

# 日常生活中的物理與化學

在這個科學昌明的年代，人類的食衣住行育樂上，幾乎無處不見科學。這些日常生活事物背後，也有不少的物理、化學知識值得探討。

賴昭正

隨著科技的快速進步及生活水準的不斷提高，人類在日常生活使用的工具越來越複雜。面對推陳出新，源源不絕的各種新式工具，要如何有效地使用它們呢？看到這麼多的廣告，又要如何判斷它們的真偽？這些應用科學的工具固然帶來許多便利性，但是使用者在不了解背後科學原理的情況下，也可能發生誤解，造成一些錯誤觀念以訛傳訛，反而促成不必要的浪費。本文便是筆者以日常生活中的見聞，來探討生活用品背後的一些物理、化學原理，並期望能釐清一些迷思，讓讀者能夠撥雲見日。

## 水汽車

幾年前，有位同事問我要不要投資一家創業公司，聽說他們的技術可以分解水來作為汽車的燃料，好像還通過經濟部認可。因直覺反應是不可能的，因此我也未深究。現在我們就來探討一下，為何不能用分解水的方法來代替石油呢？我們都知

道，水是由氫及氧原子組成的，將它分解可得氫氣及氧氣。氫氣不是很好的燃料嗎？是的，氫氣不但是很好的燃料，且因燃燒後不會產生二氧化碳，它還是個「綠色」（環保）燃料呢。

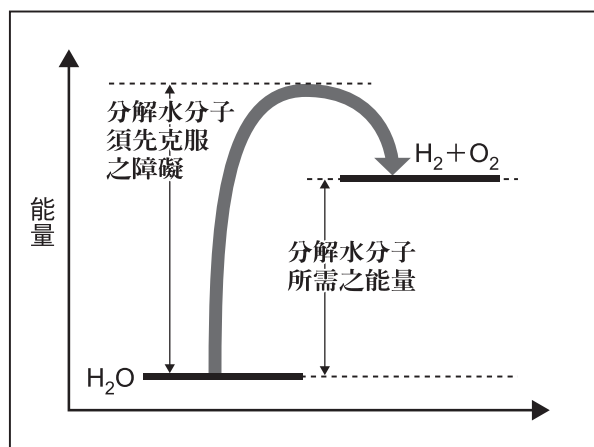
問題出在分解水所需的能量，正好等於氫燃燒（與氧結合）所放出的能量，因此根本沒有便宜可占呀！如有這些能量，我們可以直接用來開車，何須先經過分解水的步驟呢？

當然，分解水事實上並不容易，因此那些「創造家」宣稱他們發現了「妙方」，可以很容易達到分解水的目的。筆者承認是有妙方，只是熱力學告訴我們，不管妙方多妙，分解水所需的能

量卻是一分不能少。一般的化學反應均須先克服一個障礙，而這些妙方在化學上稱為催化劑，它可以降低障礙，使反應容易進行，但不影響反應最終所需之能量（圖一）。

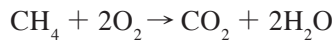
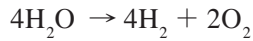
舉例來說，核融合反應可以釋出很大的能量，但要使兩個氫原子碰到一起，卻先要克服很大的障礙（兩個帶正電的排斥力）才能達成，在這方面的研究，一般都是用核分裂的方法來克服此一障礙。1989年，有兩位化學家號稱他們可以用一般的化學反應來降低此一障礙，達到冷融合的境界。這在「原則上」是可能的（不違反任何已知的熱力學原則），因此要一直等到沒有人能重複他們的實驗時，他們的妙方才被推翻。

假設前述的水動力汽車還是以燃燒汽油為主動力來源，分解水只是增加的小設備，那它確實可能提高效率（增加每公升所能跑的公里數）。在這樣的設備中，分解水所需的能量是由燃燒汽油來提



圖一：水分解之能量變化示意圖。催化劑可降低水分解時，克服障礙時所需花費的能量，卻不能改變水分解的基本耗能。

供，分解出來的氧可使汽油（以甲烷為例）更完全燃燒：



因此每莫耳的甲烷，可以淨得 318 千焦耳的能力（與重新跟氫結合成水相比）。

## 電熱器

隨著生活水準的不斷提高，相信買電熱器來過冬的民眾也將越來越多；客從主便，市面上的電熱器隨之五花八門地出現，各種噱頭也一定不可避免。在現今環保意識越來越受重視的時候，「無汙染」及「高效率」當然是最能引起消費者注意的標語。電熱器是插電取熱，

不同於燒木材的火爐，確實是實踐無汙染的產品。但高效率是指什麼呢？相信許多消費者就無從判斷了，最近美國矽谷的一家大報紙就刊登了這麼一則廣告：

「Heat Surge<sup>®</sup> 奇妙加熱器是由中國的天才工程師所研發出來的。它是如此地先進，你只要將它插入普通牆壁上的電插頭。在溫度設定為標準的狀態下，它每小時只需美金八分的電費，但在溫度設定為高的狀態下，它可產生高達 5119BTU 的令人咋舌的熱量。……」

讀起來真是個高科技產品呀！筆者實在佩服他們在充滿高

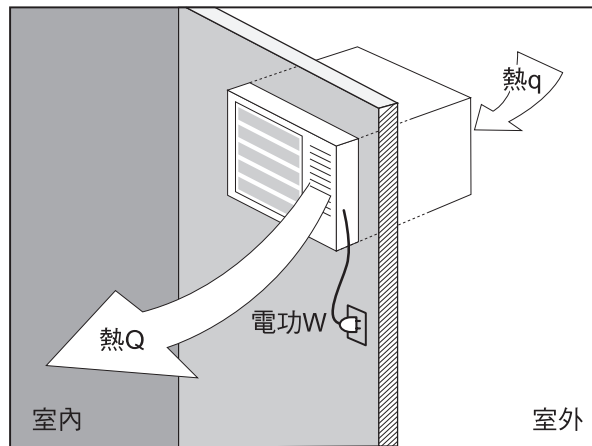
科技工程師的矽谷大做廣告，如果此廣告在矽谷有用，那相信在台灣及其他地方將更有吸引力了！

用不同的溫度設定作為對產品有利的噱頭是一般消費者均可理解的，但那高達 5119BTU 的熱量呢？BTU（British thermal

成其他形式的能量則是不可能的（筆者在 1982 年 3 月號《科學月刊》的〈熱力學與能源利用〉一文裡有非常詳細的報導）。

所以在電熱器效率上是沒有什麼科技可言的〔註一〕。在選購時，就依其外觀、送風方向、噪音及房間大小等非科技因素來決定就可以了，不需要付昂貴的費用請中國東海岸的天才工程師來設計。

在效率上，有沒有比電熱器更好的取暖方法呢？有，那就是使用冷暖氣機（同時具有暖氣機功能的冷氣機）；這在台灣尚不流行（中國上海則幾乎是家家戶戶都有），但隨著生活品質的提高，相信那只是遲早的問題。為什麼暖氣機的效率比電熱



圖二：q 為暖氣機從外面取得的熱量，W 為將熱能帶進室內所耗的電功，Q 為放到室內的熱量。因能量守恆定律可得到  $Q = W + q$ 。

unit) 其實是英制熱量單位，事實上只是把一般電熱器的瓦數換成一個較不被常人熟悉的單位而已，一般 120 伏特電熱器的最高瓦數大多數是 1500 瓦特，換算起來就相當於 5119BTU (1BTU = 0.293 瓦特)！但這不是本文的重點。本文的重點是任何電熱器的效率都是一樣的：用多少電就產生多少熱，一分錢一分貨，一毛錢都不會多，也不會少的，電熱器只是一種將比較有用的能量（電），改成最沒用之形式的能量——「熱」而已。在熱力學上，此種改變的效率是 100%；但不藉外力而要將熱 100% 地改

器來得高呢？因為前者可利用同樣的電量將外面的熱量帶進室內（圖二）。

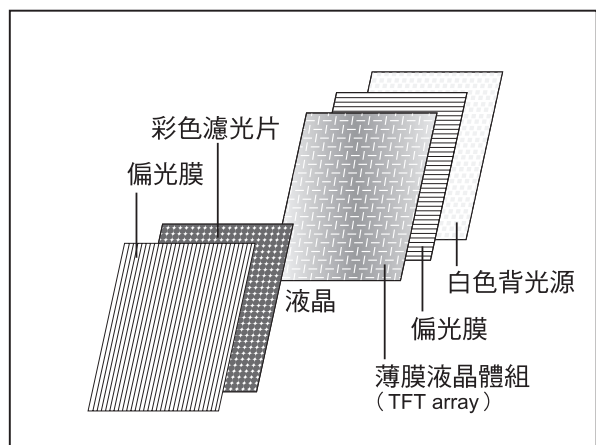
同樣用 1500 瓦特的電功，能夠取得多少外面的熱量 (q)，就要看暖氣機設計工程師的功力了。所以暖氣機與冷氣機一樣，是可以比較效率的：在同樣的電功 (W) 下，電熱器只能得到 W 的熱量（將電功完全變成熱），但暖氣機則可得  $Q (= W + q)$  的熱量，因此就總合是比電熱器有效率多了。

前面說到能取得多少 q 完全看工程師的本事，事實上在室內及室外溫差為定值下，熱力學告

訴我們  $q$  是有一最高理想值的（詳見〈熱力學與能源利用〉）；一般市面上的暖氣機所能取得的  $q$  值與此一理想值差異非常大。筆者在1981年6月號《科學月刊》的〈EER與冷氣機的效率〉一文中，分析過冷氣機的  $q$  值與理想值相比的效率僅有 5.4% 而已！相信暖氣機也不會好到哪裡去。所以暖氣機雖然效率比電熱器高，但比理想值尚有非常大的一段距離，此處才真的是需要天才工程師來克服呢！

## 液晶平面顯示器

生活水平的提高使得存在已久的陰極射線管顯示器 (cathode ray tube, CRT) 慢慢地被液晶平面顯示器 (liquid crystal display, LCD) 取代。LCD 的好處是體積小及用電量小，筆者在上海工作時，還看到有人在 LCD 前面加裝一片減少輻射的保護膜，顯然他們不了解 LCD 的基本原理，因此想在此略為介紹一下。了解了 LCD 的基本原理後，我們便可輕易地回答電腦用之 LCD 的



圖三：LCD 主要是由不同材料層層相疊起來，而液晶是灌在彩色濾光片（玻璃）與薄膜液晶體組（玻璃）之間。

兩個問題：一、是否需要啟用螢幕保護程式？二、是否需要高於每秒 60 次的平行掃描速率？

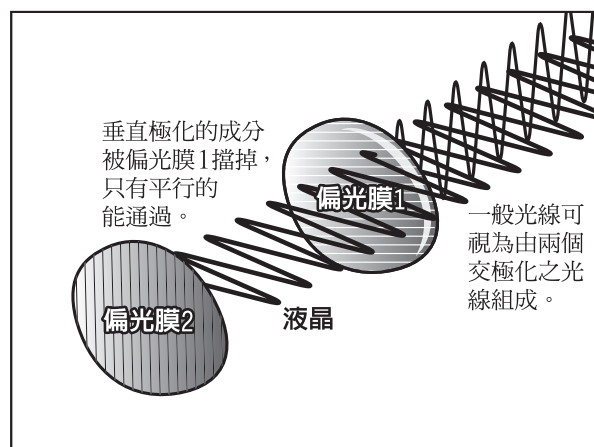
與本文關係較大的 LCD 主要構造如圖三。

液晶為一種分子能夠像晶體

一樣整齊排列的液體；不同的排列可使通過該液體的光產生不同的極化 (polarization) 效果。LCD 的基本原理就是利用電壓信息來改變其排列，得到明、暗的信息點。在 LCD 裡，通過液晶前的光本來具有各方向的極化（光之電場的振動方向），但因通過第一層偏光膜的關係，只有平行振動的光方能通過抵達液晶層（圖四）。

透過液晶的排列，我們可以控制這些平行振動光的極化方向（不改或改變成垂直振動）。如果第二層偏光膜的構造如圖四，則極化方向不改變的光將被這層

偏光膜擋住，無法透過去，我們在偏光膜後就看不到光（黑色）；反之，如果液晶將光的極化改為垂直，則我們便可以看到光。液晶的排列則是由彩色濾光片及薄

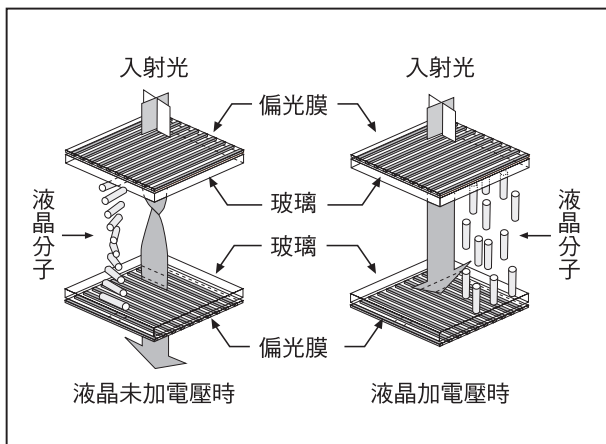


圖四：裝置在液晶前後的偏光膜，可篩選掉不同方向的極化光線。

膜液晶體組之間的電壓來控制（圖三）。

所以要使液晶平面顯示器中的某點 (pixel) 發亮，我們只要將電壓去掉（圖五），讓液晶旋轉重新排列，我們就得到一個亮點；這與 CRT 發亮的原理完全不同。在 CRT 的顯示器上，要使某點發亮，我們必須用高壓將電子加速，使其打在顯示器上的一點。物理學告訴我們，帶電的東西加速或減速（碰到螢幕而驟停）均會放出電磁波，這正是為什麼 CRT 有輻射，有人會買保護鏡的原因。那 LCD 呢？讀者看到這邊應該心中有數，且知道為什麼了吧！

發光原理的不同，事實上也同時說明了為什麼 CRT 需要保護螢幕，而 LCD 卻不需要。CRT 讓電子不間斷地一直打在同一點上，遲早會將螢幕上的螢光劑燒掉，造成無法復原的斑點；而 LCD 則只是利用液晶分子排列的改變，將光線的極化改變；只要電壓一減，分子也就恢



圖五：以電壓操作液晶分子排列，來控制光的極化方向。在液晶螢幕下的光源永遠是開著的，而以偏光膜是否能將光線擋掉，來決定在顯示器上表現為亮或暗（彩色濾光片使它有色）。被擋掉的光將變成熱散掉。

復原來的排列（圖五）。

在 CRT 裡，當電子打到螢幕上的螢光劑時，它立即發光，緊跟著就是很快地衰退（變暗）。這就是為什麼須一直不停地「重新粉刷」(refresh) CRT 螢幕的原因。如果「重新粉刷」得不夠快，則我們將感到螢幕閃爍，易造成眼睛疲勞，甚至頭疼。所以在使用 CRT 顯示器，最好將重新粉刷率(refresh rate)調整在每秒鐘 72 次以上，在 LCD 平面顯示器上就沒有這個問題，因為一則分子重新排列的速率不夠快（液體均有黏滯性），再則更重要的是薄膜液晶體組(thin film transistor)為一電容器，可持續保持電壓，直到下一個信號的來臨。

分子重新排列的速率不夠快，這是 LCD 的致命傷。在 CRT 的世界裡，我們從未聽到反應時間(response time)；但在買 LCD 時，反應時間卻是一

個主要的考慮因素。所謂的反應時間不是指化學反應，而是從白變為黑而又返回白點所需的時間。反應時間太慢，則會造成殘影(ghost)。早期 LCD 的反應時間可高達 60、70 毫秒；現今較高

檔的 LCD 則均在 5 毫秒之內。

## 微波爐

在筆者的日常生活中，因常吃剩菜及剩飯之故，微波爐已像電腦一樣成了不可或缺的現代日常用品。顧名思義，微波爐當然是使用微波來加熱的。可是有多少人想過其原理呢？

微波是一種電磁波，其頻率範圍大約定在  $3 \times 10^8 \sim 3 \times 10^{11}$  赫(hertz, Hz, 即每秒振動之次數)。它的主要用途包括通訊(無線網路、無線電話等)、遙測、導航(衛星定位系統等)及能源(微波爐、乾燥及產生等離子等)。

家用微波爐所使用之頻率為  $2.45 \times 10^9$  赫(2.45GHz)，因為它是唯一在各國家內均規定不能拿來當通訊用的微波頻道。一般的加熱原理均是靠溫差來達成，因為熱的輻射是無方向性的，所以在加熱之餘難免浪費能源。微波爐則是靠物質吸收微波後，將

微波改變成熱而達到加熱食物的目的，其效率可以說是百分之百，將所用之能源全部用來使食物變熱。

另外還有一種不靠溫差來加熱的設備為電磁爐，它的效率也幾乎是百分之百的(在美國不知為什麼卻不流行——沒人賣)。

微波爐的加熱原理稱為「電介質加熱」(dielectric heating)。所謂電介質(dielectric)就是不導電的物質，如純水。這些物質的分子如果具有電偶矩(dipole moment)，則它們將受電磁波電場的變化而擺動，這些擺動一般均透過分子的互撞而轉變成分子動能。動能是個無「次序」的能量，就是一般所謂的「熱」能。水分子除了具有電偶極外，還具有一個非常獨特的化學性質：能與其他水分子形成很強的氫鍵。此一獨特的化性造成了水的許多獨特性質，如高沸點、高比熱及高表面張力等，今日地球的大部分生命現象就是因為這些特性而存在的(詳見筆者文〈奇妙的水分子〉，《科學月刊》1979年1月號)。氫鍵在微波爐的應用上也占有非常重要的角色，透過氫鍵，水分子可以很輕易地將擺動轉換成熱，這正是為什麼含有水的食物很容易用微波爐加熱的原因。

塑膠、玻璃及瓷器等不帶電偶矩的物質，則不能吸收微波。反之，金屬類則因帶有「自由電子」(高導電性)，因此能反射微

波，可作為微波爐的內裡，把微波困住，只讓食物吸收。為了讓使用者能看到內部，一般微波爐的門均用玻璃做成，但讀者不用害怕微波外洩，因為玻璃的內面有鐵絲網，如果網洞小於微波的波長（12.24毫米），則電磁理論告訴我們，微波是無法外溢的。

筆者寫本文的目的事實上是要說明，一個符合政府規定之微波爐應該是安全的。有些人擔心用微波爐加熱的食物是否有輻射性，其答案是沒有，因為微波的能量不足以製造具有輻射性之原子（或分子）。事實上隨著生活「品質」的提高，一個現代化之家庭內，到處都在用微波爐的波頻（因那是少數幾個工業科學及醫學上規定不能拿來當通訊的頻道），例如藍芽用的頻率是介於2.4~2.5GHz，一些較「高級」的無線電家用電話所使用的頻率為2.4GHz，通用的家用無線網路802.11b/g所使用的頻率則是介於2.412~2.484GHz之間。

有關這些「人為」輻射對人體可能造成的禍害爭論不休。筆者個人的看法是，飯吃多了還是會危害身體，因此能避之則盡量避之〔註二〕，但如果因為開車會多個車禍死亡或殘廢的機會而不願坐車或開車，那就是因噎而廢食，生活得未免太沒意思了！就科學來看，這些爭論之所以不休是因為輻射除非過量，否則影響是深遠的，絕不是十年二十載就可看出來的；更何況演化論告

訴我們適者生存，只要給予時間，我們的基因或許會想辦法對付這些人為輻射的。

## 小火與大火

中國人煮東西喜歡用大火（除了慢燉之類的食物），好像不這樣，就不在加熱似的。每次看到水（湯）在滾，我就馬上去減低火勢，使爐火保持在小滾的狀態，但內人看到馬上又去調高，謂慢火要較長的時間。真的是這樣嗎？

學過自然科學的讀者均知道，水的沸點是攝氏100度。當水的溫度達到100度時，即使繼續加熱，它的溫度還是只能保持100度，所加的熱只是用來汽化水（使其變成水蒸氣）而已；火越大，汽化越多（製造水蒸氣的速率加快）而已，我們煮食物的目的是使其變熱，而熱的傳遞速率只與物質及溫差有關，因此如果水的溫度只能達到100度，那再怎麼加熱都不會增加煮熟食物之速率。

學過化學的當然也知道，水中若含有雜質（湯之類），則其沸點是會增加；一般而言，雜質越多，沸點也成正比的增加。就這點來看，用大火來煮湯或食物確實是有點道理的：火大則水蒸發得快，因此湯（雜質）的濃度增加得快，液體的沸點也跟著增加，所以是可以加快煮熟食物之速率的。

除了大火可以提高湯（液

體）的溫度，另一個方法為加蓋子，使蒸氣不要跑掉得那麼快，這樣液體表面的壓力就可增加。化學告訴我們，壓力加大則液體的沸點也將提高。

還有一個大火可加快煮熟速率的原因是：大火可使鍋子溫度加高，這有助於與鍋子直接接觸之食物的加熱速率。

所以大火煮食物看來還是有點道理的；但不幸地是，水的汽化熱（即使液態水變成水蒸氣的能量），卻是比一般物質高出甚多（詳見筆者文〈奇妙的水分子〉，科學月刊1979年1月號），因此大部分的加熱都是浪費在使水汽化以提高湯的濃度。☯

註一：由於紅外線會使人有熱的感覺，因此如果能將電能完全（或大部分）改成紅外線從電熱器中散出，確實會使人有功率較高之感覺。就物理而言，所有的輻射終將被周遭物質吸收而轉變成熱。

註二：輻射強度與距離的平方成反比（20公尺處的強度只有10公尺處的四分之一），因此除非有必要，實在沒理由站在微波爐或輻射源之附近；例如能少用手機就盡量少用（筆者還是手機寸不離身的，但不會拿它來聊天）；手機在耳朵邊時，其腦處的信號強度約為1公尺外之強度的100倍。

賴昭正：美國芝加哥大學化學博士