

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 化學科

030206

熱不離手～「暖暖包」

學校名稱：臺東縣立池上國民中學

作者：  國二 林慶哲  國二 吳宇奇  國二 陳雋奕	指導老師：  何宗穎
---	------------------

關鍵詞：暖暖包、食鹽、氯化鈣

## 摘要

本實驗為八年級課程：熱與溫度、氧化與還原的推廣。市售拋棄式暖暖包的主要放熱反應式為： $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。實驗方法：利用塑膠夾鍊袋，放入反應物及保水材料後，置入熱電偶溫度計，接著搓揉夾鍊袋並觀察溫度變化。藉由改變反應物（鋅粉）與氧產生氧化還原反應，並搭配課程所學到的控制變因法，分別探究不同反應物間、不同的保水材料(食鹽、沸石、活性碳、氯化鈣)，對最高溫度之影響，再挑出最適合拿來實際應用的暖暖包。

## 壹、研究動機

這幾年全球冬天氣候異常寒冷，今年年初，因「北極震盪」的原因，造成台灣氣溫急速下降，近乎是十年來最強寒流，使得這段期間，各項保暖產品大賣，人們最常使用的非「暖暖包」莫屬了。自然課本上以暖暖包的成份做基礎的論述，搭配著時事新聞，讓我們想要更加瞭解暖暖包發熱的細節原理，再利用實驗室的現有材料，做出溫度最適合人體的暖暖包。

值得探討的地方是，一般市售暖暖包中需加入保水材料（食鹽、蛭石、活性碳），來扮演催化劑的角色，才能使放熱反應加速進行。這次實驗，我們用沸石來替代蛭石，因沸石本身含水份、屬於多孔性材料，可以來幫助暖暖包把溫度鎖住、具有良好的保溫效果。更特別的是，選用了一般市售吸濕盒中的主要成分：氯化鈣，來研究暖暖包的放熱成效究竟如何。最後，透過改變暖暖包內各項參數，來探究溫度產生最大值之間的關係。

## 貳、研究目的

- 一.不同反應物(鋅粉、鐵粉、鋁粉、鎂粉)對暖暖包最高溫度的比較。
- 二.鋅粉質量多寡對暖暖包最高溫度的比較。
- 三.不同保水材料(食鹽、沸石、活性碳)對暖暖包最高溫度的比較。
- 四.保水材料(氯化鈣)對暖暖包最高溫度的比較。

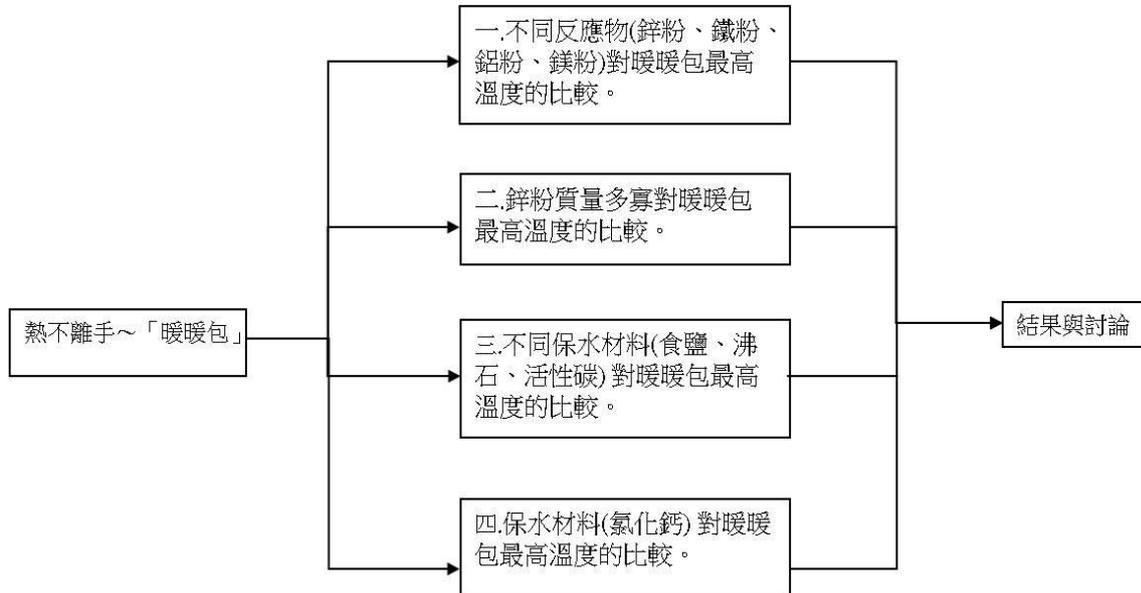
## 參、研究藥品與器材

研究藥品與器材

記錄工具	器材	藥品
電腦、筆記本、相機	熱電偶溫度計、紙杯、夾鍊袋、電子天秤、刮杓、秤量紙、研鉢、研杵。	鐵粉、鋅粉、鋁粉、鎂粉、食鹽、沸石、活性碳、氯化鈣。

## 肆、研究方法與結果（含討論）

### 一、實驗流程圖



### 二、實驗步驟

(一) 不同反應物(鋅粉、鐵粉、鋁粉、鎂粉)對暖暖包最高溫度的比較。

塑膠夾鏈袋分別裝入保水材料（沸石、食鹽、活性炭） → 加入反應物(鋅粉、鐵粉、鋁粉、鎂粉) → 加入 1 毫升的水 → 夾鏈袋不密封（接觸外界空氣） → 搓揉 20 秒使其混合均勻 → 放入熱電偶溫度計 → 量測最高溫。(各量 1 次數據)。

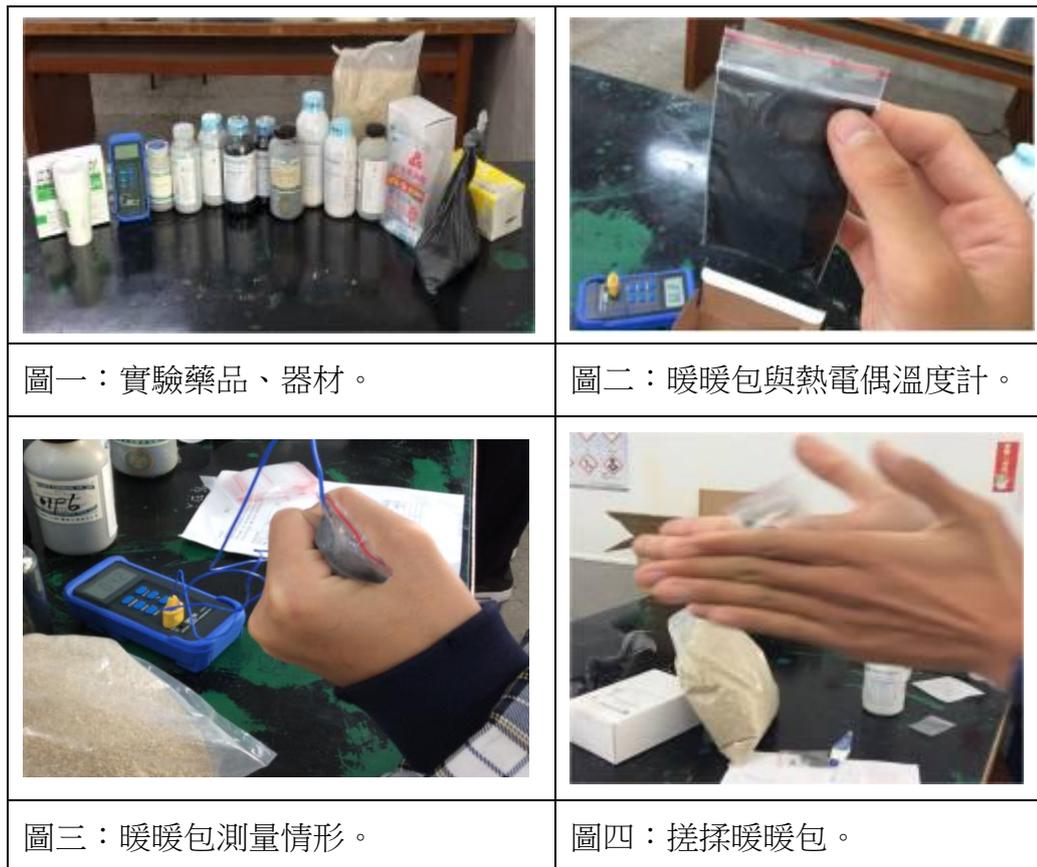
(二) 鋅粉質量多寡對暖暖包最高溫度的比較。

塑膠夾鏈袋分別裝入保水材料（沸石、食鹽、活性炭） → 加入反應物(鋅粉) → 加入 1 毫升的水 → 夾鏈袋不密封（接觸外界空氣） → 搓揉 20 秒使其混合均勻 → 放入熱電偶溫度計 → 量測最高溫（各量 5 次數據）。

(三) 不同保水材料(食鹽、沸石、活性炭、氯化鈣) 對暖暖包最高溫度的比較。

將氯化鈣磨成粉末狀 → 塑膠夾鏈袋分別裝入保水材料（沸石、食鹽、活性炭、**氯化鈣**） → 加入反應物(鋅粉) → 夾鏈袋不密封（接觸外界空氣） → 不加水搓揉 20 秒使其混合均勻 → 放入熱電偶溫度計 → 量測最高溫（各量 5 次數據）。

### 三、實驗圖片



### 四、實驗結果

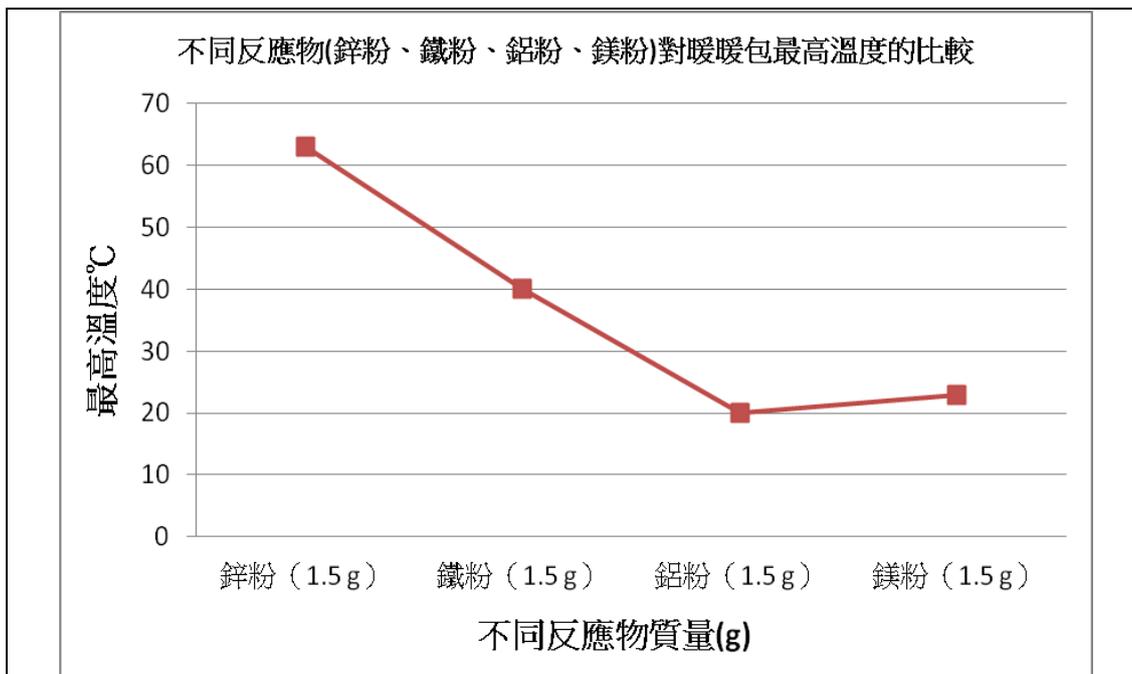
(一) 不同反應物(鋅粉、鐵粉、鋁粉、鎂粉)對暖暖包最高溫度的比較。

1. 實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
食鹽、活性炭、沸石	鋅粉、鐵粉、鋁粉、鎂粉	最高溫度

3. 實驗量測數據：

	食鹽	活性炭	沸石	最高溫度
1 鋅粉 (1.5 g)	0.35 g	3 g	0.2 g	63°C
2 鐵粉 (1.5 g)	0.35 g	3 g	0.2 g	40°C
3 鋁粉 (1.5 g)	0.35 g	3 g	0.2 g	20°C
4 鎂粉 (1.5 g)	0.35 g	3 g	0.2 g	23°C



圖五：不同反應物(鐵粉、鋅粉、鋁粉、鎂粉)對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3. 實驗討論：

- (1) 不同反應物對溫度上升的影響，以鋅粉上升幅度最大(最高溫度：63°C)，依序為鐵粉、鎂粉，最後是鋁粉。
- (2) 因為活性較大的金屬較容易被大氣當中的氧氣氧化，已經形成氧化物了；這樣一來反而是活性較小的金屬能夠放出較多的熱量。所以我們選出溫度最高的反應物：鋅，當作這次實驗的主要反應物。

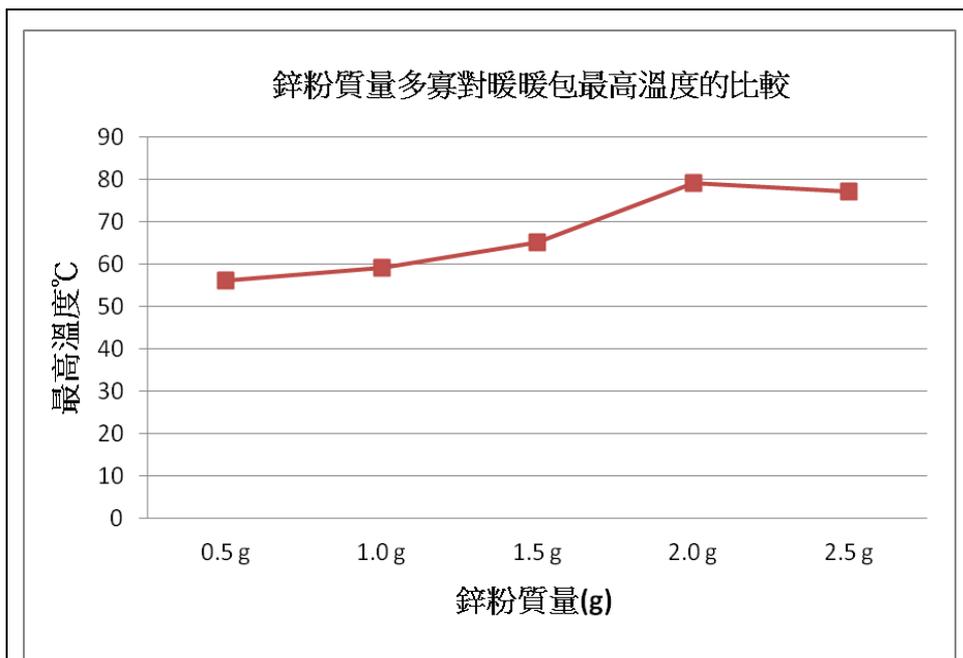
## (二) 鋅粉質量多寡對暖暖包最高溫度的比較

### 1. 實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
食鹽、活性碳、沸石	鋅粉	最高溫度

### 2. 實驗量測數據：

	鋅粉	食鹽	活性碳	沸石	最高溫度
1	2.5 g	0.35 g	3 g	0.2 g	77°C
2	2.0 g	0.35 g	3 g	0.2 g	79°C
3	1.5 g	0.35 g	3 g	0.2 g	65°C
4	1.0 g	0.35 g	3 g	0.2 g	59°C
5	0.5 g	0.35 g	3 g	0.2 g	56°C



圖六：鋅粉質量多寡對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3. 實驗討論：

- (1) 鋅粉每增加 0.5g，暖暖包之最高溫度有顯著增加的趨勢。
- (2) 依照課程所學：質量守恆定律，反應物越多，生成物越多，放出的熱量也隨之增加，鋅粉含量來到 2.5g 時，溫度達到 77°C 之高溫。

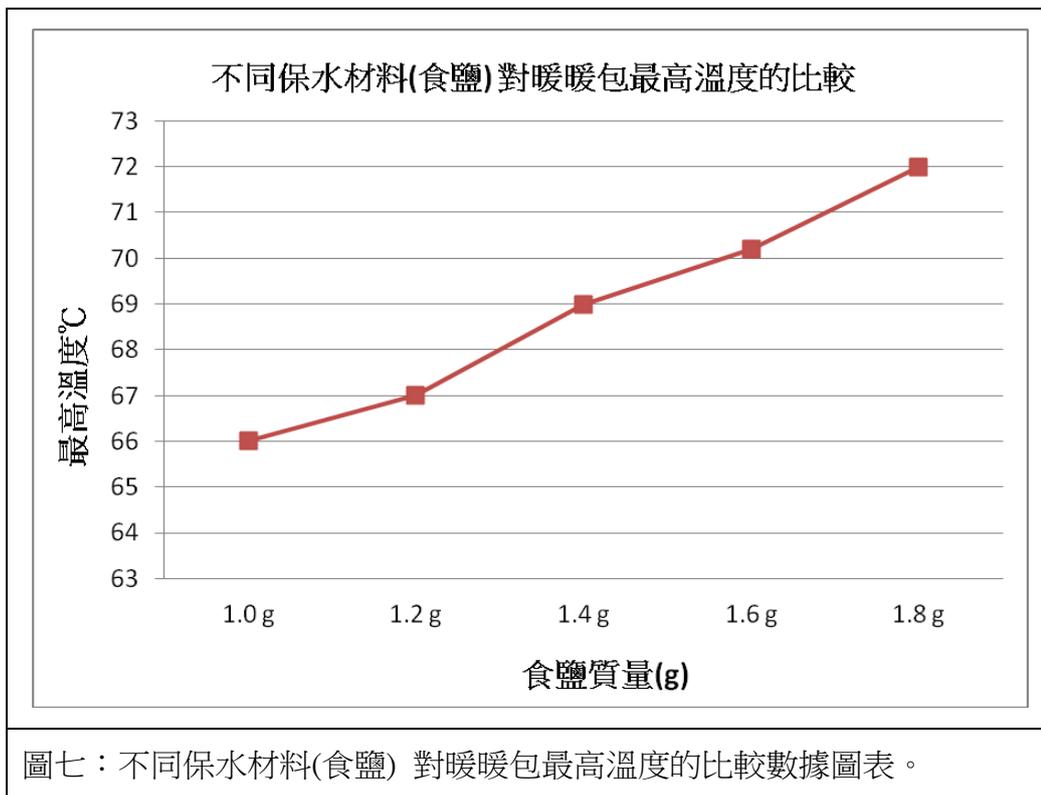
### (三) 不同保水材料(食鹽)對暖暖包最高溫度的比較。

#### 1. 實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
鋅粉、沸石、活性炭	食鹽	最高溫度

#### 2. 實驗量測數據：

	鋅粉	食鹽	沸石	活性炭	最高溫度
1	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.0 g	66.0°C
2	2.5 g	1.2 g	1.0 g	1.0 g	67.0°C
3	2.5 g	1.4 g	1.0 g	1.0 g	69.0°C
4	2.5 g	1.6 g	1.0 g	1.0 g	70.2°C
5	2.5 g	1.8 g	1.0 g	1.0 g	72.0°C



圖七：不同保水材料(食鹽) 對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3.實驗討論：

- (1) 保水材料(食鹽)，改變其含量，實驗結果有顯著上升趨勢。
- (2) 食鹽越多，吸收水份的總量越多，暖暖包溫度隨之升高。

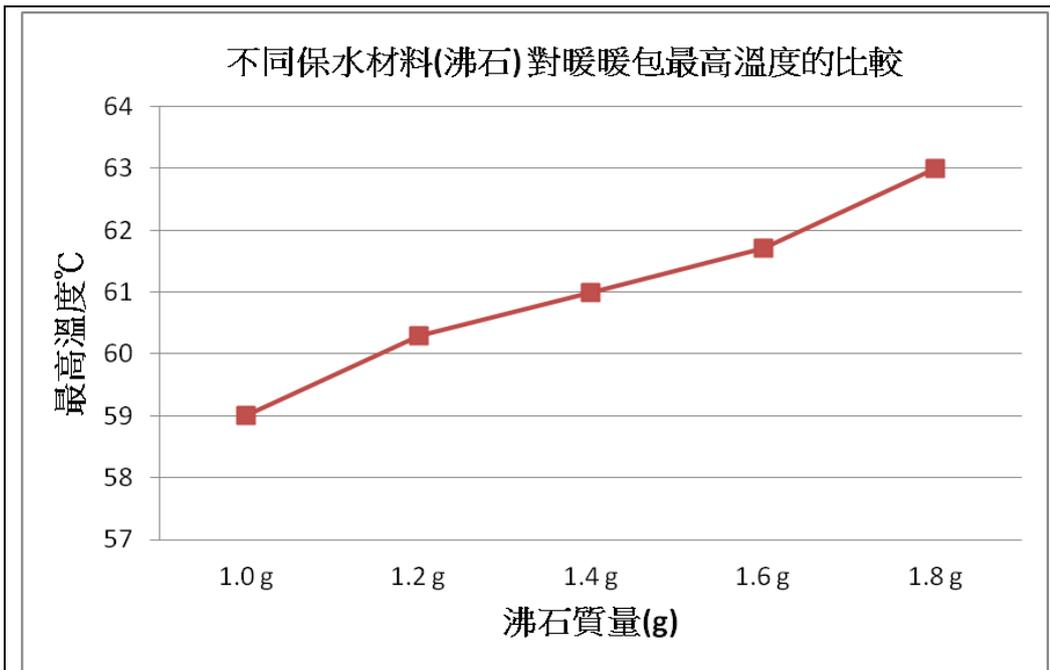
### (三) 不同保水材料(沸石)對暖暖包最高溫度的比較。

#### 1.實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
鋅粉、食鹽、活性炭	沸石	最高溫度

#### 2.實驗量測數據

	鋅粉	食鹽	沸石	活性炭	最高溫度
1	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.0 g	59.0°C
2	2.5 g	1.0 g	1.2 g	1.0 g	60.3°C
3	2.5 g	1.0 g	1.4 g	1.0 g	61.0°C
4	2.5 g	1.0 g	1.6 g	1.0 g	61.7°C
5	2.5 g	1.0 g	1.8 g	1.0 g	63.0°C



圖八：不同保水材料(沸石) 對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3.實驗討論：

- (1) 保水材料(沸石)，改變其含量，最高溫度有顯著上升趨勢。
- (2) 沸石越多，總水份含量越多，暖暖包溫度隨之升高。

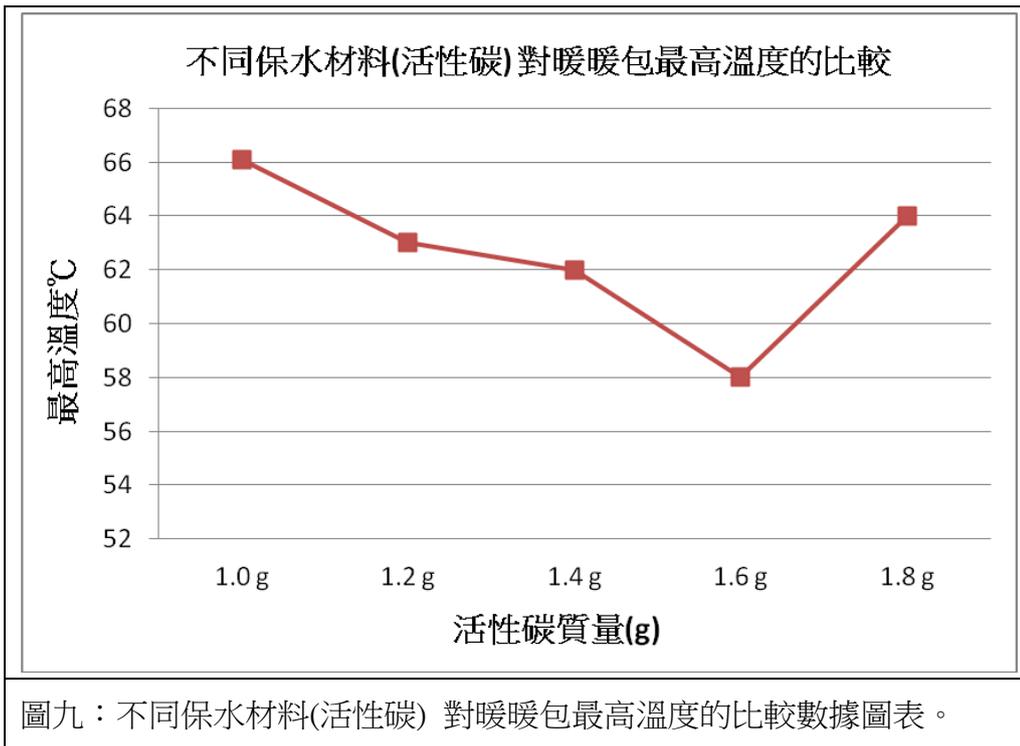
### (三) 不同保水材料(活性炭)對暖暖包最高溫度的比較。

#### 1.實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
鋅粉、食鹽、沸石	活性炭	最高溫度

#### 2.實驗量測數據

	鋅粉	食鹽	沸石	活性炭	最高溫度
1	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.0 g	66.1°C
2	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.2 g	63.0°C
3	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.4 g	62.0°C
4	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.6 g	58.0°C
5	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.8 g	64.0°C



圖九：不同保水材料(活性碳)對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3.實驗討論：

- (1) 保水材料(活性碳)，隨活性碳質量增加，溫度在 66.1°C ~ 58.0°C 之間徘徊。
- (2) 根據往年科展作品的相關資料顯示（吸水大師—環境環保新趨勢：岡山高農），活性碳吸附水份的效果較差，導致溫度變化不明顯。

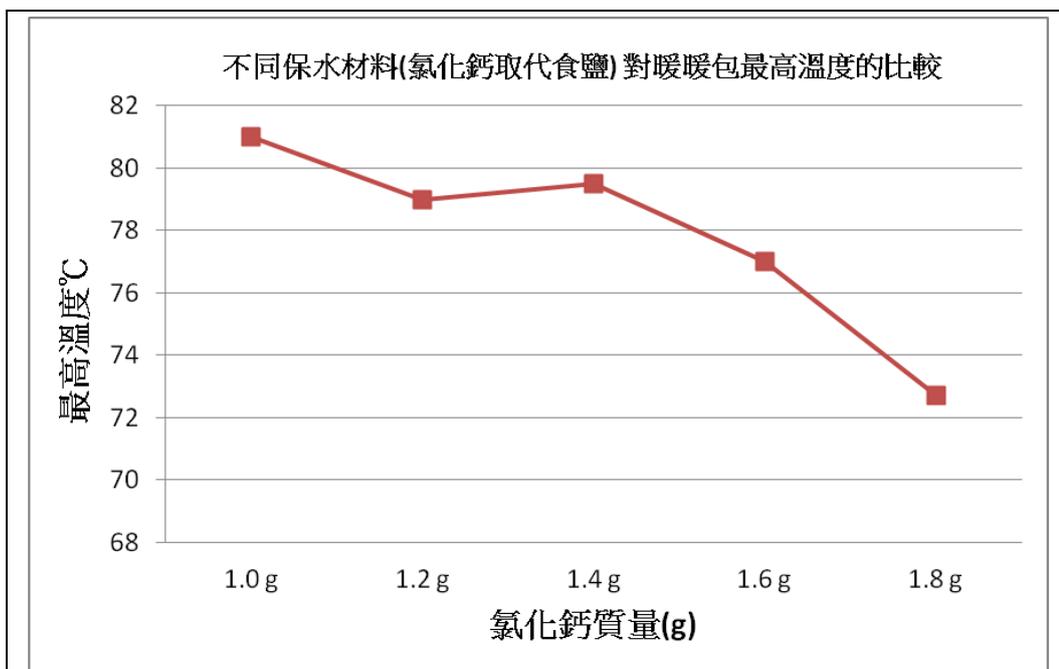
### (四) 保水材料(氯化鈣取代食鹽)對暖暖包最高溫度的比較。

#### 1.實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
鋅粉、活性碳、沸石	氯化鈣	最高溫度

#### 2.實驗量測數據

	鋅粉	氯化鈣	活性碳	沸石	最高溫度
1	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.0 g	81.0°C
2	2.5 g	1.2 g	1.0 g	1.0 g	79.0°C
3	2.5 g	1.4 g	1.0 g	1.0 g	79.5°C
4	2.5 g	1.6 g	1.0 g	1.0 g	77.0°C
5	2.5 g	1.8 g	1.0 g	1.0 g	72.7°C



圖十：不同保水材料(氯化鈣取代食鹽)對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3.實驗討論：

- (1) 保水材料(氯化鈣)，改變其含量，實驗結果反而出現下降趨勢。
- (2) 氯化鈣與活性碳、沸石混合比例顯示，推測已過溫度上升之峰值。所以由這 5 個數據點來觀察，氯化鈣質量最佳效果落在 1.0g 左右。

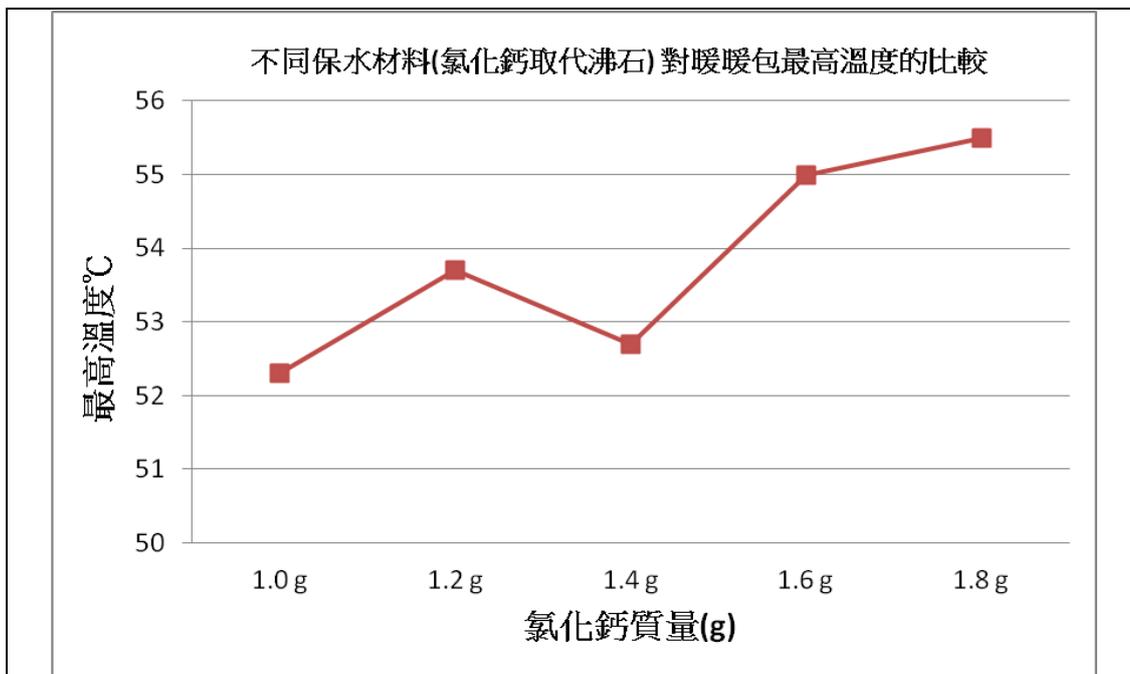
### (四) 保水材料(氯化鈣取代沸石)對暖暖包最高溫度的比較。

#### 1.實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
鋅粉、食鹽、活性碳	氯化鈣	最高溫度

#### 2.實驗量測數據

	鋅粉	食鹽	活性碳	氯化鈣	最高溫度
1	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.0 g	52.3°C
2	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.2 g	53.7°C
3	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.4 g	52.7°C
4	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.6 g	55.0°C
5	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.8 g	55.5°C



圖十：不同保水材料(氯化鈣取代沸石)對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3.實驗討論：

- (1) 保水材料(氯化鈣)，改變其含量，實驗結果有顯著上升趨勢。。
- (2) 氯化鈣與食鹽、活性碳混合顯示，氯化鈣越多，吸收水份的總量越多，暖暖包溫度隨之升高。

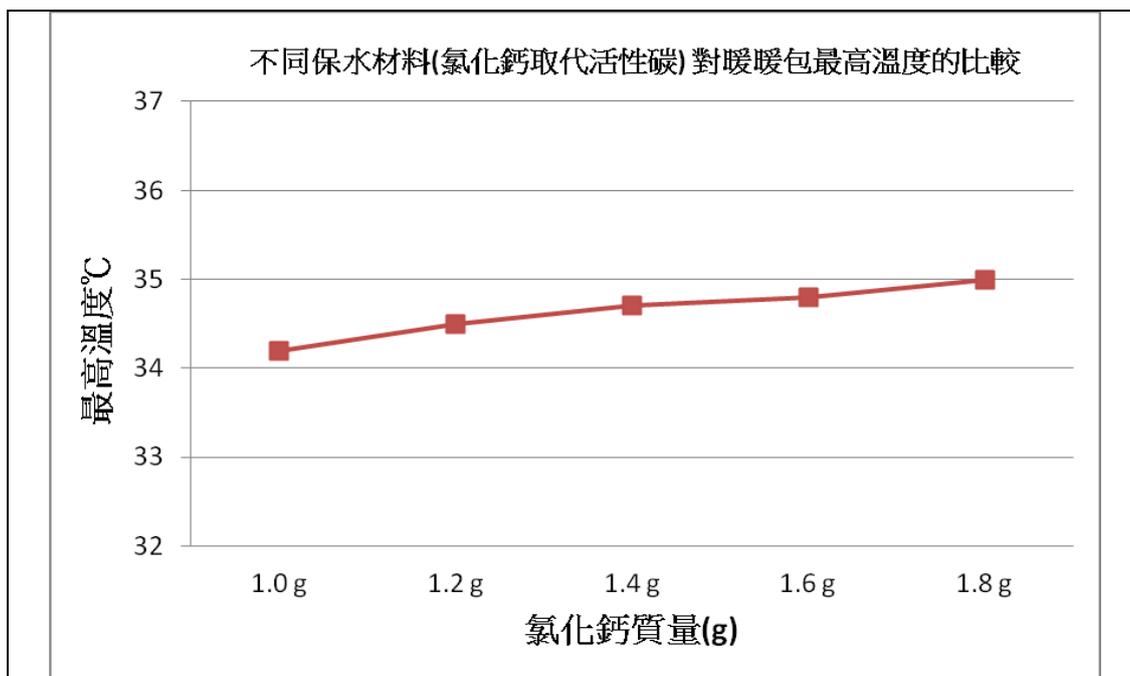
### (四) 保水材料(氯化鈣取代活性碳)對暖暖包最高溫度的比較。

#### 1.實驗參數設定：

控制變因	操作變因	應變變因
鋅粉、食鹽、沸石	氯化鈣	最高溫度

#### 2.實驗量測數據

	鋅粉	食鹽	氯化鈣	沸石	最高溫度
1	2.5 g	1.0 g	1.0 g	1.0 g	34.2°C
2	2.5 g	1.0 g	1.2 g	1.0 g	34.5°C
3	2.5 g	1.0 g	1.4 g	1.0 g	34.7°C
4	2.5 g	1.0 g	1.6 g	1.0 g	34.8°C
5	2.5 g	1.0 g	1.8 g	1.0 g	35.0°C



圖十一：不同保水材料(氯化鈣取代活性碳)對暖暖包最高溫度的比較數據圖表。

### 3.實驗討論：

- (1) 保水材料(氯化鈣)，改變其含量，實驗結果有些微上升（不明顯）。
- (2) 氯化鈣與食鹽、沸石混合比例顯示，氯化鈣越多，吸收水分的總量越多，暖暖包溫度隨之升高。

## 伍、實驗結論

- 一、於「實驗一：不同反應物(鋅粉、鐵粉、鋁粉、鎂粉)對暖暖包最高溫度的比較」中，按照理論：活性大小與發熱的效果可得知，鎂 > 鋁 > 鋅 > 鐵，但是根據本實驗做出之結果，最高溫度大小排序確是：鋅 > 鐵 > 鎂 > 鋁，不符合實驗預期。  
推測不符合活性表的理論結果：是因為活性較大的金屬較容易被大氣當中的氧氣氧化，已經形成氧化物了；這樣一來反而是活性較小的金屬能夠放出較多的熱量。所以我們選出溫度最高的反應物：鋅，當作這次實驗的主要反應物。
- 二、於「實驗二：鋅粉質量多寡對暖暖包最高溫度的比較」中，依照課程所學：質量守恆定律，反應物越多，生成物越多，放出的熱量也隨之增加，鋅粉含量來到 2.5g 時，溫度達到 77°C 之高溫。

- 三、於「實驗三：不同保水材料(食鹽、沸石、活性炭)對暖暖包最高溫度的比較」中，由上升的最高溫度判斷，食鹽吸附水份的效果優於沸石、活性炭。
- 四、於「實驗四：保水材料(氯化鈣)取代食鹽、沸石、活性炭，對暖暖包最高溫度的比較」中顯示，氯化鈣取代食鹽：溫度區間：72.7°C～81°C、氯化鈣取代沸石：溫度區間：52.3°C～55.0°C、氯化鈣取代活性炭：溫度區間：34.2°C～35.0°C，最後由溫度區間找出適合人體並取代市售暖暖包，最佳保水材料為食鹽、活性炭、氯化鈣。

## 陸、參考資料

- 一、第 45 屆全國中小學科展 主題『熱化學之極致—暖暖包』，指導老師：許嘉琪、陳寧俊 作者：張凱傑。
- 二、第 46 屆全國中小學科展 主題『哇 Hot Hot~~小暖包-暖暖包的秘密』，指導老師：林啟興、黃翠盈 作者：曹芷屏、陳萱、鄭宇璿、陳庭瑜。
- 三、第 51 屆全國中小學科展 主題『愛不「釋」手—自製環保暖暖包保暖效果的研究』，指導老師：吳美慧、陳柏燕 作者：黃詩瑜、林豐善、蔡佳蓁、王彩禎、張庭瑜。
- 四、全國中小學科展 主題『神奇的暖暖包』，指導老師：莊竣翔 作者：吳逸倫、張家偉。
- 五、全國中小學科展 主題『吸水大師—環境環保新趨勢』，指導老師：鄭惠紅、龔琴雲 作者：李翌寧、楊靜宜、陳怡馨。
- 六、康軒文教編輯委員（民 104）。國中自然與生活科技第三冊。新北市：康軒文教事業股份有限公司。
- 七、康軒文教編輯委員（民 104）。國中自然與生活科技第四冊。新北市：康軒文教事業股份有限公司。

## 【評語】 030206

作品創意佳，仿市面暖暖包，探討各種金屬粉發熱的溫度，可以繼續再努力。

建議：

1. 找出各類金屬粉的還原電位，因此項電位與放熱多少相關。
2. 找到可逆反應的材料，如此才可能仿暖暖包。