

如何讓你更珍惜那一點點

初小組應用科學科第三名

桃園縣菓林國民小學

作者：羅惠珍、張維元

曾銘祺、陳念則

指導教師：陳振雄、謝淑媛

一、研究動機

今天本學期第三次定期考查，一大早心情特別緊張，眼看上學時間就來不及了，於是大喊著：「媽！稀飯煮好了沒？上學快來不及了。」「您把瓦斯開大一點，不是很快就會熟嗎？」可是媽却說：「火開大浪費瓦斯呀！」媽這一句話，使我想不透個中道理，百思不解，於是去請教老師。老師摸摸我的頭說：「這是個很好的問題，本學期自然第十三單元熱從那裏來，可以幫我們解決問題。至於瓦斯開大或小是否浪費，可要透過實驗才能知道結果。」因此，我們幾位同學在老師辛勤指導下，耗去了整個寒假，探討真正的節約能源—「如何才能讓你更珍惜那一點點」。

二、研究目的

- (一)從實驗中發現問題，觀察求證探尋結論，培養處理問題的科學觀念、態度和方法。
- (二)從實驗、觀察、研究、紀錄、綜合、整理分析……等活動以養成實事求是的科學精神，培養研究的興趣和信心。
- (三)透過實驗，明瞭如何節約能源及提供正確的使用方法。

三、研究設備器材

電子秤、溫度計、碼錶、鋁鍋、白鐵鍋、琺瑯鍋、鑄鐵鍋、快鍋、電爐、電磁爐、電鍋、瓦斯爐、尺、鑷子、計算機、量杯。

四、研究注意事項(控制變因)

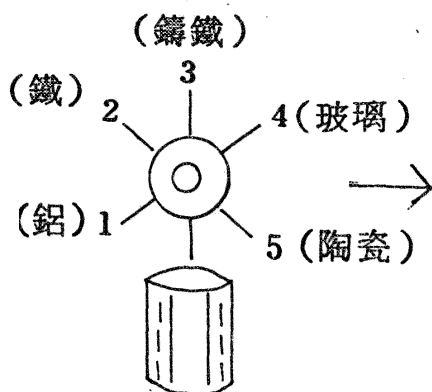
- (一)門窗通風要一致
- (二)每次實驗時，水一定要用量杯來量。
- (三)溫度計的酒精球不可碰到鍋底，觀測時視平線與度數保持水平。
- (四)每次實驗後，溫度計要插入冷水中，恢復常溫。
- (五)每次實驗後，鍋具的熱水要立即倒掉，並將鍋冷卻，俟有相關實驗方可進行，為便於觀察溫度變化，實驗時所有鍋具均不加蓋。
- (六)瓦斯爐以新品來實驗，避免誤差。
- (七)電子秤非常敏感，實驗中不可隨意搖動或碰撞。

五、研究方法與過程

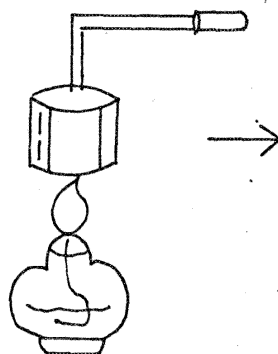
<研究一>不同質料製成的鍋具會影響到熱傳導嗎？

(一)熱傳導比較器實驗方法：

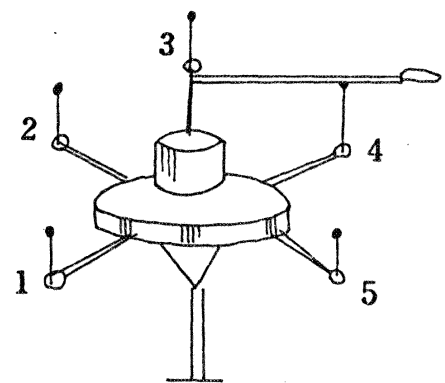
- 1.在各固體棒的末端，滴蠟豎立火柴棒。
- 2.畫記熱傳導比較器設定號碼順序。(如圖1)
- 3.銅錘放在酒精燈加熱(如圖2)，再把鍋錘放在熱傳導比較器(如圖3)。
- 4.將火柴棒倒下的順序紀錄下來，並與預測做比較。



(圖一)



(圖二)



(圖三)

(四)我們發現：

- 1.在熱傳導比較器實驗，結果發現傳熱有快、慢的不同，依序為：鋁、鐵、鑄鐵、玻璃、陶磁。
- 2.液體對流傳熱實驗中，證明鋁棒在液態傳熱最佳而陶磁最差。
- 3.通常金屬比非金屬傳熱速度快些，如鐵傳熱比玻璃快。

<研究二>瓦斯火勢大、小對瓦斯耗量之比較研究：

(一)實驗方法：

- 1.將 4 公升裝瓦斯放置電子秤上紀錄使用前之重量。
- 2.將各種質料製成之鍋具盛上 2000 cc.水量，不加蓋子並插上水溫計。
- 3.將瓦斯爐火調至大火，燃燒不超過 200cm^2 ，俟各組實驗完成後，再實驗小火（注意瓦斯壓力，故實驗採編號輪流反覆三次紀錄，求平均值）。
- 4.依鍋具編號順序放在瓦斯爐，按時紀錄溫度及瓦斯耗量。
- 5.每分鐘紀錄一次，直到沸騰所需時間及瓦斯耗量。

(二)實驗結果：

不加蓋、大火組

| 受熱面積 實驗係數 | | 類別 | | | | | |
|--------------|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 鋁鍋 | 琺瑯鍋 | 鑄鐵鍋 | 白鐵鍋 | 鐵鍋 | 陶瓷鍋 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | 200cm^2 | 200cm^2 | 200cm^2 | 200cm^2 | 200cm^2 | 200cm^2 |
| 瓦斯耗量 (g) | 1 | 20 | 30 | 28 | 28 | 28 | 60 |
| | 2 | 25 | 34 | 30 | 30 | 29 | 65 |
| | 3 | 23 | 30 | 32 | 28 | 28 | 70 |
| | 平均 | 22.6 | 31.3 | 30 | 28.6 | 28.3 | 65 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|---|----|----|----|----|----|----|
| 水 沸 騰 時 間 | 1 | 分 | 8 | 10 | 10 | 9 | 10 | 21 |
| | | 秒 | 30 | 5 | 0 | 40 | 0 | 30 |
| | 2 | 分 | 8 | 10 | 9 | 10 | 9 | 21 |
| | | 秒 | 45 | 8 | 50 | 0 | 30 | 25 |
| | 3 | 分 | 8 | 10 | 10 | 9 | 9 | 21 |
| | | 秒 | 40 | 15 | 11 | 30 | 20 | 27 |
| | 平 均 | 分 | 8 | 10 | 10 | 9 | 9 | 21 |
| | | 秒 | 38 | 9 | 0 | 46 | 37 | 27 |

(不加蓋、小火組)

| 受熱面積 實驗係數 | | 類別 | | 鋁鍋 | 琺瑯鍋 | 鑄鐵鍋 | 白鐵鍋 | 鐵鍋 | 陶瓷鍋 |
|-----------------------|--------|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 編號 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | 面積 | | 100cm ² | 100cm ² | 100cm ² | 100cm ² | 100cm ² | 100cm ² |
| 瓦斯耗量 (g) | 1 | 18 | 28 | 28 | 28 | 26 | 80 | | |
| | 2 | 19 | 32 | 29 | 30 | 27 | 82 | | |
| | 3 | 18 | 29 | 28 | 29 | 26 | 82 | | |
| | 平均 | 18.3 | 29.6 | 28.3 | 29 | 26.3 | 80.6 | | |
| 水 沸 騰 時 間 | 1 | 分 | 14 | 17 | 17 | 17 | 16 | 40 分 以 上 | |
| | | 秒 | 21 | 5 | 0 | 0 | 25 | | |
| | 2 | 分 | 14 | 17 | 17 | 17 | 16 | | |
| | | 秒 | 30 | 20 | 5 | 10 | 34 | | |
| | 3 | 分 | 14 | 17 | 17 | 17 | 16 | | |
| | | 秒 | 18 | 18 | 5 | 10 | 50 | | |
| | 平 均 | 分 | 14 | 17 | 17 | 17 | 16 | | |
| | | 秒 | 23 | 14 | 3 | 6 | 36 | | |

(三)我們發現：

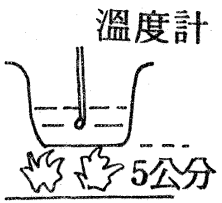
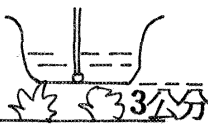
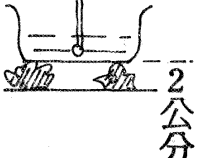
- 1.質料不同的鍋具，經實驗結果要最省燃料，以小火加溫到80℃左右（火勢為鍋面積的 $\frac{1}{2}$ ），再以大火加熱至沸騰。
- 2.印證〈研究一〉的結果，我們發現：用不同質料的鍋具煮開水，水達沸騰所需時間及燃料依序為鋁鍋、鐵鍋、鑄鐵鍋、白鐵鍋、琺瑯鍋、陶瓷鍋。
- 3.綜合大、中、小火之實驗，若無暇改變瓦斯量，應以小火或中火加溫。
- 4.水沸點常被人認為是100℃，但經實驗多次（平地），結果是98℃，老師特別指出，地面上任何物體受到的壓力強度約為一大氣壓，從地面往下愈深氣壓愈大，水的沸點就愈高，深度平均每增加1000公尺，水的沸點約升高3℃。

〈研究三〉火焰對鍋底燃燒面高低有無影響

(一)實驗方法：

將瓦斯爐的火固定在大火，再把底面積相同的鋁鍋三個，各盛上2000 cc.水量並分別置上溫度計，觀察火焰與鍋底高度燃燒情形及水溫達沸騰之時間比較。

(二)實驗結果：

| 火焰種類 | | 外 焰 | 內 焰 | 焰 心 |
|---------|---|---|--|---|
| 鍋底面積 | | 213cm ² | 213cm ² | 213cm ² |
| 鍋底與爐面高度 | | 5 cm | 3 cm | 2 cm |
| 火 勢 | | 大火 | 大火 | 大火 |
| 沸騰時間 | 分 | 8 | 10 | 12 |
| | 秒 | 38 | 2 | 5 |
| 燃 燒 圖 | |  |  |  |

(三)我們發現：






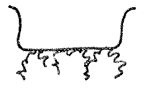
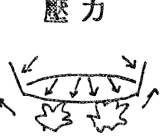

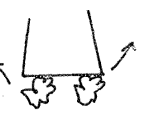

- 1.媽所說的話「急火（大火）未能把飯快煮熟」是有道理的。因開大火讓溫度最高的外焰完全在空氣中燃燒形成浪費。
- 2.鍋底高度與爐面，若太低或太高，不能發揮火焰的特點，應以火焰的大小及鍋底面積來決定鍋底與爐面的高低。
- 3.欲使瓦斯完全燃燒注意火焰的顏色—以近藍色火焰為佳。

<研究四>鍋底的形狀不同對瓦斯耗量的關係研究

(一)實驗方法：

利用鍋底形狀之不同來探討燃燒面不同對瓦斯耗量的關係，方法同研究三，但應注意控制之變因有：1.大小、形狀力求相同。2.只變化鍋底。3.以瓦斯爐火進行試驗。4.可盛水 2000 cc. 並能淹蓋鍋底，可量出溫度。5.以中火，各鍋具均不加蓋進行實驗。

(二)實驗結果：

| | | | | | |
|------|---|--|---|---|---|
| 形 狀 |  |  |  |  |  |
| 鍋 別 | 鋁 鍋 | 砂 鍋 | 鐵 鍋 | 白 鐵 壺 | 燉 鍋 (凹 底) |
| 沸 分 | 13 | 35 | 12 | 20 | 32 |
| 點 秒 | 5 | 50 | 10 | 20 | 7 |
| 受熱部分 | 平底直徑22公分 | 弧底直徑20公分 | V形但口徑22公分 | 平底直徑16公分 | 凹底直徑22公分 |
| 受火情況 | 火 力 散 開 | 火 力 散 開 | 火力散開，但受熱面大 | 火力無法集中 | 火力集中而加強 |
| 圖 式 |  底部受熱 |  壓力 耐 壓 |  受熱面大 |  受熱只限底部 |  火力集中 |

(三)我們發現：

1. 平底鍋受熱部份較少，火力不能集中，故燒開水沸騰較慢。
2. 從材料力學觀點鍋底凹狀是承受壓力，做成凹凸都可以。但煮開水以凹底，炒菜以凸底（V形）為佳。
3. 砂鍋只適合燉藥、燉肉；因受力方式很講究，且脆性材料只能吃壓力，不能承受拉力，在利用價值上，最不實用。

<研究五>鍋底表面積對盛物多寡所耗瓦斯量及時間之探討

(一)實驗方法：

1. 採取受熱面積相同的平底鋁鍋，各裝 1500 cc、3000 cc、4500 cc、6000 cc 的水量，分別置於瓦斯爐上加熱至沸騰，探討所需時間與瓦斯耗量，是否成等比級數。
2. 鍋具受熱面積成等比，實驗所盛之水量以 1000 cc（即定量的水）進行實驗。

(二)實驗結果：

實驗 1：<底面積不變，容器容量成等比>—火焰以不超過 300 cm²

| 平底鋁鍋面積 | | 容 量 | 甲 | 乙 | 丙 | 丁 |
|-------------|---|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 1500 cc. | 3000 cc. | 4500 cc. | 6000 cc. |
| | | 面 積 | 300 cm ² | 300 cm ² | 300 cm ² | 300 cm ² |
| 沸騰時間 | 分 | | 7 | 12 | 19 | 35 |
| | 秒 | | 25 | 5 | 3 | 4 |
| 瓦斯耗量 (g) | | | 21 | 36 | 57 | 105 |
| 平 面 圖 | | 平 面 圖 | | | | |
| | | | | | | |

註：以上資料是經過三次實驗平均數

實驗 2：（盛水不變，底面積成等比）—火焰大小不超過丙底面積

| 平底鋁鍋 | | 甲 1000 cc. | 乙 1000 cc. | 丙 1000 cc. | 丁 1000 cc. |
|------------------|---|--|---------------|---------------|---------------|
| 容 量 (約) 鍋 面 積 | | 530 cm^2 | 452 cm^2 | 200 cm^2 | 300 cm^2 |
| 沸騰時間 | 分 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| | 秒 | 4 | 30 | 24 | 0 |
| 瓦斯耗量 (g) | | 16 | 17 | 19 | 18 |
| 頂 視 圖 | | <p style="text-align: center;">頂 視 圖</p> <p style="text-align: right;">內裝 1000 cc.</p> | | | |

註：以上資料是經過三次實驗平均數

(三)我們發現：

1. 水分子有對流現象，所以受熱面積越大，水溫上升越快。
2. 鍋具內盛水的高度，愈接近底面積的直徑長，最能節省瓦斯耗量及時間（以等比加以推測）。
3. 若鍋內水量的高度高出底面積的 1.5 倍以上，所耗時間則愈長，我們推測可能是火焰把熱量傳到鍋內被水分子帶到空氣中，或者是火勢無法集中，溫度提升較慢。

<研究六>各種爐具：電爐、電磁爐、瓦斯爐經濟效益之比較。

(一)實驗方法：

取相同鋁鍋 3 個（底面積約為 $415 cm^2$ ）分別盛上 200 cc 實驗水，在不同爐具上，比較各種爐具所費之能源及時間等之比較。

(二)實驗結果：

1. 各種爐具所費時間及能源結果紀錄表

| 相 關 類 別 係 數 | | 800 W 電 爐 | 1000 W 電 磁 爐 | 瓦 斯 爐 | 說 明 1. 以上皆三次試驗平均值。 2. 瓦斯以液體瓦斯計。 3. 電以一度二·八八元計。 |
|------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------|---|
| 水 量 | | 2000 cc. | 2000 cc. | 2000 cc. | |
| 加 溫 沸 騰 時 間 | 分 | 20 | 30 | 6 | |
| | 秒 | 10 | 5 | 0 | |
| 度 數 (瓦 千) 或 瓦 斯 量 | | 110 V 0.27 度 | 110 V 0.5 度 | 30 (g) | |
| 折 算 金 額 | | 0.8 元 | 1.44 元 | 0.4725 元 | |
| 能 源 效 益 | | 85 % | 80 % | 100 % | |

2. 每天、月、年單燒開水耗費金額計算

| 類 別 | | 800 W 電 爐 | 1000 W 電 磁 爐 | 瓦 斯 爐 |
|-------------------------------|--|--------------|-----------------|-----------|
| 每 戶 (7 人 計) 水 量 | | 10000 cc. | 10000 cc. | 10000 cc. |
| 每 天 折 算 金 額 (元) | | 4 | 7.2 | 2 |
| 每 月 折 算 金 額 (30 天) (元) | | 120 | 216 | 60 |
| 每 年 折 算 金 額 (12 月 、 元) | | 1440 | 2592 | 720 |
| 百 分 比 (%) | | 200 % | 360 % | 100 % |
| 每 年 損 益 比 較 | | - 720 | - 1872 | 0 |

(三)我們發現：

- 1.目前家庭中，所使用的各種爐具，以瓦斯爐最為經濟。
- 2.電磁爐能源效率只能達到 80 %，電爐達 80 %，且在火勢控制能力方面很小，所以不值得推廣。
- 3.以每戶 7 員計，所耗煮開水折算金額，電爐每天約 4 元，電磁爐 7.2 元，瓦斯爐 2 元，故一年下來，仍以瓦斯爐比較經濟。

六、結 論

- (一)使用金屬製品，鍋具以鋁製傳熱最佳，受熱面積大之鍋具加熱時，能於較短時間內增加較高溫度。
- (二)一般而言，在燒開水，開始選用小火（火勢約為鍋具底面積的 $\frac{1}{2}$ ），加溫到 80 °C（即有水氣向外跑時），再以大火加熱至沸騰，較能節省能源。
- (三)要利用火焰的特點—外焰溫度最高，不讓外焰跑出鍋外燃燒。
- (四)要使瓦斯完全燃燒，應注意火焰的正常顏色近乎藍色且不可有紅火或跳火現象。
- (五)選用鍋具仍以選擇凹凸鍋底為佳，並且以吸熱量大的黑色器具較佳。白色鍋底會有反射作用，傷害鍋具。
- (六)在家庭中，以瓦斯爐燒開水最為經濟，與其他爐具比較，每年約節省 700 ~ 1800 元。

七、參考資料

- (一)國立編譯館主編—國民小學自然科學第五冊。
- (二)國立編譯館主編—國民小學自然科學教學指引第五冊。
- (三)光復書局：光復百科大典—科學基礎篇。

評 語

- 1.從日常生活所遭遇之問題，就初小程度能力以簡單的實驗作有系統之探討。

2. 對實驗之變因考慮尚為週到，實驗的類據收集及處理表現完整。
3. 討論部分非實驗結果或非初小所能理解者不宜列入。
4. 科展常有類似的研究，唯本研究頗為仔細，是其可取之處。