

不再發光發熱 星星也會死亡

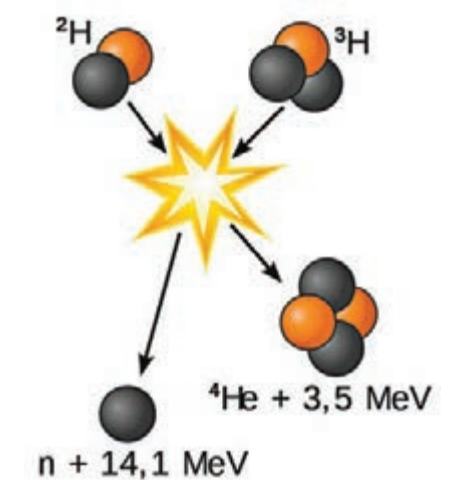
科學講堂

天上的星體以及與它們有關的各種現象，一直是我們極有興趣、極欲了解的範圍；星星的誕生與死亡，自然是天文學中熱門的話題。或許大家早已聽聞，一些星星「死亡」後會變成「中子星」，但「中子星」究竟是什麼？星星不是生物，它們的「死亡」又是什麼意思？今天就和大家簡單介紹一下。

沒有原料核聚變 星星就算是死亡

什麼是星星的死亡？這其實牽連到另外一個問題：星星究竟是什麼？又或者再想一想：為什麼月亮這麼明亮，也不算是星星？這個問題大家可能懂得回答：因為月亮本身不可以自己發熱發光。的確，在天文學裏，能夠運用核聚變這種核反應去將幾個較小、較簡單的核子聚合成較大、較複雜的核子，而藉此釋放出能量的物體，才可以叫作星星。將幾個氫氣核子聚合成氦氣核子的核反應，就是在星星中心經常發生的核聚變的好例子。

核子聚合成氦氣核子的核聚變，需要的溫度最低。當星體中心的氫氣慢慢都轉化成氦氣以後，星星的中心不一定有足夠的溫度去將氫氣融合為更重更大的核子。到了這個地步，這顆星星就無法再發熱發亮，可以說是「死亡」了。

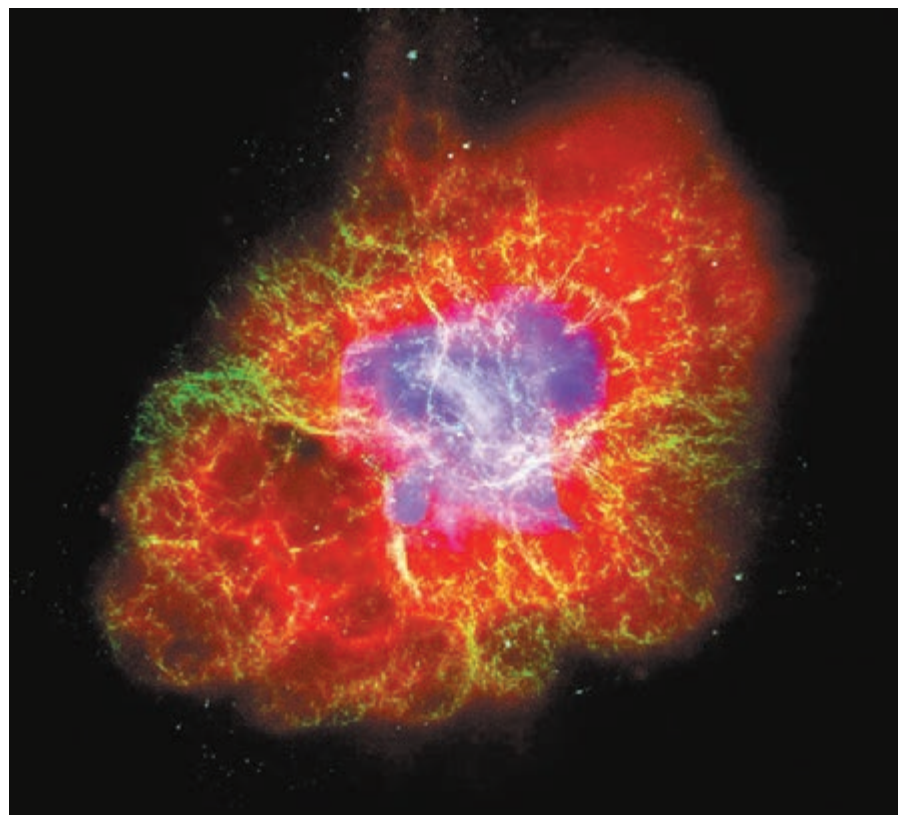


將幾個氫氣核子聚合成氦氣核子的核反應，就是在星星中心經常發生的核聚變的好例子。網上圖片

高溫產生核聚變

核子都帶正電荷，因此它們之間會互相排斥；所以要核聚變發生的先決條件，就是高溫：高溫可以讓這些核子有更多的能量，以更快的速度四處移動，好讓它們「互相靠近」而發生核聚變。正因如此，核聚變主要是在酷熱的星星中心裏發生；以現今的科技水平而言，我們還在努力研究如何在受控的情況下製造高溫的環境，繼而利用核聚變去產生能源。

一般來說，愈大的核子所帶的正電荷就愈強，因此就需要更高的溫度。正是這個理由，限制了星星內部的核聚變：將氫氣



中子星繼續收縮下去，在中心形成無比的壓力和引力，就會變成黑洞。資料圖片

蟹狀星雲的中央，就藏著一顆中子星。網上圖片

失去光熱抗衡引力 收縮壓力粉碎原子

「死亡」了的星星其後會怎樣？大家可能知道，星星是一團發熱發光的氣體，質量不小，因此自然地會在萬有引力的影響下向中心聚攏；平日星星能夠維持一定的大小，全靠星星中心的核聚變所產生的光、熱及壓力去抗衡萬有引力，制止星星一直向中心收縮。核聚變停止了，萬有引力就變成一面倒的「勢力」，星星自然進一

步收縮，在中心形成更大的壓力。質量較高的星星能在中心形成更大的壓力，不僅大到可以壓碎原子，有時甚至可以將原子核壓成中子之類更微細的粒子。這種處於中子狀態的星星，就是我們所說的「中子星」了。假若原來星星的質量更大，其實更可以連這些中子也一併粉碎：到了這個境況，其實亦不會再有其他力量可以

去制衡萬有引力，因此這樣的星體亦只會繼續收縮下去，在中心形成無比的壓力和引力，也就是光線也無法離開的黑洞了。

浪漫一點來看，星星與人類一樣，同樣也在經歷着出生、成長與死亡。要去理解這各個階段，自然極不容易，但是也是代表了人類智慧的結晶呢。

張文彥 香港大學理學院講師

短暫任職實習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

整數的和與積

奧數揭秘

這次談談一道關於整數的和與積的問題，也談談為什麼奧數裏看來只有很難的題目。

問題：求最小的自然數 n ，其中 $n > 1$ ，使得存在整數 a_1, a_2, \dots, a_n ，滿足 $a_1 a_2 \dots a_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n = 1990$ 。

答案：由於 1990 是 2 的倍數，而不是 4 的倍數，因此左邊的乘積裏只有一個雙數。另外，考慮和是雙數，而各數當中只有一個是雙數，因此單數有雙數個，即 n 為單數。若 n 為 3，嘗試分解 $1990 = 2 \times 5 \times 199$ ，明顯情況不多，也沒可能。若 n 為 5，則有 $a_1 = a_2 = 1, a_3 = a_4 = -1$ 和 $a_5 = 1990$ 。故此 n 的最小值為 5。

這些和與積的問題，看着就覺得需要的基礎知識都比較少，但提問的方式則比較陌生，比如加起來乘起來有什麼特性，初學時推論之間也不知從何入手。遇着整數的問題，有乘積有整數的結果，思考整除性和因數方面的資訊，也是好的開始方向，由單雙到各個因數的考慮，就算未能解決，也多少能得到一點資訊。

或者開始時未看到整除性，試算着那幾個數是怎樣，比如其中一個就試 1990，其餘乘起來要積不變，不是 1 就是 -1，但要取正數，因此準是要雙數個，而且和之中，1 和 -1 要互相抵消，因此可以猜出正負 1 各要兩個，再配合 1990， n 可能是 5，然後再看 n 有沒有更小的可能。之後若留意到因數的資訊，可能一下子就會想通了。

這道題目看來令人覺得陌生，但又未至於難到需要思索太久，對初中階段或是初次接觸奧數的學生來說，是一道不錯的題目。

奧數在選拔和競賽的階段，問題都是最難的那些，比如平均一小時左右才做一道題目，做證明題，普通題目變化都很大，需要很多創意。或者是另一些比賽類型的，要計算答案，求數字解的，也有許多難題。

若是在培訓的階段，問題就會淺白一點，多介紹

一些常見而簡單的變化，為學生打穩基礎，再按導師的經驗，給予學生多一些思考的角度，或者改善一下學生解題的心態，面對嘗試與失敗時怎樣處理等等。這些淺白的培訓題目，在不少奧數的教科書裏都有，作者有不少都是代表隊的教練。

以中小學生來說，即使天資再好，各方面的能力都普遍未成熟，要許多啟發和引導。過早強調競賽級的難題，對學生未必有益。

中學奧數的形象，大概就是很難的題目，原因很簡單，因為人們初接觸奧數時，多數是由競賽開始。競賽網頁裏公開的題目，或是討論競賽題目的網頁或文章，談論的問題多是競賽級的。名氣較大的競賽，題目也是最難的一批，所以大眾容易有個印象，覺得奧數就是這些很難的題目。在坊間的書店裏，可能不久不久會有幾本寫得較完整又能切合大眾水平的培訓教材，這是多年來的現象。

筆者多年來經常去書店，所以才累積到各個層次的奧數書，加上在奧校教書時，接觸到各層級的教材，所以才剛好有點全面的認識。

由於這裏是一個奧數入門的專欄，所以題目都是選一些較淺白的。那些能做很難的競賽題的學生都不介紹了，直接去做題目就可以了。

張志基



港燈將與香港青年協會合辦工作坊，讓同學親手製作有關智慧生活的編碼裝置，探討如何運用科技達至減碳節能。作者供圖

活用網上 OLE 迎合學習新常態

綠得開心@校園

在疫情下，新學年的學習模式都改變了。從前的實體課都變成網上課，而以往的課外其他學習經歷也可以在網上進行。

港燈的「綠得開心學校」標誌計劃每年透過提供不同的其他學習經歷 (OLE) 活動，讓學界從中學學習環保知識和實踐智借電的理念。因應近期疫情，本年度的部分 OLE 活動，亦更改活動模式，例如改以網上視像方式進行，讓同學們在疫情下仍然可以繼續在活動中學習，認識如何達至「智慧城市智借電」。

今年的其中一項新猷「智慧城市

互動劇場」，綠得開心計劃邀請了專業劇團 iStage 創作，讓同學從劇目中認識更多低碳節能、能源效益及智慧城市的知識。劇場備有現場版及網上版，即使同學未能回校上課，也可以安坐家中輕鬆欣賞。

為配合學校推廣 STEAM 教學，計劃亦與香港青年協會創意科藝工程計劃合作推出「智慧城市 STEAM 工作坊」，由課程導師教授同學親手製作有關智慧生活的編碼裝置，學習運用科技達至減碳節能。工作坊同時備有網上版，希望同學在防疫期間學不停。

除上述活動外，港燈亦與香港青年協會賽馬會媒體空間 (M21) 舉辦「綠色校園電視台」訓練班，為學校培訓「綠色校園小記者」和協

助優化「校園電視台」。資深新聞工作者及 M21 技術指導會為學校度身訂造課程，無論在學校或網上也能教導同學運用不同拍攝工具和指導他們剪接的技巧。

其他的 OLE 活動還包括參觀上環的港燈「智借電生活廊」、「南丫風采發電站」及「南丫發電廠」或「綠遊香港」生態文物導賞團，雖然現階段未能親身實地到訪，我們亦期待在今年的稍後時間，迎接大家，歡迎大家及早報名。

如有興趣加入成為「綠得開心學校」的一分子並報名參加，請到 <https://www.hkelectric.com/HappyGreenCampaign> 下載表格報名參與活動。

港燈綠得開心計劃，致力教導年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣，目前已有四百多間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲了解詳情，歡迎致電 3143 3727 或登入 www.hkelectric.com/happygreencampaign。