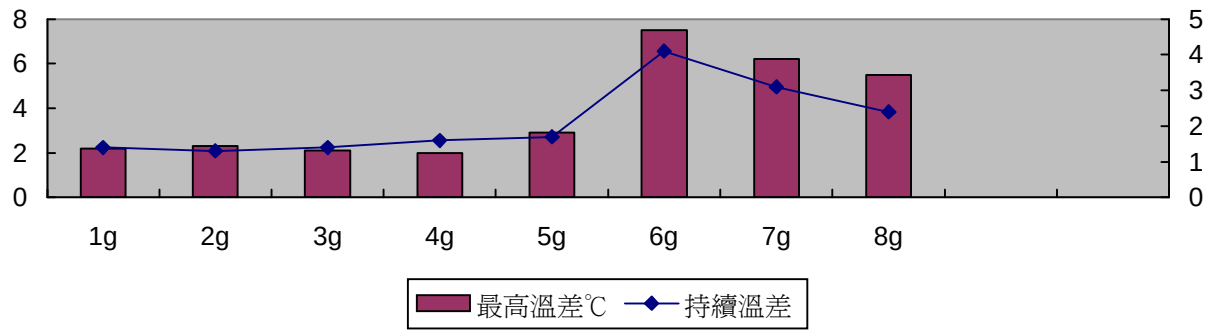
A、固定鐵粉與碳粉的用量下，求出食鹽的最佳用量：

1、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 1g 食鹽)+10ml 的水
2、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 2g 食鹽)+10ml 的水
3、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 3g 食鹽)+10ml 的水
4、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 4g 食鹽)+10ml 的水
5、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 5g 食鹽)+10ml 的水
6、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
7、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 7g 食鹽)+10ml 的水
8、取(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 8g 食鹽)+10ml 的水
9、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
10、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌(一分攪拌 10 次，持續三十分)，量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 1 及畫成圖一所示。

表 1　固定鐵粉與碳粉的用量下，食鹽的最佳用量

食鹽用量	1g	2g	3g	4g	5g	6g	7g	8g
反應前溫度℃	20.1	20.2	20.0	20.	20.1	20.0	20.2	20.1
反應中最高溫℃	22.3	22.2	22.1	22.0	23.0	27.5	26.4	25.6
最高溫差℃	2.2	2.3	2.1	2.0	2.9	7.5	6.2	5.5
反應中最低溫℃	19.4	19.0	17.5	18.1	15.9	17.2	18.2	17.2
4 小時後溫度℃	21.5	21.5	21.4	21.6	21.8	24.1	23.3	22.5
持續溫差	1.4	1.3	1.4	1.6	1.7	4.1	3.1	2.4

對照組溫度計之溫度_____20℃_____。



圖一

B、用實驗 A 所得的較佳食鹽用量及固定鐵粉的用量下，求出碳粉的相對較佳用量：

1、(5g 的鐵粉 ＋ 1g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 ＋ 2g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 ＋ 3g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 ＋ 4g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 ＋ 6g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
7、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的碳粉 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水

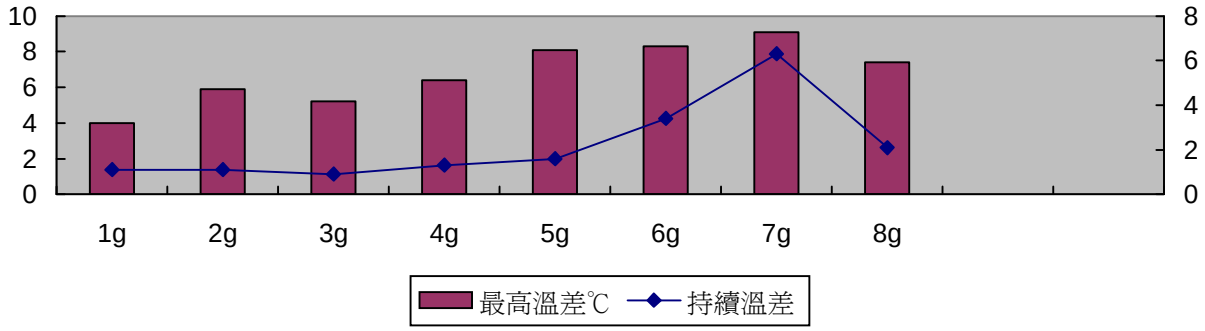
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

8、(5g 的鐵粉 + 8g 的碳粉 + 6g 食鹽)+10ml 的水
9、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
10、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 2 及畫成圖二所示。

表 2　6g 食鹽及 5g 鐵粉的用量下，碳粉的相對較佳用量

碳粉的用量	1g	2g	3g	4g	5g	6g	7g	8g
反應前溫度℃	20.0	20.1	20.2	20.0	20.0	20.1	20.1	20.0
反應中最高溫℃	24.0	26.0	25.4	26.4	28.1	28.4	29.2	27.4
最高溫差℃	4.0	5.9	5.2	6.4	8.1	8.3	9.1	7.4
反應中最低溫℃	18.1	18.1	18.0	17.5	18.5	18.5	18.7	18.8
4 小時後溫度℃	21.1	21.2	21.1	21.3	21.6	23.5	25.4	22.1
持續溫差	1.1	1.1	0.9	1.3	1.6	3.4	6.3	2.1

對照組溫度計之溫度_____20.4℃_____。



圖二

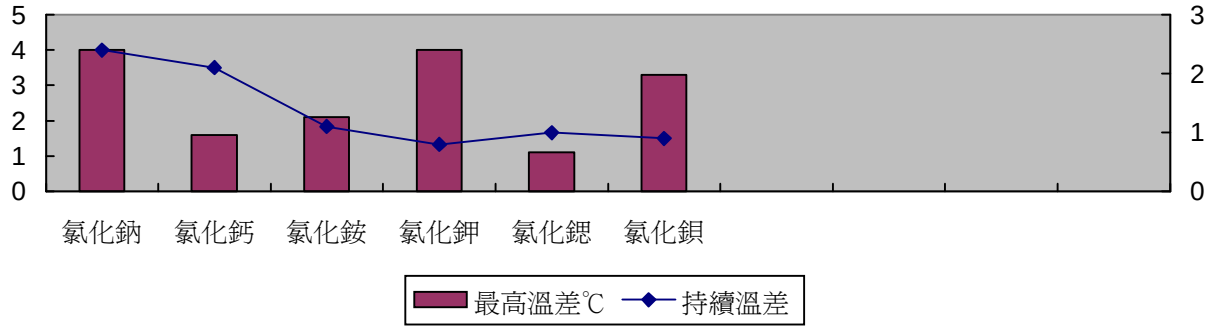
C、不同鹽類的放熱效果：
1、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 6g 氯化鈉)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 6g 氯化鈣)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 6g 氯化銨)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 6g 氯化鉀)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 6g 氯化鍶)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 6g 氯化鋇)+10ml 的水
7、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
8、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 3 及畫成圖三所示。

表 3　不同鹽類的放熱效果

鹽類的種類	氯化鈉	氯化鈣	氯化銨	氯化鉀	氯化鍶	氯化鋇
反應前溫度℃	20.0	20.1	20.0	20.2	20.0	20.1
反應中最高溫℃	24.0	22.0	22.1	24.0	21.1	22.4
最高溫差℃	4.0	1.6	2.1	4.0	1.1	3.3
反應中最低溫℃	15.0	18.1	11.0	18.1	16.2	14.4
4 小時後溫度℃	22.5	22.1	21.1	21.0	21.0	21.0
持續溫差	2.4	2.1	1.1	0.8	1.0	0.9

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

對照組溫度計之溫度_____20.1℃_____。



圖三

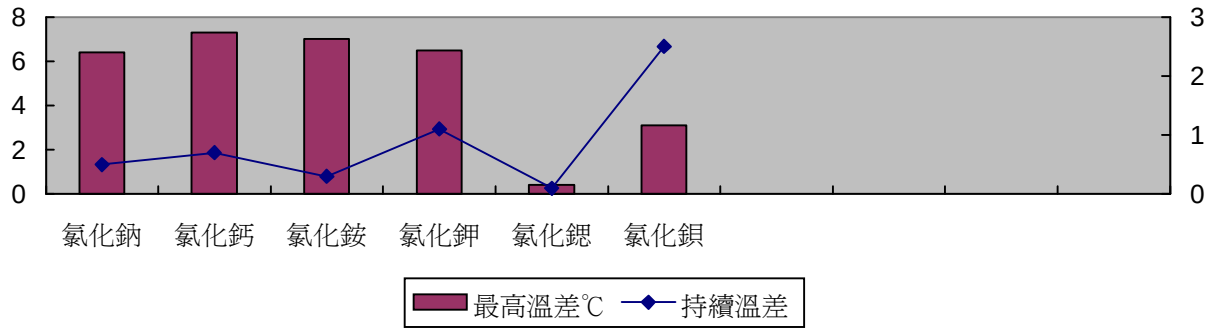
D、加入活性小於鐵的金屬，觀察是否能夠提高效果

1、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 5g 鉛 + 6g 氯化鈉)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 5g 鉛 + 6g 氯化鈣)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 5g 鉛 + 6g 氯化銨)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 5g 鉛 + 6g 氯化鉀)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 5g 鉛 + 6g 氯化鋰)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 + 5g 鉛 + 6g 氯化鋇)+10ml 的水
7、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
8、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 4 及畫成圖四所示。

表 4　加入活性小於鐵的金屬其放熱效果

鹽類的種類	氯化鈉	氯化鈣	氯化銨	氯化鉀	氯化鋰	氯化鋇
反應前溫度℃	20.0	20.3	20.2	20.0	20.1	20.5
反應中最高溫℃	26.4	27.6	27.0	26.5	20.5	23.4
最高溫差℃	6.4	7.3	7.0	6.5	0.4	3.1
反應中最低溫℃	13.0	9.1	18.0	20.2	12.0	18.0
4 小時後溫度℃	20.5	21.0	20.5	21.1	20.0	23.0
持續溫差	0.5	0.7	0.3	1.1	0.1	2.5

對照組溫度計之溫度_____20.2℃_____。



E

圖四

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

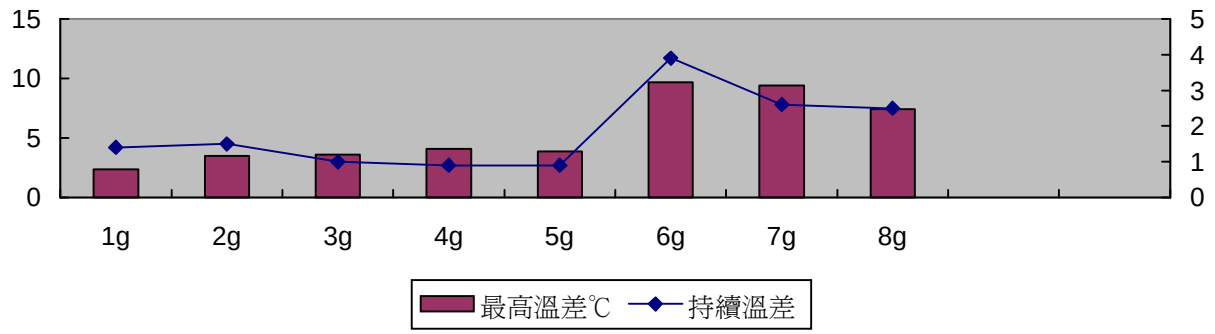
E、將碳粉改變成草木灰，此狀態下改變食鹽的用量

1、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 1g 食鹽)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 2g 食鹽)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 3g 食鹽)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 4g 食鹽)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 5g 食鹽)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
7、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 7g 食鹽)+10ml 的水
8、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 8g 食鹽)+10ml 的水
9、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
10、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 5 及畫成圖五所示。

表 5　將碳粉改變成草木灰，改變食鹽的用量

食鹽的用量	1g	2g	3g	4g	5g	6g	7g	8g
反應前溫度℃	20.1	20.0	20.1	20.2	20.1	20.2	20.0	20.0
反應中最高溫℃	22.5	23.5	23.7	24.3	24.0	29.5	29.4	27.4
最高溫差℃	2.4	3.5	3.6	4.1	3.9	9.3	9.4	7.4
反應中最低溫℃	19.4	19.0	16.5	16.1	15.9	17.2	18.2	17.2
4 小時後溫度℃	21.5	21.5	21.0	21.1	21.0	24.1	22.6	22.5
持續溫差	1.4	1.5	1.0	0.9	0.9	3.9	2.6	2.5

對照組溫度計之溫度_____20.0℃_____。



圖五

F、改變草木灰的用量

1、(5g 的鐵粉 ＋ 1g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 ＋ 2g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 ＋ 3g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 ＋ 4g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 ＋ 5g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 ＋ 6g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
7、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
8、(5g 的鐵粉 ＋ 8g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
9、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度

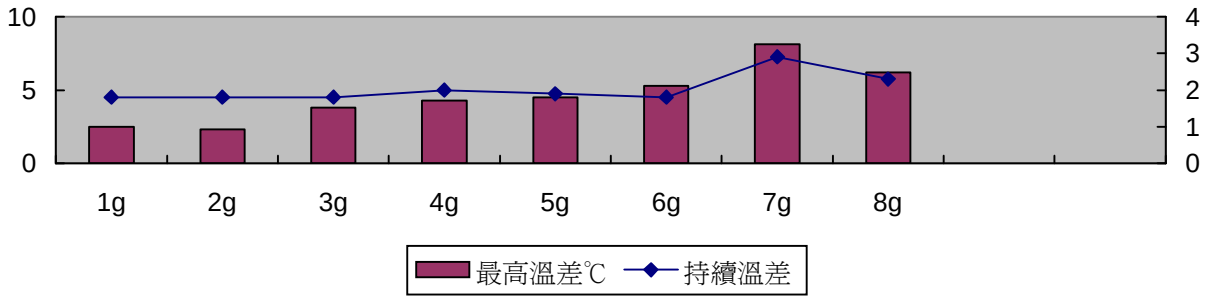
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

10、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 6 及畫成圖六所示。

表 6　草木灰的用量

草木灰的用量	1g	2g	3g	4g	5g	6g	7g	8g
反應前溫度℃	20.0	19.7	20.2	20.1	20.0	19.8	20.1	20.3
反應中最高溫℃	22.5	22.0	24.0	24.4	24.5	25.1	28.2	26.5
最高溫差℃	2.5	2.3	3.8	4.3	4.5	5.3	8.1	6.2
反應中最低溫℃	19.1	19.1	19.2	19.2	21.1	19.2	20.1	20.1
4 小時後溫度℃	21.8	21.5	22.0	22.1	22.0	21.6	23.0	22.6
持續溫差	1.8	1.8	1.8	2.0	1.9	1.8	2.9	2.3

對照組溫度計之溫度_____20.1℃_____。



圖六

G、用草木灰改變鹽類的種類：

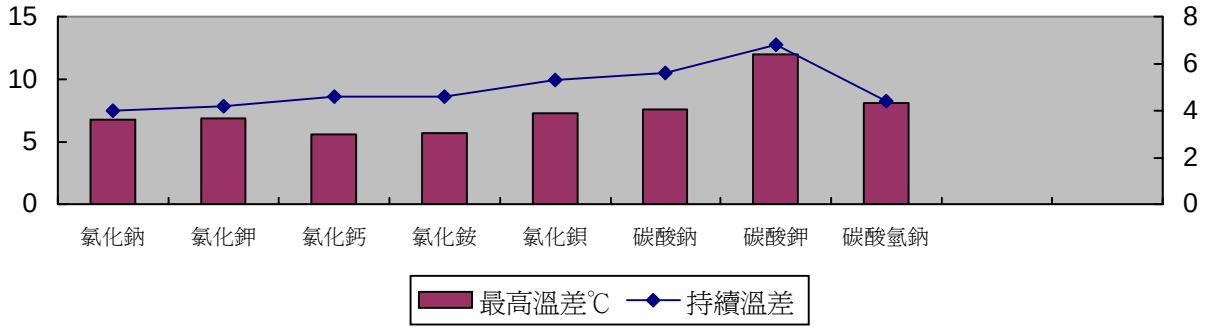
1、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 食鹽)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 氯化鉀)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 氯化鈣)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 氯化銨)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 氯化鋇)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 碳酸鈉)+10ml 的水
7、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 碳酸鉀)+10ml 的水
8、(5g 的鐵粉 ＋ 7g 的草木灰 ＋ 6g 碳酸氫鈉)+10ml 的水
9、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
10、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 7 及畫成圖七所示。

表 7　用草木灰改變鹽類的種類：

食鹽的種類	氯化鈉	氯化鉀	氯化鈣	氯化銨	氯化鋇	碳酸鈉	碳酸鉀	碳酸氫鈉
反應前溫度℃	20.1	20.0	20.1	20.2	20.0	20.3	20.1	20.1
反應中最高溫℃	26.9	26.9	25.7	25.9	27.3	27.9	32.1	28.2
最高溫差℃	6.8	6.9	5.6	5.7	7.3	7.6	12.0	8.1
反應中最低溫℃	20.3	20.6	23.2	21.1	19.3	23.0	21.5	22.1
4 小時後溫度℃	24.1	24.2	24.7	24.8	25.3	25.9	26.9	24.5
持續溫差	4.0	4.2	4.6	4.6	5.3	5.6	6.8	4.4

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

對照組溫度計之溫度_____20.4℃_____。



圖七

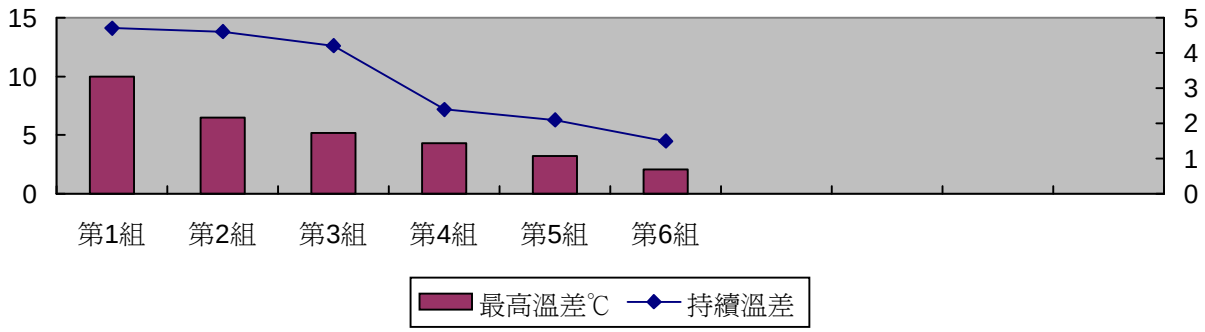
H、比較草木灰與碳粉在不同鹽類下的效果

1、(5g 的鐵粉 + 7g 的草木灰 + 5g 碳酸鉀)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 + 7g 的草木灰 + 5g 碳酸鈉)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 + 7g 的草木灰 + 5g 碳酸氫鈉)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 +5g 碳酸鉀)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 +5g 碳酸鈉)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 + 7g 的碳粉 +5g 碳酸氫鈉)+10ml 的水
7、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
8、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 8 及畫成圖八所示。

表 8　比較草木灰與碳粉在不同鹽類下的效果

組別	第 1 組	第 2 組	第 3 組	第 4 組	第 5 組	第 6 組
反應前溫度℃	20.3	20.1	20.4	20.2	20.0	20.3
反應中最高溫℃	30.3	26.6	25.6	24.5	23.2	22.4
最高溫差℃	10.0	6.5	5.2	4.3	3.2	2.1
反應中最低溫℃	21.8	21.4	19.2	21.5	20.1	21.2
4 小時後溫度℃	25.0	24.7	24.6	22.6	22.1	21.8
持續溫差	4.7	4.6	4.2	2.4	2.1	1.5

對照組溫度計之溫度_____20.3℃_____。



圖八

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

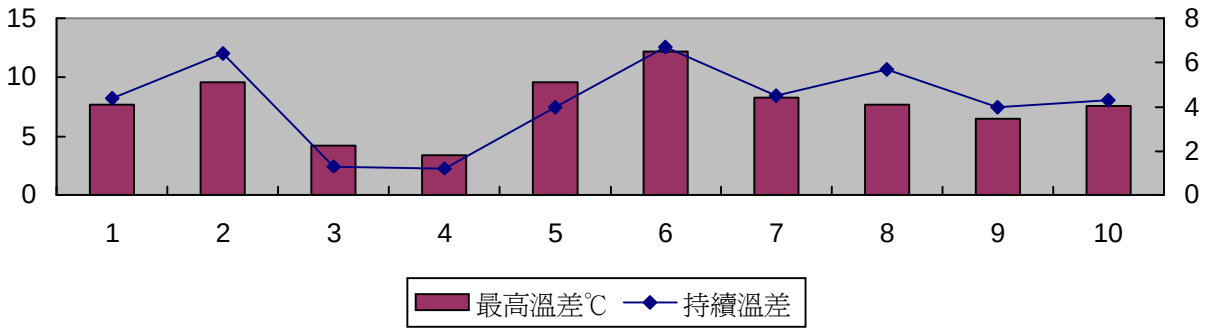
I、將 A、B、C、D、E、F、G、H 各組較佳者（有些 1 組有些 2 組）比較其效果：

1、(5g 的鐵粉 ＋5g 的碳粉　＋ 6g 氯化鈉)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 ＋7g 的碳粉　＋ 6g 氯化鈉)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 ＋7g 的碳粉　+6g 氯化鉀)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 ＋7g 的碳粉　+6g 氯化鋇)+10ml 的水
5、(5g 的鐵粉 ＋6g 的草木灰 +6g 氯化鈉)+10ml 的水
6、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰 +6g 碳酸鉀)+10ml 的水
7、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰 +6g 碳酸氫鈉)+10ml 的水
8、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰 +6g 碳酸鈉)+10ml 的水
9 、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰 +6g 氯化鉀)+10ml 的水
10 、(5g 的鐵粉 ＋6g 的草木灰 +6g 碳酸鉀)+10ml 的水
11、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
12、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 9 及畫成圖九所示。

表 9　比較 A、B、C、D、E、F、G、H 各組較佳者的效果：

組別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
反應前溫度℃	20.0	20.4	20.2	20.1	20.2	20.2	20.1	20.2	20.1	20.2
反應中最高溫℃	27.7	30.0	24.2	22.5	29.8	32.4	28.4	27.9	26.6	27.8
最高溫差℃	7.7	9.6	4.2	3.4	9.6	12.2	8.3	7.7	6.5	7.6
反應中最低溫℃	17.2	18.8	18.4	14.6	17.2	21.6	22.1	23.0	23.0	22.4
4 小時後溫度℃	24.4	25.8	21.5	21.3	24.2	26.9	24.6	25.9	24.1	24.5
持續溫差	4.4	6.4	1.3	1.2	4.0	6.7	4.5	5.7	4.0	4.3

對照組溫度計之溫度_____20.0℃_____。



圖九

J、比較草木灰的用量較佳者比較其效果：

1、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰　＋ 7g 碳酸鉀)+10ml 的水
2、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰　＋ 8g 碳酸鉀)+10ml 的水
3、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰　+10g 碳酸鉀)+10ml 的水
4、(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰　+12g 碳酸鉀)+10ml 的水
5、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
6、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），

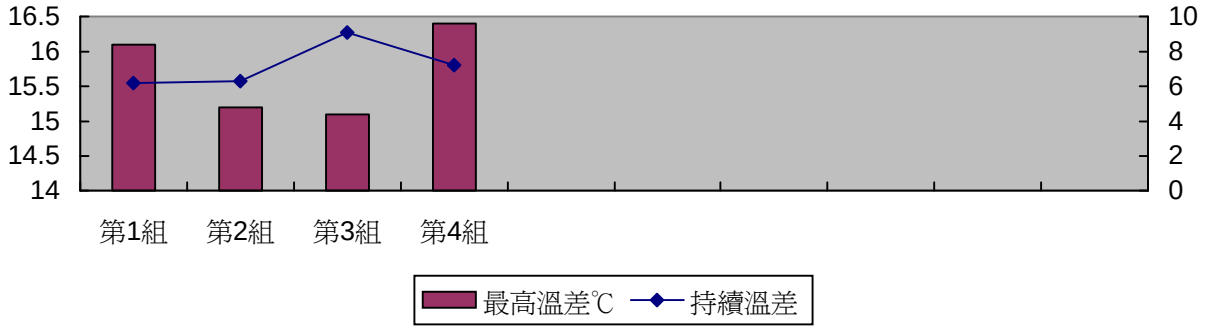
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 10 及畫成圖十所示。

表 10　比較碳酸鉀用量的效果

組別	第 1 組	第 2 組	第 3 組	第 4 組
最高溫差℃	16.1	15.2	15.1	16.4
持續溫差	6.2	6.3	9.1	7.2

對照組溫度計之溫度_____20.3℃_____。



圖`十

K、吸水樹脂吸水能力測試：

1、取 1g、2g、3g 的吸水樹脂放置於 50ml 燒杯中每 0.5 小時紀錄其吸水量至 8 小時，並紀錄成表 11。

表 11　吸水樹脂吸水能力測試：（增加重量）

組別（hr）	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
1g	0.05	0.11	0.15	0.16	0.20	0.25	0.28	0.3	0.34	0.38	0.43	0.49	0.51	0.52	0.52	0.53	0.54
2g	0.03	0.07	0.12	0.13	0.17	0.21	0.22	0.26	0.27	0.30	0.32	0.36	0.41	0.43	0.46	0.47	0.48
3g	0.04	0.07	0.11	0.13	0.18	0.21	0.22	0.25	0.27	0.31	0.33	0.36	0.41	0.43	0.46	0.48	0.48

L、完整熱熱包測試

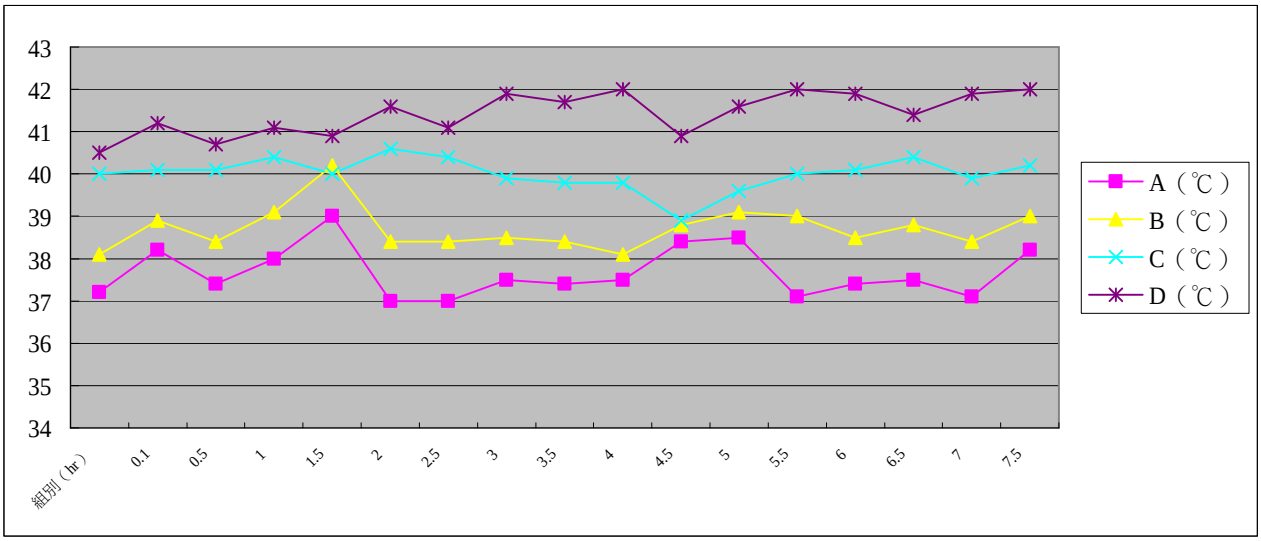
1、取實驗步驟 I 中最佳升溫的兩組加入分別加入 1g、2g 吸水樹脂
2、A(5g 鐵粉 ＋7g 碳粉+ 6g 氯化鈉)+1g 吸水樹脂並每小時加入 1ml 的水至 8 小時
3、B(5g 鐵粉 ＋7g 碳粉+ 6g 氯化鈉)+2g 吸水樹脂並每小時加入 1ml 的水至 8 小時
4、C(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰 +6g 碳酸鉀) +1g 吸水樹脂並每小時加入 1ml 的水至 8 小時
5、D(5g 的鐵粉 ＋7g 的草木灰 +6g 碳酸鉀) +2g 吸水樹脂並每小時加入 1ml 的水至 8 小時
6、另取一支溫度計放置於實驗室中，求室溫的溫度
7、將藥品同時放置於 250ml 的燒杯中，用玻棒攪拌（一分攪拌 10 次，持續三十分），量出出現的最高溫及最低溫，同時量出 4 小時後的室溫以求出加熱的持續性，並紀錄成表 12 及畫成圖十一所示。

表 12　完整熱熱包測試

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

組別（hr）	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
A（℃）	37.2	38.2	37.4	38.0	39.0	37.0	37.0	37.5	37.4	37.5	38.4	38.5	37.1	37.4	37.5	37.1	38.2
B（℃）	38.1	38.9	38.4	39.1	40.2	38.4	38.4	38.5	38.4	38.1	38.8	39.1	39.0	38.5	38.8	38.4	39.0
C（℃）	40.0	40.1	40.1	40.4	40.0	40.6	40.4	39.9	39.8	39.8	38.9	39.6	40.0	40.1	40.4	39.9	40.2
D（℃）	40.5	41.2	40.7	41.1	40.9	41.6	41.1	41.9	41.7	42.0	40.9	41.6	42.0	41.9	41.4	41.9	42.0

對照組溫度計之溫度_____20.4℃_____。



圖十一

伍、討論：

01、若用固定鐵粉與碳粉的用量下，以不同數量的食鹽來做測試，已測出知食鹽量越多，效果越好，以 6g、7g 及 8g 的用量加熱持續力最好，但是 6g 加熱及持續效果最佳，我們推測 6g 爲最適當的用量。

02、若用固定鐵粉與食鹽的用量下，以不同數量的碳粉來做測試，已測出知 7g 的碳粉用量加熱持續力最好，所以我們推測 7g 爲最適當的用量。

03、用固定鐵粉和碳粉加上不同的氯化物，測試出來的結果發現氯化鉀的效果相當不錯，不過氯化銨有嚴重的降溫現象，因此不適合用來替代食鹽。

04、加入鉛會提高放熱的效果，但是不明顯，所以不建議使用。

05、若用固定鐵粉並將碳粉改變爲草木灰的情況下，以不同數量的食鹽來做測試，已測出知食鹽量越多，效果越好，以 6g 的用量加熱持續力最好。

06、若用固定鐵粉與食鹽的用量下，以不同數量的草木灰來做測試，已測出知 7g 的草木灰用量加熱持續力最好，所以我們推測 7g 爲最適當的用量。

07、用固定鐵粉和草木灰加上不同的化合物，測試出來的結果發現氯化鉀的效果相當不錯，不過氯化銨有嚴重的降溫現象，因此適合用來替代食鹽，而碳酸鉀的降溫情況幾乎沒有，因此建議用碳酸鉀。

08、將食鹽的部份改成碳酸鉀，在加上 4g 及 7g 的草木灰或 7g 的碳粉，來觀察它們的放熱與持續性，測出超過 5g 的碳酸鉀效果都不錯。

09、用以上 8 組效果較佳的來做最後比較，測出 6g 的氯化鉀效果最爲佳。

10、我們利用市售吸樹脂做實驗，測量吸收空氣中的水氣能力，我們發現利用 1g、2g、3g 的吸水劑來做實驗，於小瓶子中 1g 的吸水劑較能吸收空氣中的水分，但吸收空氣中水分能力並不強，這些水份可能不足影響熱熱包，而且不管地點在哪裡，不管是洗手台或者池塘邊影響都不大，所以，我們推測熱熱包的水氣來源主要是由手摩擦而生

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

熱產生水氣的，因而影響熱熱包生熱的因素，所以我們設計 1 小時加入 1mL 水於混合固體中測試是否可以增強使用時間。

11、我們發現最佳的兩個混合物每 1 小時加入 1mL 水，熱熱包可以持續高溫達 8 小時以上，且加入較多的吸水樹脂溫度高多。

陸、結論：

1、經由這個實驗中，我們發現稻草燃燒後含有碳酸鉀，而煤中無，可見碳酸鉀是可能幫助氧化的物質。

2、國中自然與生活科技課本上說稻草含碳酸鉀，而單單添加碳酸鉀或草木灰的效果都相當佳，可見碳酸鉀證實對鐵的氧化現象有提升的現象。

3、經由這樣的實驗，我們證實草木灰與碳酸鉀可以取代碳粉和氯化鈉。

4、在實驗中我們發現，加入氯化鈉的導致溫度下降，與我們國中理化第一冊的冷劑原理吻合，證明食鹽溶於水確實有吸熱的現象。

5、在實驗中我們發現，加入氯化鈉所導致的降溫現象，不如氯化銨，可是依據 1：3 的體積比率，卻無法得到相同的低溫，可見吸熱應該食鹽降低至－30℃不是最重要的問題。

6、在此實驗中，我們發現碳酸鉀比氯化鈉的效果優於市面上所販售的加熱包的組成物質，可見在鐵的氧化上，如果使用含碳酸鉀的物質，將加快氧化還原反應。

7、我們在使用稻草燃燒後的草木灰，與碳粉比較，發現草木灰的效果優於用碳粉的效果，可見在鐵的氧化上，如果使用含草木灰的物質，將加快氧化還原反應。

8、經由這個實驗，我們發現碳酸鉀和氯化鉀反應較好，因此如果用碳酸鉀和氯化鉀取代氯化鈉，效果更優。同時碳酸鉀和氯化鉀也無氯化鈉嚴重降溫的現象。

9、我們在做實驗時發現，草木灰放置一天，會吸收水氣，所以應該可以不需在加入吸水劑。

10 由於草木灰含碳酸鉀，在傳統一般磚造房子有加入草木灰的習慣，如果同樣的現象用於鋼骨建築，將導致鋼骨快速鏽蝕。

11 由於吸水樹脂脂加入鐵、碳粉及鹽類實驗，我們發現加入吸水劑適量的吸水劑可以控制熱熱包的溫度，適量吸水樹脂可以控制熱熱包的最高溫度。

12、因爲大部分的實驗都在水中進行，所以我們猜想那如果控制空氣中的吸水量，會部會使暖暖包持久性更佳，因爲我們手邊最容易拿到的材料爲吸水樹指，因此我們就用吸水樹指來來做實驗測量吸收空氣中的水氣能力，但吸收空氣中水分能力並不強(尤其這裡是宜蘭更明顯)這些水分可能不足以想暖暖包，而且不管地點在哪哩，不短視洗手台或者池塘邊，影響都不大，我們推測暖暖包的水氣來源主要是由手摩擦而生熱產生水氣（汗水）的，因而影響暖暖包生熱的因素

13、結論 5g 鐵粉 6g 氯化鉀 7g 草木灰是最佳最佳的用量

14、熱熱包三大因素

a、溫度要達到暖和的標準，又不能太熱

b、使用時間要長

c、成本要低廉

15、在冬天的時候..除了吃一些補品阿什麼之類的..其實暖暖包是很有效果的..你看向市面上那些電暖氣那插電什麼的..都有爆炸的案例..既危險又沒有保障..而且還非常有可能會燙傷..你想想看都可能爆炸了..但是呢暖暖包就ㄅ同了..第一他非常安全..因爲生鏽是溫和的氧化..所以熱量不致於達到足以令人灼傷的程度..而且我們做這各實驗就是要藉著控制成分的量…來達到最好的效果..第二他非常便宜..像是草木灰..宜蘭鄉下地方有一堆..根本ㄅ怕找ㄅ到材料或者是太浪費錢..第三我們藉由這各實驗可以改良暖暖包讓他熱力持續更久..更溫暖..

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

柒、參考資料：

1、國中康軒自然與生活科技課本第三冊熱與溫度
2、國中康軒自然與生活科技課本第四冊酸鹼鹽
3、高中化學課本第二冊第八章

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評　　語

國中組 生活與應用科學科
第三名

030809
熱力四射

宜蘭縣立員山國民中學

評語：
本作品探討廢稻草代替加熱包中之碳粉之可行性，將廢稻草製成弱鹼性的草木灰，而在5g 鐵粉，6g 氯化鉀及 7g 草木灰之比例下，可得到暖和、耐久及價廉之實用加熱包。並改進加熱包為加熱瓶方式，因其能控制與氧氣之接觸時間，就能靈活應用加熱包所需使用之時間及延長其壽命。由於作品能善用廢稻草所製成之草木灰，及控制鐵粉與碳、氯化物反應之時間製成加熱瓶，表現優異，故評予第 3 名獎。