

「燒」便當，強強滾！

初小組化學科第一名

高雄市立大同國民小學

作者：賴威廷、陳歆寧、孫崇軒、甯祥豪
指導教師：何夏枝、曾秀玉

一、研究動機

那天校外教學，大家都快樂無比，當老師說可以開始吃午餐時，大家都迫不及待的拿出最豐富的午餐開始享用，只有歆寧一個人，還在那兒等，說什麼她帶了熱便當，只見她將餐盒外的繩子一拉，咦！一下子，便當真的變熱了，真是神奇！盒內到底藏著什麼東西？為什麼繩子一拉，就會使「冷便當」變成「燒便當」，好想看看、研究研究，便利用課餘時間，買了好多「燒便當」，大夥兒一起開始動手做實驗！

二、研究目的

- (一)探討「燒便當」放熱的因素。
- (二)探討影響「燒便當」放熱的因素。
- (三)改良「燒便當」。
- (四)了解化合物遇水放熱的現象。
- (五)從實驗研究中，學習科學的方法，養成耐心、細心的科學態度，而使科學「生活化」。

三、研究設備

燒便當、生石灰、電子秤、溫度計、烤箱、鉑絲、瓦斯爐、廣用試紙、燒杯、篩網、研鉢、醋酸、小蘇打、氯化鎂、氯化鈣、硫酸銅、滴管、蒸餾水、保溫盒。

四、研究過程方法

研究(一)探討「燒便當」放熱的因素

實驗1：觀察「燒便當」中物質的特性

方法：(1)將燒便當下盒中的固體、液體、混合物分別置於三個培養皿中。

(2)用手，鼻，眼等感官作觀察（表略）。

(3)用電子秤，秤出三者的質量（表略）。

(4)用廣用試紙測三者的酸鹼性（表略）。

發 現：1. 燒便當的固體，原本是顆粒狀的，但經碰撞磨擦（磨碎）可成粉末，是一種細白，無光澤的鹼性顆粒或粉末，每包約 15 2.3 克。
2. 燒便當中的液體是一種淡黃色的弱酸性液體，每包約 15 2.9 克。
3. 混合物為無味，且呈鹼性的顆粒狀，約 30 5.2 克。
4. 燒便當中的固體和液體未混合前，溫度為常溫，混合後會放出大量的熱且有蒸氣冒出，數十分鐘後，混合物中的白色顆粒，以筆頭輕壓，即碎！

聯 想：1. 家裏相機的生石灰乾燥劑，一遇水就會熱熱的。

2. 實驗課老師用生石灰製造澄清石灰水時，也會熱熱的。

猜 想：由以上的種種現象，燒便當中的白色顆粒可能是生石灰。

實驗 2：“燒便當”中白色顆粒（粉末）是生石灰嗎？

方法(1)：焰色檢驗法

A. 將鉑絲一端彎成小圓形狀。

B. 沾取燒便當中的白色粉末，在瓦斯爐的外焰灼燒。

C. 觀察火焰顏色。

結 果：火焰為橙紅色。

發 現：白色粉末為鈣化合物。

方法(2)：與生石灰和水作用後的情形比較。

A. 各取 20 克的生石灰和燒便當中的白色粉末。

B. 分別同時倒入裝有 10c.c 蒸餾水的玻璃皿中。

C. 觀察比較兩者作用的情形。

結 果：A. 兩者都會放熱，有蒸氣冒出。

B. 作用後，兩者都膨鬆起來，仍然是粉末。

發 現：白色粉末與生石灰和水作用，產生的現象幾乎一樣。

方法(3)：與二氧化碳作用

A. 將 20g 的白色粉末倒入裝有 100 cc 清水的透明杯中。

B. 充份攪拌，靜置使其沈澱。

C. 倒出上面澄清的水於透明杯中。

D. 用吸管吹入二氧化碳，觀察其變化。

結 果：澄清的水變乳白色了。

發 現：“燒便當”中的白色顆粒（粉末）就是生石灰。

問題：由實驗 2. 知燒便當中的白色顆粒就是生石灰，生石灰遇水就會放熱，何以燒便當中的液體為弱酸呢？值得探討。

實驗 3：「燒便當」中的液體何以要用弱酸？

方法：(1)各取 150 克燒便當中的粉末生石灰。
(2)分別同時倒入各裝有 150 cc 蒸餾水及燒便當液體的燒便當下盒中。
(3)在燒便當上盒中再分別放 200 cc 蒸餾水加熱。
(4)蓋上盒蓋插上溫度計測量比較兩者溫度上升情形。

結果：圖表（省略）

發現：生石灰與燒便當中的弱酸作用放熱較快、較多，與蒸餾水作用放熱較慢、較少。

結論(一)：綜合以上實驗 1. 2. 3. 我們發現「燒便當」之所以會放熱，乃是利用燒便當中的生石灰遇水放熱，產生蒸氣的現象，來使放在上面的飯或麵，在高溫蒸氣加熱的情況下，達到熱呼呼的效果，但為了加速放熱及提高放熱量，所以用弱酸代替了中性的水。

研究(二)探討影響「燒便當」放熱的因素

實驗 1：生石灰顆粒、粉末的不同，是否會影響「燒便當」放熱。

方法：(1)取出燒便當中的生石灰，用篩網篩選。
(2)各取 150 克顆粒，粉狀的生石灰及燒便當中的生石灰。
(3)分別同時倒入各裝有 150 cc 蒸餾水的燒便當下盒中。
(4)在燒便當上盒中，再分別放入 200 cc 蒸餾水加熱。
(5)蓋上盒蓋，插上溫度計，測量比較水溫上升情形。
(6)各做三次，採平均值記錄比較。

結果：圖表（省略）

發現：生石灰顆粒、粉末的不同，會影響燒便當放熱速度及持續時間，但放熱量影響不大。
(1)顆粒狀的生石灰，放熱較慢，溫度持續時間較長。
(2)粉末狀的生石灰，放熱較快，溫度持續時間較短。
(3)顆粒狀、粉末狀的生石灰與蒸餾水作用放熱量相差不多。

實驗 2：液體酸鹼度不同，是否會影響「燒便當」放熱？

方法：(1)用研鉢磨碎燒便當中的生石灰。
(2)各取各取 150 克粉狀生石灰，分別同時倒入各裝有 150 cc 原來燒便當液體，蒸餾水、醋酸、小蘇打水的燒便當下盒中。
(3)同實驗 1 之方法，測量比較水溫。

結果：圖表（省略）

發現：液體酸鹼度不同，會影響燒便當放熱速度，放熱量及持續時間。

- (1)液體越酸，放熱較快，放熱量較多，但持續時間較短。
- (2)液體呈鹼性時，雖然放熱量較小，但放熱較慢，持續時間因而較長。

實驗3：液體量的不同，是否會影響“燒便當”放熱？

方法：(1)於燒便當下盒中各放入200、150、100、50 cc的蒸餾水。
(2)分別同時倒入150克粉狀生石灰。
(3)同實驗1之方法，測量比較水溫。

結果：圖表（省略）

發現：液體量的不同，會影響燒便當放熱量及持續時間，但放熱速度影響不大。

- (1)液體量較少時，放熱較多，溫度持續時間較長。
- (2)液體量較多時，放熱較少，溫度持續時間較短。
- (3)液體量的多少，對放熱速度影響不大。

實驗4：生石灰量的不同，是否會影響“燒便當”放熱？

方法：(1)於燒便當下盒中，各放入150 cc的蒸餾水。
(2)分別同時倒入200克、150克、100克的粉狀生石灰。
(3)同實驗1之方法，測量比較水溫。

結果：圖表（省略）

發現：生石灰量的不同，會影響燒便當放熱量及持續時間，但放熱速度影響不大。

- (1)生石灰量較多時，放熱較多，溫度持續時間長。
- (2)生石灰量較少時，放熱較少，溫度持續時間較短。
- (3)生石灰量的多少，對放熱速度影響不大。

結論(二)：綜合實驗1. 2. 3. 4.可知，生石灰顆粒、粉末的不同，液體酸鹼度的不同，生石灰量，液體量的不同，都會影響燒便當放熱的情形。

研究(三)改良“燒便當”

註：1.由研究(一)(二)知，燒便當是利用生石灰遇水放熱，產生高溫來使燒便當加熱的現象，而用過的生石灰，不知可否重複使用，因此我們想改良看看，我們改良的燒便當，是否會比較好。

2.用各種含不同結晶水的藥品，替代燒便當中的生石灰，先用烤箱烘乾各藥品，待冷卻後，再實驗比較。

3.不知各種藥品與水作用，在何種比例下會放熱量多，所以先嘗試各種

藥品與水在 5:1、4:1、3:1、2:1、1:1、1:2 的放熱情形，找出各種藥品放熱最多之比例後，再進行實驗。

實驗 1：先比較各種藥品與原燒便當放熱情形。

方法：(1)於燒便當下盒中，各放入 50 cc 蒸餾水。

(2)再分別同時倒入 250 克、200 克、150 克的氯化鎂、氯化鈣、硫酸銅。

(3)同研究(二)實驗 1 之方法，測量水溫並與原燒便當比較。

結果：圖表（省略）

發現：(1)原燒便當放出的熱較多，其次為氯化鎂、氯化鈣、硫酸銅。

(2)生石灰放熱時有大量蒸氣冒出，其餘蒸氣很少。

實驗 2：烘乾重複使用各藥品，並比較放熱情形。

方法：(1)將實驗 1 中使用過的各藥品，分別放入烤箱中烘乾。

(2)再重複實驗 1 的方法，並比較其放熱情形。

(3)各做三次採平均值記錄比較。

結果：圖表（省略）

發現：(1)燒便當中的生石灰，無法重複使用。

(2)氯化鎂、氯化鈣、硫酸銅可重複使用，且放熱情形與原來相差不多。

五、結果與討論

(一)綜合以上所有實驗的結果，我們的結論是：

1. “燒”便當之所以會放熱，乃是利用燒便當中的生石灰遇水放熱，產生蒸氣的現象，來使放在上面的飯或麵，在高溫蒸氣加熱的情況下，達到熱呼呼的效果。
2. “燒”便當之所以用弱酸代替了中性的水，主要目的是要加速其放熱及增加其放熱量，來使“冷”便當快速變成“燒”便當。
3. “燒”便當中生石灰顆粒的大小、液體的酸鹼性，以及生石灰與液體的比例不同，在本實驗研究範圍內部都會影響便當的放熱情形，其中：
 - (1)粉末狀的生石灰比顆粒放熱快，溫度持續時間較短，但兩者放熱量相差不多。
 - (2)液體越酸，放熱較快，放熱量較多，溫度持續時間卻較短，液體呈鹼性時，雖然放熱較少，但放熱較慢，溫度持續時間因而較長。
 - (3)液體量較少，生石灰較多時，放熱量較多，溫度持續時間較長。
 - (4)液體量較多，生石灰較少時，放熱量較少，溫度持續時間較短。

(5)液體量的多少，生石灰量的多少，對燒便當放熱速度影響不大。

4.改良的燒便當中

(1)原燒便當中的生石灰遇水會冒出蒸氣，其餘氯化鎂、硫酸銅、氯化鈣遇水都會放熱，但蒸氣很少。

(2)原燒便當中的生石灰放熱較多，其次為氯化鎂、氯化鈣、硫酸銅。

(3)原燒便當中的生石灰，不可重複使用，而改良的含結晶水的氯化鎂、硫酸銅、氯化鈣烘乾後，可重複使用，且放熱情形與原來相差不多。

(二)在本實驗後我們了解到：

1.燒便當之所以會放熱，主要是利用生石灰遇水產生放熱的現象，讓躲在化合物中的能量釋放出來，將原本日常生活中不起眼的生石灰，做成能使“冷便當”變熱的“燒便當”。

2.不同的化學藥品與水作用，所放出熱的多少，也就有所不同且化學反應的進行，有一定的比例，只要比例不同結果也會有所不同。

3.燒便當中的生石灰何以要用顆粒狀：

(1)粉末狀易吸水、放熱、不易長久保持。

(2)顆粒狀放熱雖比粉末慢些，但與弱酸作用還是很快，而且溫度持續時間卻可較長些。

4.燒便當中的液體何以用弱酸：

(1)酸性太強，放熱太高，易將塑膠盒容器燒壞，且持續溫熱時間較短。

(2)弱酸不但可加速放熱又可增加放熱量，且持續時間與中性的水相差不多。

5.燒便當中的液體何以要用那麼多：

(1)當燒便當繩子一拉，有時袋內的液體，不會完全流出，因水袋在生石灰下方，若只裝得剛剛好，怕有些生石灰無法作用完全，而達不到效果。

(2)若燒便當未放置妥當，下盒的液體易翻倒，而減少與生石灰作用，因而影響放熱效果。

6.根據資料，熟石灰須先跟二氧化碳作，形成碳酸鈣，然後在高溫（880℃以上）才能再製成生石灰，所以要使熟石灰再製成生石灰，讓燒便當能重複使用，實在非我們能力所及。

7.在寒冷的冬天裡，出外郊遊、旅行、爬山、隨身攜帶一盒燒便當，就不怕沒熱便當可吃了。

8.生意人頭腦真靈活，利用所學，加以應用在日常生活上，不但造福了我

們，更爲自己賺進了不少鈔票，使得身爲現代人的我們，不得不充實自己，否則就落伍了。

六、檢討

藉著這次實驗，使我們對“燒便當”有了更進一層的了解，雖然我們已大致明瞭燒便當放熱的原因，而且也知道廠商如此搭配生石灰與弱酸水溶液的用意，更知道生石灰與水比例不同時，放出的熱也就會有所不同，並發現生石灰與水的比例以 3:1 效果爲佳且較經濟，進一步嘗試改變燒便當中的成份，發現用氯化鎂、氯化鈣、硫酸銅等藥品，也有熱飯的效果，而且它們可烘乾來重複使用，真是令人欣慰。最後，值得一提的是多日來，在老師辛苦的指導下，使我們這群原本對“科學展覽”完全陌生的小蘿蔔頭們，如今也了解了不少，而且在實驗中，學習到不少科學的方法，養成了耐心、細心的科學態度，而使科學融入生活中…等，這些才是我們多日來的最大收穫。

七、參考資料

1. 國小自然第九冊第三單元。
2. 國中理化(一)第一章。
3. 化學(上)高立圖書公司，P19、P272 ~ P279。
4. 高市第 33 屆科學展優勝作品專輯，P108 ~ P117。

評語

- 一、本作品由觀察市售「燒便當」之加熱現象，引發研究者探討其中所含成份，以及加熱之原因的構想，很有創意，適於初小程度。
- 二、由觀察化學及物理性質推測其成份可能爲生石灰，並再進一步從事數種化學反應，論證其推測之正確性，採取步驟具科學精神。
- 三、探討不同條件對生石灰放熱之影響，考慮的因素頗爲周詳，測定方法亦可靠，特別其對爲何市售「燒便當」中採用弱酸性的水的原因提出合理的解釋，殊屬難得。