



烤肉竟讓石頭爆開？

烤肉是許多人喜愛的戶外活動，不論是中秋佳節或露營聯誼，烤肉幾乎是最應景最受歡迎的安排。然而，我們也曾看過新聞報導，一群人在溪邊烤肉，烤到一半，用來支撐架網的石頭竟然爆炸，「石頭與木炭齊飛，碎片共肉片一色」，造成人員閃避不及而灼傷或燙傷。這是怎麼一回事？

烤肉其實是一項很專業的活動，必須遵守烤肉安全守則：「要使用合格烤肉架，不要用石頭」、「周邊不放易燃物」、「地點要通風」、「準備滅火用水」等，這其中涉及熱學的物理概念喔！



其實你不懂石頭的脆弱

每一種物質都有其特有的成分和結構，不同種類的岩石或金屬，其內部分子的構造和分子間結合力就不同，造成熱漲冷縮或耐熱程度不一致。

試想一下，為什麼打鐵用的爐子採用紅磚砌，而不用石

頭？因為石頭的耐熱度遠低於紅磚。岩石的結構與當時生成時的環境和冷卻速率有關，一般的岩石組成不均勻，生成過程中的空隙可能包覆空氣或其他物質成分，結構就顯得脆弱；如果遇到高溫，很可能因為空隙內的氣體與岩石熱傳導程度不同，受熱不均勻而爆開。紅磚則是專人燒製，其成分與結構都經專業檢驗，使其熱傳導和耐熱程度既均勻又比一般的石頭高，因此打鐵用的爐子採用紅磚砌成。



高溫傳導至低溫的風險

為何岩石的結構與當時生成時的環境和冷卻速率有關呢？我們知道，岩石種類可分火成岩、沉積岩和變質岩，這三大類岩石的生成環境不相同，與生成地點、溫度、壓力等有關，因此其內部的結構迥異。比如說，火山爆發時，岩漿形成的火成岩因生成地點不同、冷卻速率不同，而形成的顆粒大小和成分也不同，有火山岩和深成岩之分，澎湖著名的玄武岩和金門的花崗岩就是很好的例子。又如，沉積作用形成的沉積岩，其砂岩和頁岩的顆粒大小不同也是因為生成環境造成的差異。

不同岩石內部含有一些成分及結構不同的礦物，不同礦物可能具有不同金屬物質或化學成分，因此具有不同的硬度（受磨損的忍耐程度）和熱傳導能力，例如石英含有二氧化矽成分，與玻璃有關，其硬度和熱傳導能力就與含有碳酸鈣成分的方解石有差異，當然也與鑽石（金剛石）迥然不同。

曾經看過一則新聞，新北市一戶人家在家裡煮茶談天，落地窗玻璃卻整片爆裂飛散！當時是嚴寒的冬天，門窗緊閉，屋內溫度高，屋外溫度低，熱量從高溫傳導至低溫，可能因為這片落地窗玻璃製造時結構不均勻，導致玻璃熱傳導不一，造成驚險畫面。

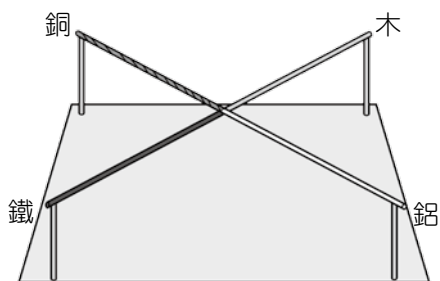
所以，如果我們從溪邊撿拾來路不明的石頭充當烤肉架，可能因為結構不均勻，熱傳導能力不一，熱膨脹程度不同，造成石頭內部的分子步調不一致而容易分裂而爆炸。

市面上的「石頭火鍋」或原住民採用的「石板烤肉」，其使用的石材硬度較佳，而且結構單純，熱傳導能力均勻，比較不致有爆裂之虞。因此，烤肉時還是要採用合格的烤肉架，確保安全。

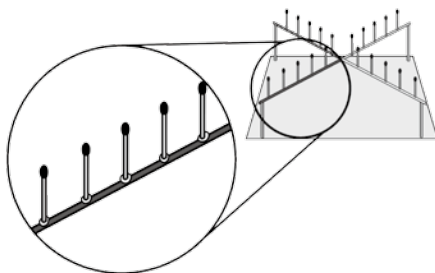


科學實驗遊戲室

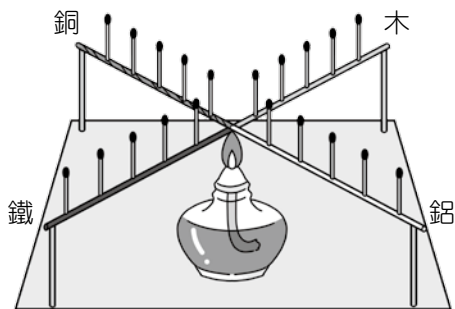
步驟 1：取相同長度規格的銅棒、鐵棒、鋁棒、木棒各一根，以實驗室的支架將四根棒子互相架成十字型，且離地約 20 公分。



步驟 2：每一根棒子上用熔化的蠟油黏住各五支火柴棒。



步驟 3：在十字型中心部分放置酒精燈，點燃酒精燈，再觀察哪一根棒子上的火柴棒先倒下。



你會發現最先倒下的是銅棒上的火柴棒，接下來是鐵棒上的火柴棒，繼續觀察記錄火柴棒倒下的情況。

從這個觀察的示範實驗中，我們可以知道規格相同，材料不同的棒子，以銅棒的熱傳導能力最好，木棒則最差。

在所有固體中，金屬因導熱能力最好，常被選為導熱材料，而非金屬或氣體則比較不易導熱，故多做隔熱用途。以銀、銅、鋁三種常見的金屬互相比較，銀的導熱能力最佳，其次為銅和鋁。純金屬的導熱能力一般隨溫度升高而降低。



物理說不完……

土窯烤番薯

我在農村長大，焗土窯烤番薯和芋頭是假日最好的活動。我們先吆喝同伴在暫時休耕的田地裡找一適當地方建築土窯，四處找一些乾木材、葉片或木炭，然後在田裡就地取材，找適切的土塊像蓋房子一樣堆土窯，逐層加高而內縮，疊成空心半圓球狀，側邊底部留一窯口，上端可留一小出口方便燒窯時對流助燃，其他部位盡量靠攏緊密結實，避免在燒窯時散失熱氣。蓋好土窯後，接下來就從窯口放入適量木材起火燒窯，木材可交錯放置，利於燃燒。當土塊燒得很紅很燙時，判斷土塊已吸收足夠的熱量，即可將番薯芋頭等放入窯中，迅速用熱土塊蓋上，並適當的用木頭敲打較大塊的熱土塊，避免細縫



過多；再來鏟土將窯鋪蓋一層厚厚的沙土，避免熱量散失過多。一般經過大約兩小時後，即可開窯取番薯芋頭，大快朵頤。若是其他食物，則需要看食物種類，決定開窯時間。

土窯烤番薯或焗土窯雞的物理概念與悶燒鍋一樣，都是避免熱量散失，並透過熱傳導將熱量傳給番薯或土雞。

熱從高溫物體轉移到低溫物體，熱傳播方式包含傳導、對流、輻射。熱傳導必須靠物質作媒介，才能將熱從高溫處傳遞到低溫處，這是固體物質傳播熱量的主要方式。熱傳導的快慢或難易程度與物質本身的特性有關。容易傳熱的物質，稱為熱的良導體，例如銅、鋁等金屬；反之，很難傳熱的物質，則稱為熱的絕緣體，例如石綿、玻璃纖維等。

糖炒栗子

逛臺灣的夜市或傳統市場時，常有機會邂逅「糖炒栗子」。只要定睛仔細觀察，就會發現大鍋子裡主要是栗子和黑色砂粒。

為何要用黑色砂粒？以物理原理解釋，與熱學的「比熱」有關。什麼是「比熱」？相同質量的不同物質，在同一熱源上

加熱相同時間，卻有不同的溫度變化。以水為例，水的比熱是 1 卡 / 克 $^{\circ}\text{C}$ ，也就是使一公克的水升高攝氏一度需要一卡的熱量，而砂粒的比熱比水小很多，假如吸收相同的熱，溫度變化比水更大。簡言之，吸收相同的熱量，比熱越大的物質，溫度越不容易改變；相反的，比熱越小的物質，溫度變化很明顯。砂粒的比熱非常小，所以比水更容易升溫，也更容易降溫。運用這個原理，把栗子混入大鍋子裡的砂粒一起炒，增加栗子的受熱面積，會使栗子快速均勻受熱。

