

水開了～強強滾的秘訣

高小組 第二名

縣市：台北市

校名：雨農國小

作者：陳其雍、邱俊旺

陳宏易、劉彥佑

指導教師：羅文杰



姓名：陳其雍

生日：77年11月30日、興趣：運動、交友、電玩。

感想：參加這次科展，我知道如何和伙伴們合作設計、進行實驗，並了解熱傳導的原理。而收穫最大的是：由實驗結果發現「瓦斯爐火焰的最佳熱效率點」；完整的參與，讓我們很有成就感。

姓名：邱俊旺

生日：77年10月31日、生肖屬龍、天蠍座

簡介：現就讀於臺北市士林區雨農國小五年二班。我的興趣是打球、玩電腦、看書。三年級首次參加科展，獲得研究精神獎，這次五年級三度參加，獲得臺北市特優，全國第二名，對我真是莫大的鼓勵。

姓名：陳宏易

生日：78年7月24日

簡介：目前就讀雨農國小五年級，爸爸、媽媽都在教書。個性活潑好動，最喜歡的科目是電腦和自然，常把東西給「解體」，有時也會玩電腦玩得忘神。我從三年級就開始做科展，這次科展能在應用科學組得到二名，讓我體會到要努力才會成功。希望我們的發現能帶給人類貢獻。

姓名：劉彥佑

簡介：就讀「雨農國小」喜歡上電腦、音樂和體育課,還有一節課是我最喜歡的,就是「下課」。這次我和同學一同做科展,由羅老師指導,花了很多時間,當我們得知獲得全國第貳名時,我們有說不出的高興,因為辛苦終於有了美好的收穫。

關鍵詞：集熱鍋、瓦斯熱效率點、集熱片、熱傳導、節約瓦斯能源

一、研究動機

「尋找新能源」和「減少環境污染」一直是科學家致力研究的方向。雖然太陽能、核能、風能等的研究的確可為人類能源的開發帶來新希望，但我們若能從身邊做起「節約能源」將是既方便又可行的方法。假如每個家庭都因「正確地使用瓦斯」或「利用適當的爐具」而達到節約瓦斯的效果，積少成多，那就太有意義了。去年我們對散熱片的研究中得知：散熱器是利用熱傳導的原理，透過「它」將熱比較多的一端快速的傳到熱比較少的另一端。也就是冷氣機背後的葉片是將熱由內部往外面傳，而熱水器的葉片便是將外面的熱吸收進來。

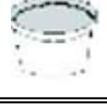
這就有趣了，因為平常我們看到媽媽在廚房煮開水時，火要開得大，水才容易煮開。那麼是否可以利用去年研究的結果來設計一個吸熱效果佳的鍋子，這麼一來火既可省瓦斯，又不會浪費時間。不是一舉兩得嗎？

二、研究目的

- (一)了解瓦斯爐火大小與瓦斯消耗量的關係
- (二)了解鍋子與爐口高度與瓦斯消耗量的關係
- (三)能否從爐火大小與鍋子高度找出爐火最佳的熱效率點
- (四)探討不同型式的集熱爐架與瓦斯消耗量的關係
- (五)探討不同型式的集熱鍋與瓦斯消耗量的關係
- (六)根據所發現的結果，能不能設計出既省能源又能省時間的爐具和鍋具

三、研究器材

名稱	規格	備註	圖樣
集熱架(低)	內徑20cm，高5cm	鐵製	
集熱架(高)	內徑20cm，高10cm	鐵製	
瓦斯爐架(一般)	內徑20cm，高7cm	鐵製	
集熱鍋(0圈)	鍋子： 半徑10cm，高15cm	不鏽鋼製	

集熱鍋(2圈)	鍋子： 半徑10cm，高15cm 集熱片：半徑2、 4cm，高2cm	不鏽鋼製	
集熱鍋(4圈)	鍋子： 半徑10cm，高15cm 集熱片：半徑2、4、 6、8cm，高2cm	不鏽鋼製	
鐵鍋	鍋子： 半徑10cm，高10cm	鐵製	
瓦斯爐	一般爐嘴型式		
溫度計	酒精		
計時器	碼表		

四、研究步驟：

一、定義

(一)火焰大小：以外圈（兩圈火焰）與內圈（一圈火焰）共三圈都有火焰的情形下：

1. 「大火」：爐火開到最大時的火燄高度
2. 「中火」：大火高度的二分之一
3. 「小火」：中火高度的二分之一

(二)距火的高度：以火焰的頂端做為基準：

1. 「高」：高出火燄頂端的二分之一的位址
2. 「中等高度」：火燄頂端的位置
3. 「低」：火燄中心的位置

二、過程與步驟

(二)研究方法

實驗一

從調整「瓦斯爐火的大小」能不能看出「所需時間」與「瓦斯的消耗量」之間的關係

1.方法：

- (1)將1000cc的水倒入空鍋內再用溫度計量好水溫並記錄下來
- (2)把裝有水的鍋子放到瓦斯爐上，並將爐火開到「大火」的刻度上
- (3)記錄每分鐘的溫度變化，沸騰時所需的時間與所需瓦斯度數
- (4)將爐火分別改以中火及小火，並重複1~3的步驟

表1-1：不同火燄大小所需時間與瓦斯消耗記錄表

火燄	大火	中火	小火
初溫	22	22	22
所需總時間	4	5	9
所需瓦斯度數	37	26	24

2.結果：

- (1)火燄的大小會改變水沸騰的時間以及所消耗的瓦斯量。
- (2)火燄開得越大，所需要的時間就越短
- (3)火燄越大，瓦斯的消耗量也越大(如圖1-1)。
- (4)大火幫水溫上升的速度要比中、小火快。
- (5)省時與省瓦斯是沒有辦法同時達到，只能夠依使用者的方便來去做選擇。

實驗二

從調整「鍋子與爐口的高度」能不能看出「所需時間」與「瓦斯的消耗量」之間的關係

1.方法：

- (1)將1000cc的水倒入空鍋內再用溫度計量好水溫並記錄下來
- (2)把裝有水的鍋子放到瓦斯爐上
- (3)將爐火分別調至大、中、小火
- (4)調整鍋子的高度為上限高度、中等高度與下限高度，分別實驗之如表2-1計三組九項實驗
- (5)記錄各項實驗每分鐘溫度的變化，沸騰時所需的時間及所需瓦斯度數
- (6)依實驗結果分別製圖，再予以重疊，求出最理想的「鍋子高度」、「瓦斯消耗量」及「所需時間」三者之關係圖

表2-1：火燄大小與鍋子高度所耗之瓦斯與時間記錄表

圖例	上限高度			中等高度			下限高度		
	大火	中火	小火	大火	中火	小火	大火	中火	小火
高度	上限高度			中等高度			下限高度		
火燄大小	大火	中火	小火	大火	中火	小火	大火	中火	小火
初溫	22	22	22	22	22	22	22	22	22
所需總時間	4	6	10.93	3.9	4.5	9	3.7	4	7.69
所需瓦斯度數	37.65	31.5	30	36	26	24	34	22	20.5

2.結果：

- (1)無論大、中、小火，若鍋子距離爐火越高，所消耗的瓦斯量越大，距離越低則越省瓦斯
- (2)無論大、中、小火，若鍋子距離爐火越高，所花的時間越多，距離越低則越省時間
- (3)以相同的高度來看(例如都以中等高度來看大、中、小火)，大火的瓦斯消耗量雖然比小火來得多，不過在時間上卻是節省不少。

實驗三：

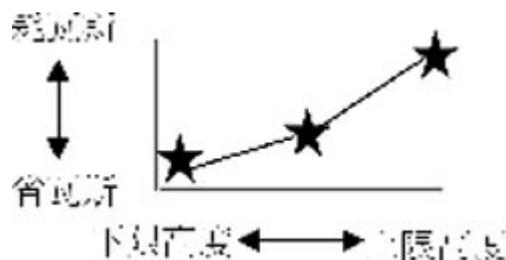
探討「鍋子高度」與「爐火大小」兩者在煮開水時「所需的時間」與對「瓦斯的消耗量」之間有何種關係

1.討論：

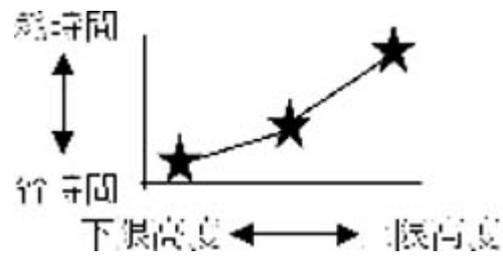
(1)我們可以從以上三張的圖表中看出，隨著鍋子高度的降低，「所需時間」與「瓦斯消耗量」的交叉點會逐漸的「向左」以及「向下」移動：

(2)經過重疊後所成的趨勢線可以從座標軸的轉換看出它們之間的關係：

a.爐火的大小沒有改變，想要煮開一鍋水的話，若鍋子距離爐火越高，所消耗的瓦斯量就越大，相反的距離越低則越省瓦斯，如圖3-1：



b.這種關係也可以從改變成另一種座標的角度來看，若爐火大小沒有改變，想要煮開一鍋水的話，鍋子距離爐火越高，所耗的時間就越長，距離越低則越省時間，如圖3-2：



2.結果：

(1)從實驗結果得知「大火省時間，小火省瓦斯；高度低則省瓦斯又省時間，而高度高既耗瓦斯又耗時間」如此可以看出火燄最佳的熱效率位置在火燄的中間，也就是說不管鍋子在瓦斯爐的何種高度，只要將爐火高度的中央調整到鍋子的底部，就可以達到最好的效率。

(2)以「省瓦斯」的觀點來看的話，就要將火儘量調小，而且也要將鍋子的高度調到火燄的中心位置；以「省時間」的角度來看的話，就要把火調到最大，同樣的也要將鍋子的高度調到火燄的中心

(3)「節省瓦斯」與「節省時間」其實是可以同時考慮而兩全其美

實驗四

在燒開一鍋水時，「不讓多餘的熱散去」能不能節省瓦斯的消耗量

1.方法：

(1)將2000cc的水倒入空鍋內再用溫度計量好水溫並記錄下來

(2)再把裝有水的鍋子分別放在一般瓦斯爐、高的集熱環及與集熱環等高的空架上

(3)以「大火」及「下限高度」分別測量並記錄三組不同爐架所需時間及瓦斯度數

表4-1：不同爐架之所需時間及瓦斯消耗度數記錄表

圖例	瓦斯爐		集熱架		集熱架	
	爐架高度	爐架高度	下限高度	下限高度	下限高度	下限高度
高度	大	小	大	小	大	小
火燄大小	大	小	大	小	大	小
初溫	18	21.5	18	21.5	17.5	21.5
所需總時間	6.93	19	7.54	20	6.43	18.25
所需瓦斯度數	66.5	49.5	72.7	52	62	47.5

2.結果：

(1)從表4-1可以看出，有加集熱環的鍋子能有效的把瓦斯爐的熱集中起來，不僅提高熱效率，又能節省時間

(2)一般的瓦斯爐架由於靠近火源，雖然不是在最佳的高度，但因火集中也會有不錯的效果。

(3)與集熱架等高的空架子雖然在最佳熱效率點，但因熱源無法集中使得效果大減

(4)若能夠將鍋子擺在爐火的最佳熱效率點同時又將多餘的熱集中起來的話，就能夠達到省時又省能源的效果。

(5)不管是大火或小火在時間的節省上依序是

有集熱架(最省時) > 一般瓦斯爐架(次之) > 與集熱架等高的空架(費時)

(6)而在瓦斯的消耗上依序是

有集熱架(最省) > 一般瓦斯爐架(次之) > 與集熱架等高的空架

3.討論：

(1)有加集熱架的鍋子在剛開始的時後溫度上升較慢，可能是集熱架本身吸收了部分的熱。但是由於集熱架又能夠將熱能集中到鍋子底部，不致於散失到空氣中，等到集熱架吸收了足夠的熱之後，此時集熱的效果便會出現。因此在過了一分多鐘之後，原本溫度落後的情形也得到改善，甚至超過一般傳統的爐架。

(2)一般的瓦斯爐在燃燒的過程中有一部分的熱會直接加熱到鍋子上，但也有不少的熱會流失到空氣中。所以光是調高火燄導致消耗更多的瓦斯，還不如讓有限的瓦斯做更有效率的使用。

實驗五

在燒開一鍋水時，「增加鍋子與水接觸的面積」能不能節省瓦斯的消耗量

1.方法：

(1)將2000cc的水倒入集熱鍋(0圈)內再用溫度計量好水溫並記錄下來

(2)依瓦斯爐架的高度調整爐火的火燄到最佳位置(鍋底在火燄的中心位置)

(3)記錄每分鐘的溫度變化，並將沸騰時所需時間及瓦斯度數記錄下來

(4)分別改以兩圈及四圈的集熱鍋重複1~3的步驟

表5-1：不同集熱鍋之所需時間及瓦斯消耗度數記錄表

圖 例	零圈 對照組		兩圈 實驗組一		四圈 實驗組二	
	下限高度	下限高度	下限高度	下限高度	下限高度	下限高度
受 熱 面 積	314cm ²		389.36cm ²		565.2cm ²	
高 度	小	大	小	大	小	大
火 燄 大 小	15.5	17.5	15.5	18	16	18
初 溫	17.78	6.43	16.63	6.35	16.50	6
所 需 總 時 間	49	62	46	59	44.5	53
所 需 瓦 斯 度 數	0%	0%	24%	24%	80%	80%
增 加 面 積	0%	0%	6.47%	1.2%	7.12%	6.69%
節 省 時 間	0%	0%	6.12%	4.84%	9.18%	14.52%
節 省 瓦 斯						

*受熱面積 = 集熱鍋底部的面積 + (集熱片之面積 × 2)

2.結果：

(1)在受熱面積的計算上，對鍋子本身而言由於熱源多集中在底部，火燄通常都沒有將側邊包住，所以只計算底部內側的面積。而至於集熱圈本身由於是兩面都有接觸到水，所以受熱面積便要乘以 2

(2)「小火」在節省瓦斯方面：

四圈(約節省9.18%)>兩圈(約節省6.12%)>零圈

(3)「小火」在時間節省方面：

四圈(約節省7.12%)>兩圈(約節省6.47%)>零圈

(4)「大火」在節省瓦斯方面：

四圈(約節省14.52%)>兩圈(約節省4.84%)>零圈

(5)「大火」在時間節省方面：

四圈(約節省6.69%)>兩圈的(約節省1.2%)>零圈

(6)雖然四圈大火的省瓦斯效果最高(14.52%)，但由於是在大火的條件下比的，所以瓦斯消耗量上(53度)還是沒有比四圈小火(44.5度)要來得省。所以

(7)小火可以省瓦斯，但要是再加上四圈集熱片的話，將會更省瓦斯；同樣的大火可以節省時間，若再加上四圈集熱片的話，也將會更省時間。

3.討論：

(1)從去年散熱器的研究中得知「不同的金屬對於熱傳導的速度也會不同」、「透過散熱

器中的散熱片可以使熱快速的散出得到降溫的效果」、「散熱片的數量越多散熱的效果就越好」所以不管是集熱器也好，散熱器也好，基本上都是將熱由多的一方流向少的一方，所不同的在於散熱器是將內部的散發出去，內部的溫度要比外面高，而集熱器則是將外部的熱收集進來，因此外面的溫度就要比內部高。而器具(散/集熱器)本身則是做為熱在流通的場所而已，但影響熱流動的因素又很多，包括材質、面積、角度、葉片數量等。

(2)本實驗採較易分析的「增加吸熱面積」的方向來設計「集熱鍋」，也就是希望能從增加熱流動面積的方式來加快收集外部瓦斯爐上的熱，這樣一來也可以不用增加瓦斯的消耗量(不用將爐火開大)就能達到提高吸熱的效果。

(3)從實驗的結果可看出「所節省的瓦斯並不會隨著受熱的面積增加而呈等比例的增加」，但我們想這應該還有再節省的空間，因為從去年散熱器的研究結果中知道「兩個散熱器的散熱片面積相同的情況下，多而小片的散熱器的散熱效果要優於少而大片的散熱器」。因此若將四圈集熱片的高度降低並讓圈數增加的話，應該會有更佳的效果。

實驗六

根據所發現的結果能否組合出既省能源又能省時間的工具

1.方法：

(1)將2000cc的水倒入內部有四圈集熱片的集熱鍋內再用溫度計量好水溫並記錄下來

(2)將瓦斯爐的固定架移去，改以集熱環(高)代替

(3)再根據活動三之探討的結果，將爐火的火燄調整到「適當的高度」

(4)記錄每分鐘的溫度變化，並將沸騰時所需的時間記錄下來

(5)改以集熱環(低)，用小火並重複1-4的步驟

(6)將所得結果與普通爐架及集熱鍋(0圈)做比較

表6-1：不同組合之集熱鍋與集熱環在瓦斯消耗與所需時間記錄表

圖例	集熱鍋 零圈		集熱鍋 四圈	集熱鍋 四圈
				
高度	爐架高度	爐架高度	低	低
組別	對照組 A	對照組 B	實驗組 A	實驗組 B
火燄大小	大	小	大	小
初溫	18	15.5	19	17
所需總時間	6.56	17.78	5.84	14

所需瓦斯度數	66.5	49	59	39
--------	------	----	----	----

2.結果：

(1)大火在省時上：

實驗組 A (5.84分) > 對照組 A (6.56分)

(2)小火在省瓦斯上：

實驗組 B (39度) > 對照組 B (49度)

(3)不論大、小火，使用集熱環(不讓多餘的熱散去)再加上集熱鍋(4圈)(增加加熱面積)之後，都比傳統一般的爐架省時(大火)，而且省瓦斯(小火)

五、討論

一、分析每一個影響節省能源的因素及加總後的效應

(一)從總合所有的影響的實驗中我們可以發現，當所有的效應都加在一起的時候(不讓多餘的熱散去、增加鍋子與水接觸的面積)，其總體效應並不是各分項效應相加的總合。也就是說一些分項的效應之間彼此會有程度上的抵消現象發生。但基本上我們可以視實際情況的需要，選擇適合我們的組合來。

項目 變項 結果	火燄大小的影響		鍋子高度的影響		高度加火燄大小的影響		不讓多餘的熱散去		增加與水接觸的面積		將所有效應組合	
	大火	小火	下限高度	上限高度	調整前	調整後	有集熱環	無集熱環	四圈	零圈	改良組合	傳統組合
所需時間	4分	9分	3.7分	4分	10.93分	3.7分	6.43分	6.93分	6分	6.43分	5.84分	6.56分
省時比率	55.6%		7.5%			66.2%	7.2%		6.7%		11%	
所耗瓦斯	37度	24度	20.5度	30度	37.65度	20.5度	47.5度	49.5度	44.5度	49度	39度	49度
節省比率		35.1%	31.7%			45.6%	4%		9.2%		20.4%	
資料來源	表：1-1		表：2-1		表：2-1		表：4-1		表：5-1		表：6-1	

(二)火燄大小的影響可以發現到火燄大小在時間的節省上非常的明顯(可達55.6%)；但瓦斯的消耗上也相對增加(達到35.1%)，而鍋子高度的影響也非常明顯，不管以省時(大火)，或是省瓦斯(小火)來看的話，「下限高度」(7.5%、31.7%)普遍都比「上限高度」的效果要來得好。所以我們便可以將這兩項結合，使其達到相輔相乘的效果(省時66.2、省瓦斯45.6)。並可以把這種組合做為以後實驗的標準。

六、結論

一、結果摘要：根據實驗發現

(一)大火省時間、小火省瓦斯

(二)火燄最佳的熱效應點在火的下限位置(即火燄中間)，距離下限位置越遠(高或低)，熱效率越差(本研究的重大發現)

(三)使用集熱環不讓多餘的熱散去，可更省瓦斯，進而更省時間

(四)受熱面積越多(集熱鍋的設計)，可省瓦斯進而省時間(本研究的具體貢獻)

(五)可結合各種省能源的方法，進而提高能源使用的效率

二、研究的重要性及展望

地球的能源逐漸減少，科學家們當務之急無不在尋求各種能源節約方式的可能，而本實驗將有助於了解能源節約的有關因素。

在家庭上：本實驗最高可節省瓦斯效率20.4%，例如每戶每月700元瓦斯費用，每戶每月可省142.8元，一年可省1713.6元。以台北市60萬戶計，每年可省1028160000元，假如推估至全省、全世界那就更為可觀了。除此之外，在商業上、工業上亦可應需要而設計出不同的能源節約的組合方式，將更能全面地提高能源效益。

由於研究上的限制，不能做更長的實驗，將來可更進一步，從各個角度(方向)去探討更多能源節約的方法。希望藉著大家群策群力，共同研討並加以應用，使明日的地球能源不致枯竭，人類的生活更美好。

七、參考資料

- (1)石延平(1985)。熱傳導學。台北：中央圖書出版社，p3~4、p42。
- (2)王竹溪(1988)。熱力學簡明教程。台北：亞東書局，p1~13。
- (3)蔡希杰(1985)。熱力學。台北：科技圖書有限公司，p1~5。
- (4)林龍儒譯(1980)。化工熱力學。台北：曉園，p37~41。
- (5)周賢福、張經正、林水泉(1985)。熱力學概論。台北：高立圖書。
- (6)林全信、胡恆達、張王冠(1985)。熱傳導學。台北：大中國圖書，p1~31。
- (7)劉大紋、江盈慧(19xx)。知識百科全書-科學。青少年知識文庫。台北：鐘文出版社，p646~651。
- (8)張慧榮(1993)。小博士科學實驗。台北：泉源出版社，p164~175。
- (9)哥白尼21(1998)。熱力四散的能量。哥白尼科學雜誌。第160期，p46~59。
- (10)哥白尼21(1996)。不點不亮的蠟燭。哥白尼科學雜誌。第144期，p45~52。

誌謝：

感謝龍華技術學院陳寶祺老師協助製做集熱器以解決本研究所需器材，還有本校曾萃芳主任、呂雪花老師、孫薇雯老師以及台北市啓智學校黃靜芬老師共同協助指導學生，使本研究能得以順利完成。

評語

本作品探討了(a)容器接觸面積(b)容器與爐火之距離(c)反射板之效用(d)爐火之大小，對加熱效率之影響。所用的研究方法極符合科研之精神，所得之結論亦極為恰當。但用以執行研究構想之器具係請坊間之鐵工廠或金屬加工業者代為製作，此為美中不足之處。

[回到目錄頁../Index.htm](#)