

# 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。

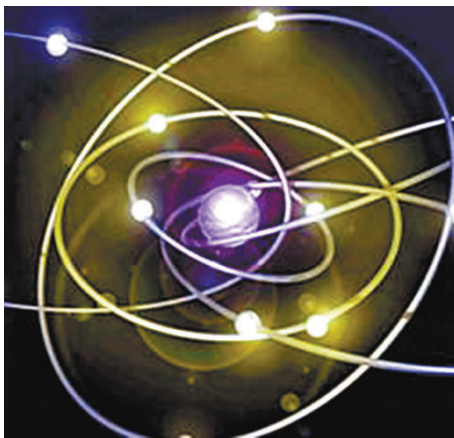
### 高溫抗衡抗拒力 幫助原子核聚合

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合在一起，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

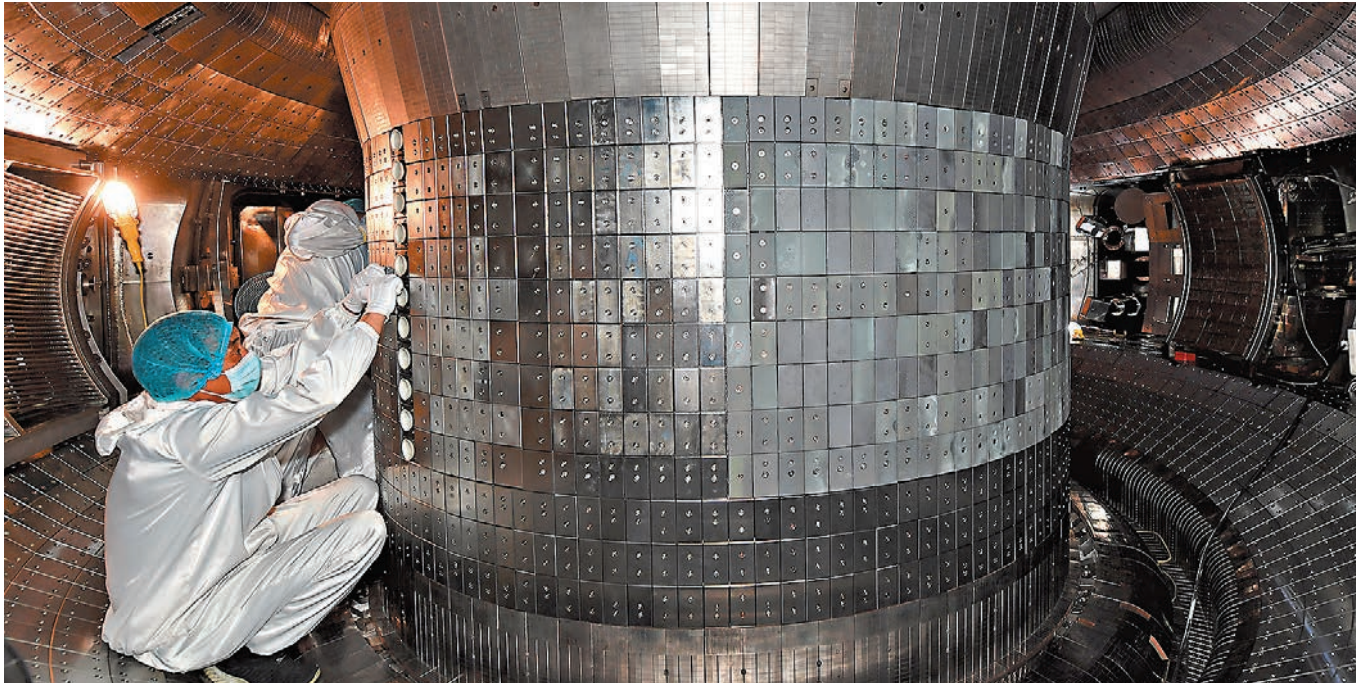
那為什麼核聚變難以駕馭？這是因為原子核帶有正電荷，所以相互之間的抗拒力十分強大，阻止原子核互相靠近；既然原子核無法靠近，核聚變就極難發生。要解決這個問題，其中一個方法是將原子核加熱到極高的溫度，藉此讓它們獲得充足的能量抗衡互相之間強大的抗拒力。太陽及其他星星的中心就因為有足夠高的溫度，因此核聚變能夠進行，讓它們發熱發亮。

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」(igni-



◆細小的原子核可以聚合在一起，變成更大的原子核。 資料圖片

tion)」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。



◆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，但做起上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 $2 + 2 + 2 - 1 - 1 - 1 = 3$ ，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了三兩個錯誤的方向，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，哪些是解難能力不夠。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。

遇着這些知識不夠的情況，學生容易誤以為自己解難能力不夠，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，就難看清清楚，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，可能不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，可能就只有腳前幾步那一小段路而已。



◆桂華山中學教學大樓及禮堂天台已安裝太陽能發電系統，每年可減低73,500公斤的二氧化碳排放。

## 太陽能發電減碳 效率等同三千樹

### 綠得開心@校園

桂華山中學深信保護環境、妥善管理地球資源，是教育重要的一環。學校有責任推行環境教育。而要有效地推廣低碳主題，必先要制定環保校園政策，將綠色環保生活的概念融入校園之中。

為推動環保教育，學校教學大樓及禮堂天台已安裝太陽能發電系統，是目前本地學校之中最大的校園併網太陽能發電項目，預計每年可產電9.9萬千瓦時（即9.9萬度電），即約280個4人家庭一個月的用電量。此項目每年可減低73,500公斤的二氧化碳排放，相等於種植了3,198棵樹。有關系統預計可運作30年，本校不同學科會利用此系統推動各類環保教育。我們並同時向家長介紹本校這項可持續發展的再生能源裝置，讓社區人士認識環保的重要。

為了讓學生身體力行，老師每年在班中選出兩位環

保大使，負責監督班內日常清潔，督促班中環保及節能，提醒及教導學生於離開課室時關掉電器，建立日常習慣以減少碳排放，並於各班中張貼回收廢物宣傳海報，提醒及教導學生善用校內兩套「三色回收箱」，藉此培養學生愛惜校園環境和養成環保回收的習慣。老師於校內各會議中均使用平板電腦，用電子文件代替紙本報告，所有學校通告均透過電子形式發放，課堂上亦多用平板電腦進行電子教學。

此外，每年校內均進行不同類型的園圃種植、園藝保養、綠化活動，藉此減少碳排放。我們積極鼓勵同學在校園內打理植物，並推廣綠化意識及培養他們對種植的興趣和技巧，在校外綠化校園種植計劃屢獲殊榮。

本校今年更成功獲得港燈「綠得開心計劃」2021/22「最傑出綠得開心學校—卓越獎」，對我們來說真是莫大的鼓勵。未來的日子，我們會繼續培養學生保護環境的責任感，讓大家更明白減碳的重要性。

◆中華基督教會桂華山中學（港燈「綠得開心計劃」「綠得開心學校」之一，2021/22年獲選為「最傑出綠得開心學校—卓越獎」。）  
港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前已超過五百間全港中小學校加入「綠得開心學校」網絡。有關詳情，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。

◆張志基

簡介：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。

