

# 燜燒鍋內的溫度變化

## 初小組物理科第二名

台北縣樹林國民小學

作者：許海晨、張硯香

指導教師：于 涓、林烈群

### 一、研究動機

前些時候，媽媽買了一個燜燒鍋，只看到媽媽在瓦斯爐上把蹄膀煮沸二十分鐘，然後就放到燜燒鍋裏面，不去管它了。結果，到了晚上吃飯的時候，媽媽端出一盤香噴噴的蹄膀，吃得我們讚不絕口。可是，我很納悶！以前，媽媽燉蹄膀的時候，總是需要再在瓦斯爐上用小火燉上一、二個鐘頭，而燜燒鍋既不插電也不用瓦斯，為什麼也能達到同樣的效果呢？於是我去問爸爸，爸爸回答我說：「因為燜燒鍋是一種良好的保溫裝置。」我又問他：「如果煮沸的蹄膀一直擺在裏面，是不是溫度都不會改變呢？」爸爸笑著說：「為什麼不去找有關的書籍查一查，順便做一下實驗呢？」於是，我邀請班上的同學，在老師的指導下，展開了一連串的實驗。

### 二、研究目的

- (一)探討不同的液體在燜燒鍋內的溫度變化。
- (二)探討不同形狀的容器在燜燒鍋內的溫度變化。
- (三)探討不同質料的容器在燜燒鍋內的溫度變化。

### 三、研究設備器材

燜燒鍋、溫度計、鹽巴、醋、醬油、牛奶、不鏽鋼碗、瓷碗、玻璃碗、保麗龍碗、方形容器（容器口截面積為方形）、三角形容器（容器口截面積為三角形）、圓形容器（容器口截面積為圓形）、燒杯、酒精燈、手錶、記錄用紙筆、手套（避免燙傷）、磅秤、滴管、照像機。

### 四、研究過程及方法

- (一)探討不同的液體在燜燒鍋內的溫度變化。

方 法：

- 1.〔實驗一〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的不鏽鋼碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 2.〔實驗二〕：秤 390 公克水和 10 公克鹽巴，調製 2.5 % 鹽水溶液，以燒杯盛鹽水溶液 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的不鏽鋼碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 3.〔實驗三〕：以燒杯盛牛奶 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的不鏽鋼碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 4.〔實驗四〕：以燒杯盛醋 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的不鏽鋼碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 5.〔實驗五〕：以燒杯盛醬油 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的不鏽鋼碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。

(二)探討不同形狀的容器在燜燒鍋內的溫度變化。

方法：

- 1.〔實驗六〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的陶製方形容器（在 100℃的水加熱 5 分鐘），容器口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 2.〔實驗七〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的陶製三角形容器（在 100℃的水加熱 5 分鐘），容器口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 3.〔實驗八〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的陶製圓形容器（在 100℃的水加熱 5 分鐘），容器口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記

錄的時間到第 7 小時停止。

(三)探討不同質料的容器在燜燒內的溫度變化。

方法：

- 1.〔實驗九〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的不鏽鋼碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。（同實驗一）
- 2.〔實驗十〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的瓷碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 3.〔實驗十一〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的玻璃碗（在 100℃的水加熱 5 分鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。
- 4.〔實驗十二〕：以燒杯盛水 300 公克，加熱至 97℃後，量取 250 公克倒入加熱後的保麗龍碗（在 100℃的水加熱 10 秒鐘），碗口鋪錫箔紙並以小碟盤覆蓋後，放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度的變化，記錄的時間到第 7 小時停止。

## 五、研究結果與討論

(一)不同的液體在燜燒鍋內，其溫度會有怎樣的變化呢？

實驗一、實驗二、實驗三、實驗四、實驗五得知不同的液體放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度，其變化情形如下表：

〔實驗一〕一月四日（星期四）

〔實驗二〕一月五日（星期五）

實驗物品	不銹鋼碗（水）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:25	89	
二	09:25	55.1	33.9
三	10:25	43	12.1
四	11:25	34.9	8.1
五	12:25	29.9	5
六	13:25	26	3.9
七	14:25	24	2
八	15:25	23	1

實驗物品	不銹鋼碗（鹽水）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:15	86	
二	09:15	57.1	28.9
三	10:15	44	13.1
四	11:15	36	8
五	12:15	31	5
六	13:15	28	3
七	14:15	26	2
八	15:15	24	2

〔實驗三〕一月六日（星期六）

實驗物品	不銹鏽碗（牛奶）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:20	85	
二	09:20	55.9	29.1
三	10:20	41	14.9
四	11:20	34.1	6.9
五	12:20	30.1	4
六	13:20	27	3.1
七	14:20	25	2
八	15:20	23.5	1.5

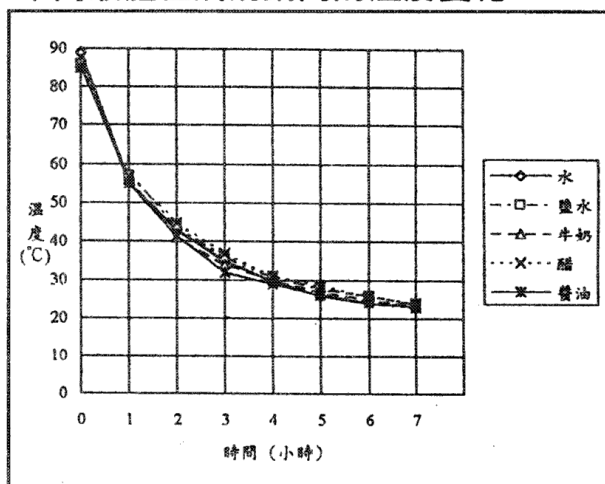
〔實驗四〕一月八日（星期一）

實驗物品	不銹鏽碗（醋）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:35	85	
二	09:35	56.8	28.2
三	10:35	45	11.8
四	11:35	36.9	8.1
五	12:35	31.2	5.7
六	13:35	28.9	2.3
七	14:35	26.1	2.8
八	15:35	24.1	2

〔實驗五〕一月九日（星期二）

實驗物品	不銹鏽碗（醬油）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:45	85.5	
二	09:45	55	30.5
三	10:45	41.5	13.5
四	11:45	32.1	9.4
五	12:45	29.1	3
六	13:45	26.2	2.9
七	14:45	24.1	2.1
八	15:45	23	1.1

不同液體在燜燒鍋內的溫度變化



圖(一)

1. 由以上實驗，發現實驗一至五，記錄之第一次量得溫度及第二次量得溫度，溫度下降很多，有可能是在完成加熱後，將液體倒入加熱後之不鏽鋼碗的過程中，一部份熱量被容器和外在環境吸收所造成，由於熱交互作用發生時，熱量一定是從高溫部份傳向低溫部份，直到達成熱平衡為止，所以第一次及第二次的數據，溫度的下降是可以理解的。
2. 由實驗數據顯示，每次的實驗在經過 6 小時後，液體的溫度幾乎都降到室溫左右，這應該和燜燒鍋的品質及性能有關，這也證明了燜燒鍋內的溫度並非不改變的。
3. 由上述的實驗變化，我們可以知道這五種液體散熱雖有差異，但之間的差異卻很小。由此我們可以進一步討論液體在燜燒鍋中的散熱現象：
  - (1) 由圖(一)可以知道這五種液體散熱性質很相近，都是隨著時間而遞減，皆為第一個小時散熱量最多，第二個小時散熱量減少，第三個小時之後散熱量漸趨平緩。
  - (2) 五種液體溫度變化曲線很類似，顯然，不同的液體在燜燒鍋熱量散失的

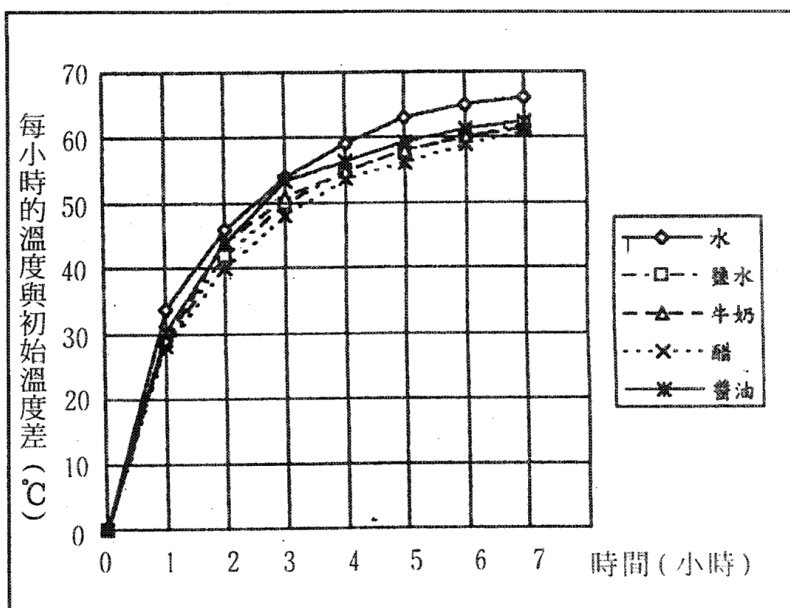
過程中，並無明顯差異。

- (3)由圖(一)可知，每一單位時間內散失熱量的多寡有明顯的變化，這種變化非成正比關係，是由開始初期的兩小時喪失熱量多，而後漸趨平緩。

接著我們再討論熱量散失與時間的關係：

由物理學公式：散失熱量 = 質量 × 比熱 × 溫度差，將質量、比熱視為常數，溫度差和時間作圖，就相當於對散失熱量和時間作圖（ $\frac{\text{散失熱量}}{\text{質量} \times \text{比熱}} = \text{溫度差}$ ），所得如圖(二)：由圖(二)可看出總熱量的散失，由剛開始的劇烈變化然後漸趨平緩。

不同液體在燜燒鍋內總熱量散失與時間關係圖



圖(二)

(二)不同形狀的容器在燜燒鍋內，其溫度會有怎樣的變化呢？

實驗六、實驗七、實驗八得知不同形狀的容器放入燜燒鍋內，每隔 1 小時，記錄溫度，其變化情形如下表：

〔實驗六〕一月十日（星期三）

〔實驗七〕一月十一日（星期四）

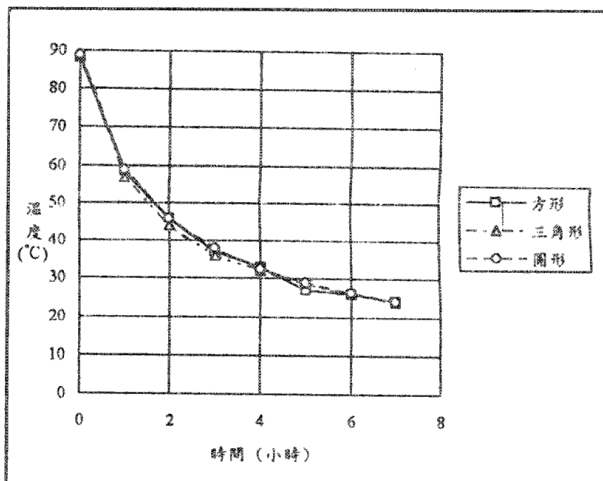
實驗物品	方形容器（水）		
次數	時間	溫度 (°C)	溫度差 (°C)
一	08:10	88	
二	09:10	58.5	29.5
三	10:10	45.9	12.6
四	11:10	37	8.9
五	12:10	33	4
六	13:10	27	6
七	14:10	26	1
八	15:10	24.1	1.9

實驗物品	三角形容器（水）		
次數	時間	溫度 (°C)	溫度差 (°C)
一	08:25	88.5	
二	09:25	56.8	31.7
三	10:25	44	12.8
四	11:25	36	8
五	12:25	32	4
六	13:25	28.9	3.1
七	14:25	26	2.9
八	15:25	24	2

〔實驗八〕一月十二日（星期五）

不同形狀的容器在燜燒鍋內的溫度變化

實驗物品	圓形容器（水）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:40	89	
二	09:40	59	30
三	10:40	45.9	13.1
四	11:40	38	7.9
五	12:40	32.5	5.5
六	13:40	29.1	3.4
七	14:40	26.5	2.6
八	15:40	24.2	2.3



圖(三)

1. 由以上實驗，發現實驗六至八，記錄之第一次量得溫度及第二次量得溫度，溫度下降很多，有可能是在完成加熱後，將水倒入加熱後之陶製容器的過程中，一部份熱量被容器和外在環境吸收所造成，由於熱交互作用發生時，熱量一定是從高溫部份傳向低溫部份，直到達成熱平衡為止，所以第一次及第二次的數據，溫度的下降是可以理解的。
2. 由實驗數據顯示，同樣的在經過約 6 小時後，液體的溫度幾乎都降到室溫左右。
3. 我們將實驗數據畫成折線圖，在圖上可以清楚的表達溫度下降的情形，每一種液體都有自己的曲線。由折線圖上，可以發現三條曲線十分接近。因此，這三種不同形狀的容器，其保溫的效果相差有限，在燜燒鍋內保溫的能力大致相同。
4. 由參考資料(二)中得知，熱的傳播主要是經由傳導、對流、輻射三種方式來傳遞。而在這一組實驗中，所使用的容器皆由陶製且開口截面積大約相等，而所盛裝的熱水也只有 250 公克，並不像燒煤油的暖爐，有很強的熱源。而我們實驗中的熱源很小，所產生的熱輻射是可以忽略的，所以，熱輻射這種傳遞方式不用考慮，再加上容器口都有加蓋子，熱對流的現象並不發生。總結來說，這組實驗，熱的傳播主要是經由傳導方式傳遞，而由於傳遞介質（水）及容器材質皆相同，所以，這組實驗其保溫能力大致相同，結果是合理的。

(三)不同質料的容器在燜燒鍋內，其溫度會有怎樣的變化呢？

溫度變化情形，詳如下表：

〔實驗九〕同實驗一

〔實驗十〕一月十三日（星期六）

實驗物品	瓷碗（水）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	09:10	88	
二	10:10	55.8	32.2
三	11:10	41.3	14.5
四	12:10	33.9	7.4
五	13:10	30	3.9
六	14:10	27	3
七	15:10	25	2
八	16:10	23.1	1.9

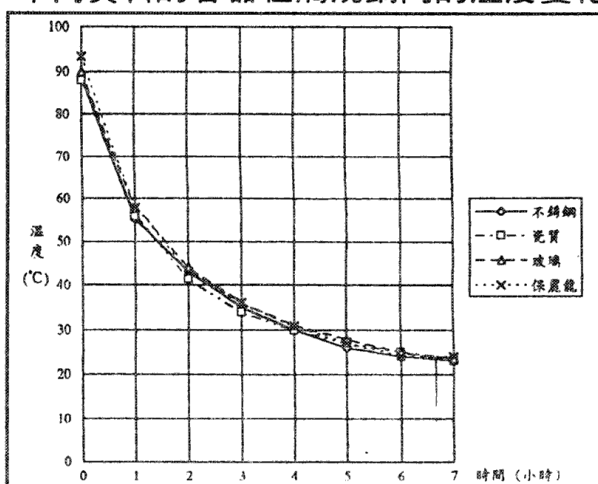
〔實驗十二〕一月十六日（星期二）

實驗物品	保麗龍碗（水）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:15	93.5	
二	09:15	57.8	35.7
三	10:15	43.1	14.7
四	11:15	36	7.1
五	12:15	30.9	5.1
六	13:15	27.2	3.7
七	14:15	24.1	3.1
八	15:15	24	0.1

〔實驗十一〕一月十五日（星期一）

實驗物品	玻璃碗（水）		
次數	時間	溫度（℃）	溫度差（℃）
一	08:25	90	
二	09:25	57.8	32.2
三	10:25	44.1	13.7
四	11:25	36.1	8
五	12:25	31	5.1
六	13:25	28	3
七	14:25	25	3
八	15:25	23.5	1.5

不同質料的容器在燜燒鍋內的溫度變化



圖四

1. 由實驗記錄發現第一次和第二次量得溫度下降很多，有可能是將熱水倒入容器的過程中，一部份熱量被容器和外在環境吸收所造成，故其溫度的下降是可以理解的。
2. 實驗數據顯示，在經過約 6 小時後，溫度幾乎都降到室溫。
3. 這 4 種容器的散熱，其差異很小，故不論用在任何材質的容器，溫度下降的情形大同小異，沒有明顯差別。

## 六、結論

- 由實驗可知，不同液體在燜燒鍋熱量散失的過程，無明顯差異。
- 由圖(二)知，圖形不是成一直線，而是成一坡度漸緩曲線，直到鍋內溫度與外界溫度，接近為止，而其鍋內溫度高時散熱較快。
- 不同形狀的容器，其保溫效果大致相當（傳遞介質相同之故）。
- 不同材質的容器，其溫度變化曲線相近。雖然就我們所知保麗龍材料保溫

效果應最好，但相對燜燒鍋內的容積，本次熱源很小，故放到燜燒鍋中的保溫效果較不明顯。

(五)燜燒鍋內的溫度變化，與容器質料和所盛裝液體種類無明顯關聯。

(六)燜燒鍋內所保持的溫度有一定的時效。根據消費者報導雜誌的刊載建議，在此我們呼籲國人使用悶燒鍋燜煮食物的時間，應不要超過 5 小時，以免孳生細菌危害身體健康。

(七)期望廠商在燜燒鍋的鍋體結構方面，做更進一步的研究。

## 七、參考資料

(一)自然科學彩色辭典(4)，華視出版社。

(二)消費者報導，第 177 期，85 年 1 月。

## 評語

本實驗探討不同液體、不同形狀物品的散熱情形。已能瞭解散熱表面積，材質的散射率。惟因限制在燜燒鍋內散熱速率甚小，變化較不明顯。若能在不同環境中與設定在不同起始溫度觀測，則會更有意義。