

核聚變邁新里程 點燃能源新希望

科學講堂

大家可能都有聽過核聚變，也就是令太陽長時間發熱發亮的方法。核聚變不會排放出二氧化碳，因此被認為是一個清潔的、可以幫助解決氣候變化的能源。科幻小說作家創作太空飛船時，核聚變更常常被描述為這些飛船的能量來源。不過現階段核聚變有一個很大的缺點，就是我們還未能成功駕馭它。可幸的是，近日我們在核聚變這方面有了突破，今次就和各位介紹一下。

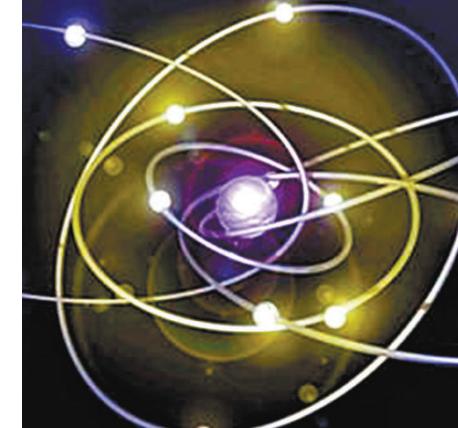
高溫抗衡抗拒力 幫助原子核聚合

什麼是核聚變？顧名思義，核聚變與物質中的核子有關，細小的原子核可以聚在一起，變成更大的原子核（比如說氫氣及它的其他同位素的原子核，可以聚在一起變成氦氣的原子核），過程中會釋放出大量的能量，這就可以作為我們的能量來源。

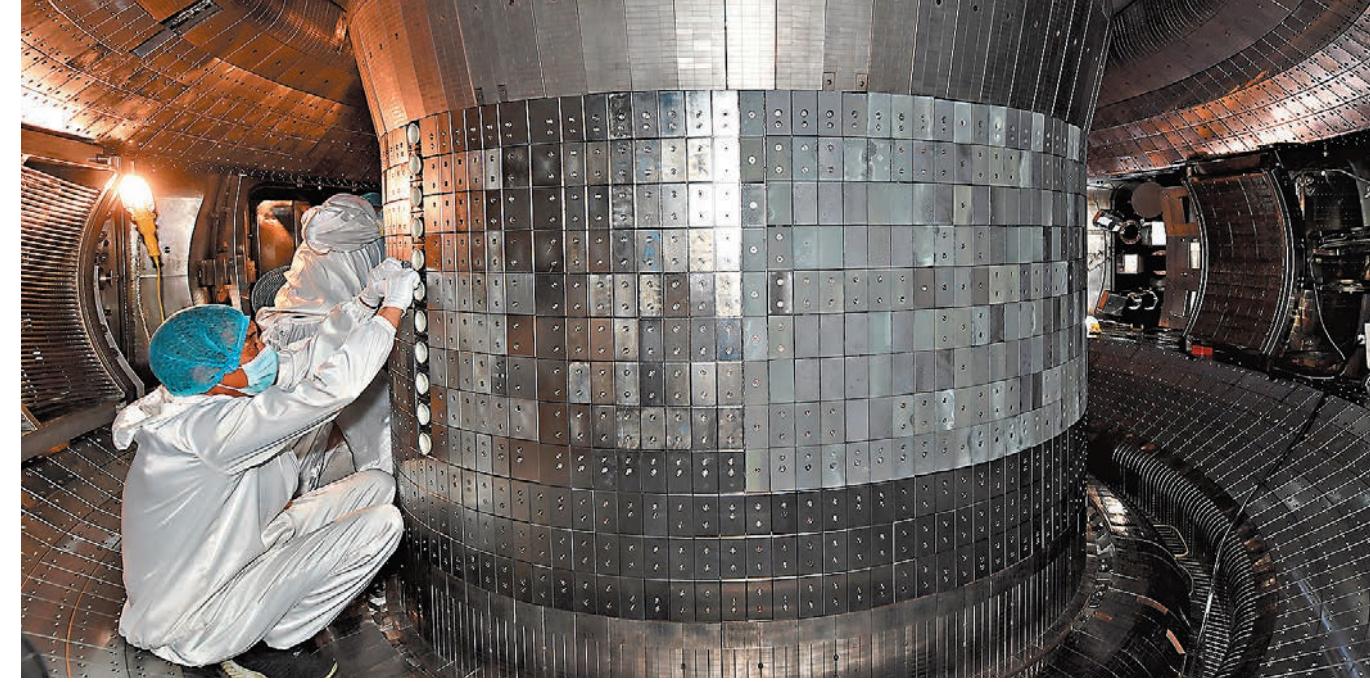
原子核帶正電荷

那為什麼核聚變難以駕馭？這是因為原子核帶有正電荷，所以相互之間的抗拒力十分強大，阻止原子核互相靠近；既然原子核無法靠近，核聚變就極難發生。要解決這個問題，其中一個方法是將原子核加熱到極高的溫度，藉此讓它們獲得足夠的能量，這就可以作為我們的能量來源。

這就是說，我們其實先要投放適量的能量，才能進行核聚變。正因如此，之前我們一直未能達至核聚變「點燃」（ignition）的水平：「點燃」在這裏的意思，是我們投進原子核、驅使它們開始核聚變的能量，比核聚變釋放出的能量為少。這宛如原子核開始自我燃燒，是核聚變作為能量的來源的第一步。



◆ 細小的原子核可以聚在一起，變成更大的原子核。
資料圖片



◆ 世界各地都正研究核聚變。圖為中國的全超導托卡馬克核聚變實驗裝置。

資料圖片

各種儀器消耗大 投入還比產出多

美國國家點燃實驗設施（National Ignition Facility）剛在去年12月有突破，做到了核聚變點燃。實驗將大約200萬焦耳的能量傳送到氫同位素的原子核，引發它們發生核聚變，從而釋放出315萬焦耳的能量，比輸入的能量多了超過百分之五十。

這次的突破運用了慣性約束（inertial confinement）這個進行核聚變的方法。進行的時候，氫同位素的原子核被作成比青豆還小的顆粒，再由多達192支激光同時將能量注入，把顆粒的表面迅速加熱並因而膨脹。膨脹的表面會讓顆粒的中心進一步受壓，達到跟太陽中心一樣的溫度，激發核聚變開始。

核聚變點燃雖然做到了，但要把核聚變作為常規的能量來

源，還有一點距離。這是因為在這個實驗中，用來激發核聚變的192支激光，本身要消耗的能量，比核聚變產生的能量高出了100倍。核聚變點燃的定義，本身只考慮輸入進原子核的能量及它們釋放出的能量，並不考慮其他儀器等因素。因此核聚變點燃是做到了，但要從核聚變中取得額外的能量，現在還有不少的挑戰要面對。

縱然從核聚變中我們還未能得到額外的能量，但達到點燃的效果還是一個很重要的里程碑，代表了核聚變作為能源的可能性。中國、歐盟、日本、韓國、美國等亦早已聯合起來，發展利用其他技術的核聚變設施，預計在2025年開始測試，以求在2035年全面運作。

◆ 杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

五次方和

奧數揭秘

這次題目需要的數學基礎很少，大概初中或高小就可以讀懂，但做起來有沒有一些較有系統的想法，令自己試少幾次，正是難度所在。

問題：設 x_1, x_2, \dots, x_n 各數的取值，只能是 $-1, -2, -3$ 其中之一。若 $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 3$ 及 $x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 = 15$ ，求 $x_1^5 + x_2^5 + \dots + x_n^5$ 。

答案：留意到三個數之中，只有2是正數，若果另外有一個是，那麼要各數加起來是3，至少要有3個2，那樣取平方後的和，至少是 $2^2 + 2^2 + 2^2 + (-3)^2 = 21 > 15$ 。也就是說，其實-3是不會出現的。那樣就只有2和-1出現，由各數之和是3，就知道至少有兩個2，若果情況是 $2 + 2 - 1 = 3$ ，平方和就有 $2^2 + 2^2 + (-1)^2 = 9 < 15$ ，未符合條件。那樣考慮3個2，就是 $2 + 2 + 2 - 1 - 1 = 3$ ，平方和就有 $2^2 + 2^2 + 2^2 + (-1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2 = 15$ ，符合條件，這樣各項取5次方的和，答案就是 $2^5 + 2^5 + 2^5 + (-1)^5 + (-1)^5 + (-1)^5 = 93$ 。若果再考慮4個2，就會發現，平方和至少是 $2^2 \times 4 = 16 > 15$ ，不會符合條件。因此答案是93。

解題的過程中，主要是留意到取值裏只有一個正數，然後就看出負數中有-3的話，就會多了幾個正數2，之後的平方和就很快超過了限制，於是2又不能太多個，很快就試到了答案。要是重點錯置了，一時又試試有多少個之類的，可能會變得麻煩很多。

這題開始時，好像是有點陌生，做着又不太難，在奧數入門的階段做做看也挺好。有時看着那些平方和五次方，都挺嚇人的，說不定學生看着就放棄了。其實以奧數題來說，初次接觸的時候，在陌生的題目面前試着三兩個錯誤的方向，繞一會兒的彎，信心沒支撐得住，就放棄了。試多幾次，然後覺得這些題目難得自己做不來，這些想法都挺常見的。

學生在初學時，許多時無法分辨哪些是數學基礎未足，哪些是解難能力未夠。前者是要學新的基礎知識，可能發覺學起來，也不過是三幾分鐘就學會的事，但未學就不懂的。

遇着這些知識未夠的情況，學生容易誤以為自己解難能力未夠，或者天資未夠好之類，這時若有老師在旁，就可以幫他們分析出來。

遇着一堆難題，若有老師在旁，按着學生的能力水平去介紹一些較易入門的問題，那樣才可以令學生正確認知自己的能力。

在老師的角度，在備課過程中，會知道問題的難易，需要怎樣提示和示範，才能夠令學生容易入門，這個若果學生是自學的話，就難以看清楚，於是碰壁多了，士氣也難以維持，效果難免差一點。

有時奧數裏知名的賽事，就好像平地上的山峰一樣奪目，人們可能覺得，多看那些賽事的題目，能力就會變強，這有點像在山腳下，想直接攀登高峰一樣。這種嘗試，可能久不久也聽聞有個別人士會成功，但未見得那是條大路，人人都行得通。比較平易近人的路，沒有山峰那麼高遠的，可能就只是腳前幾步那一小段路而已。

◆ 張志基

简介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構（編號：91/4924），每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org

