

冷熱新技術 製「超重」元素

科學講堂

逢星期三見報



上次和大家討論了科學家們在製造愈來愈重的元素的努力：下一種新的元素將會開展元素周期表新的一行，更有可能是周期表不再「遵從」以往規律的開端。然而，這些「超重」的元素又是如何被製造出來的呢？

大自然當然是發掘新元素的好地方。宇宙中的一些溫度、密度極高的環境（例如超新星爆炸），就有可能製成質量高的新元素。波蘭裔澳洲籍的天文學家 Antoni Przybylski 在 1961 年發現了一顆成分怪異的星星：光譜顯示這枚星星含有原子序數 99 的鐳（einsteinium）（原子序數代表一個元素的原子核中有多少枚質子，而元素周期表就是將元素依照它們的原子序數順序排列起來），是我們在大自然中唯一找到鐳的地方。

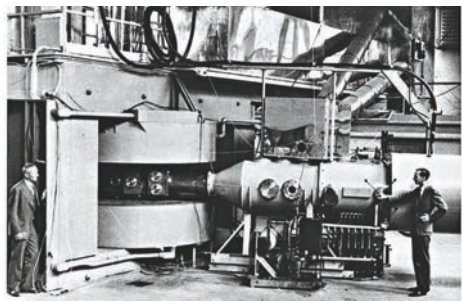
核試不可靠 溫度難控制

不過，這個方法近幾年不是很成功：近年所發現的重元素，其實都是人工製造出來的。上次也跟各位說過，天然地存在於大自然、蘊藏量不是極度稀少的元素中，最重的應該是原子序數 92 的鈾（uranium）。核子武器測試所造成的溫度、密度極高的環境，其實就很適合製成新的元素：1952 年 11 月 1 日，美國在太平洋測試氫彈；我們其後就在這次測試的輻射塵埃中，第一次發現鐳及原子序數 100 的鐳（fermium）。

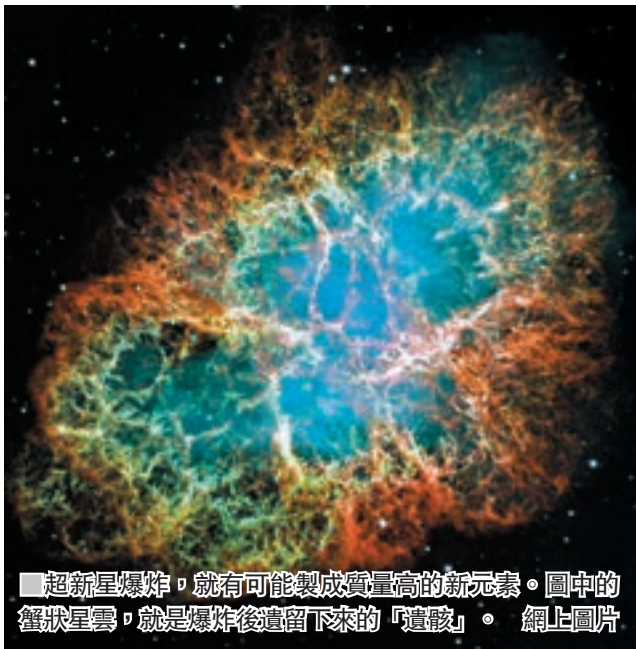
我們不能夠有效地控制核子武器測試的環境（例如溫度、能量），因此這個可不是製造新元素的可靠方法；而且在核子武器受到廣泛監察的現世代，核子武器測試可能愈來愈少。在實驗室裡，其中一個方法就是將較輕的粒子加速，然後把它們射向較重的原子。例如將原子序數 10 的氫打

向鈹，就能造出原子序數 102 的鐳。

不過，原子核都是帶正電荷的，因此它們會互相排斥。原子序數大的元素原子核擁有更多的質子，更大的電荷，當中的排斥自然更厲害。要製造更重的元素，有時並不是簡簡單單地「將較輕的粒子射向較重的原子」就成，一些技巧還是需要的。



■1939 年加州大學伯克利分校的粒子加速器，當時用於製造新的元素。 網上圖片



■超新星爆炸，就有可能製成質量高的新元素。圖中的蟹狀星雲，就是爆炸後遺留下來的「遺骸」。 網上圖片



■1952 年 11 月 1 日，美國在太平洋測試氫彈。我們其後就在這次測試的輻射塵埃中，第一次發現鐳及鐳。 網上圖片

輕放勝重擊 瞬間又失效

上次提到的俄羅斯科學家 Oganessian 就在上世紀 70 年代開發了冷聚變（cold fusion）這種技術：利用精巧的科技，將兩個相類的原子核「輕輕」地放在附近，促使它們結合成更重的核子，而不是把它們狠狠地撞在一起，因為這樣有時反而會把太大的原子核撞散。德國的亥姆霍茲重離子研究中心（GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research）善用了這個技術，

成功造出了原子序數 107 至 112 的元素。

可是到了原子序數 113，冷聚變又不是十分有效了。日本的理化學研究所（RIKEN Institute）總共花了 9 年（2003-2012），才用冷聚變這種技術造出了 3 個鈾（nihonium）原子（原子序數 113）。為此，俄羅斯的科學家在上世紀 90 年代發展了熱聚變（hot fusion）：這個技術用了鈾 48 這個特別的原子核為原材

料。鈾 48 原子核中質子有 20 顆，中子有 28 顆，中子的含量算是很高；相對來說質子較少，正電荷的排斥也就比較少，令原子核較容易結合為新元素。

鈾 48 價值不菲，1 克就要 250,000 美元，不過能夠顯著地加速「超重」元素的製作，俄羅斯的科學家只用了 6 個月，就成功造出很多原子序數 114 的鈾（flerovium）原子了。

小結

這些「超重」元素究竟要用多久才能造成呢？它們又會怎樣改寫元素周期表？看來我們要拭目以待了。

■張文彥博士 香港大學理學院講師

短暫任職見習土木工程師後，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。

代數式恒等變化勿亂變

奧數揭秘

逢星期三見報

中學時，處理代數的時候，除了一些固定的方法外，一旦有變化，學生不時都無從入手，覺得不知道怎樣處理。常見的問題是，學生見到有括號就展開，展開後又想因式分解，但不太知道方向是怎樣。奧數裡有些代數相關的訓練，可以加強學生這方面的能力。

問題

已知 x ， y 和 z 為三個不相等的實數，且 $x + \frac{1}{y} = y + \frac{1}{z} = z + \frac{1}{x}$ ，求證： $x^2y^2z^2 = 1$ 。

答案

由左邊兩式得知， $x - y = \frac{1}{z} - \frac{1}{y} = \frac{y - z}{yz}$ ，因此 $yz = \frac{y - z}{x - y}$ 。
同理， $y - z = \frac{z - x}{xz}$ ，得 $xz = \frac{z - x}{y - z}$ ，及 $z - x = \frac{x - y}{xy}$ ，得 $xy = \frac{x - y}{z - x}$ 。
故此， $x^2y^2z^2 = \frac{x - y}{z - x} \times \frac{y - z}{x - y} \times \frac{z - x}{y - z} = 1$ 。

答案最後是證明了結論，不過若是想看得仔細點，還得要問一問，題目裡那個 x ， y 和 z 互不相等的條件在哪裡用上了。這也不難發現，這條件就是要確保過程中的分數式中，分母的部分不是零，從而分數有定義。

在解題之中，過程裡都是一些移項的功夫，最後乘起來，分子分母都約去了，而得到了結論。單看答案的話，好像很短很快的，只是若果自己思考的話，就未必那麼順利。

題目裡的等式，可以變化出來的算式是很多的，方向錯了，乘來乘去，也是有很多項，可以很複雜。

初中的奧數，有時候就有這些代數化簡的題目，明明知道可以有些巧妙的技巧去化簡，但想來想去也想不通。自己的代數基礎都夠了，看答案時什麼都懂，但想到底，就是未想過答案裡的變換方式。

面對這些題目，在嘗試之中，是會看到許多關於代數式的恒等變化。能解到題目的話，固然是好的，就是未解得到，自己在各樣想法之中，也會對這些恒等變化多了經驗。

日子久了，嘗試之前，就會比之前看得更遠，少一點去嘗試一些可以預知沒什麼效果的方向。這些經驗要自己練出來的，別人講起來，自己也沒什麼感

受，可能一會兒就忘了，反倒是試過白費心機，印象會更深刻一點。

這些代數化簡的題目，做到了，當然比做不到快樂，只是在學習來說，無論做不做到，試多點都是好的。

老實說，即使做到了，長遠來說，結果真的可以用得上的情況不太多，反倒是嘗試過程中，一步一步培養出恒等變換的洞察力，做起來有方向感，不至於盲目亂變一番，那樣才是較大的得着。

代數技巧相關的題目，做十題八題，未至於可以有什麼立竿見影的進步，只是閒着時做多了，長遠來說，運用恒等式起來，是有效一點，繞的彎少了。做起來，心態上好像是平常做運動那樣，志在活動一下那樣就好，不需要成為運動健將那樣。

有時候，奧數由於是課外的數學，人們對它要求太高了，好像想要它什麼都練得到出來，可以練幾下就很了不起。事實上，奧數是課外的訓練沒錯，也可以練到一些好的質素出來，但若是講到太高深太誇張，反倒是看不清它本來的好處。

奧數題目，即使沒有想去競賽的心思，鍛煉一下也是有好處的。就當是閒來時，做幾次精神上的長跑，也是生活裡不錯的趣味。 ■張志基

樹木向光生長 看年輪辨方向

氣象萬千

逢星期三見報

前陣子颶風損毀了很多樹木，清理之後，鋸斷的樹就會看見一個個圈，這是什麼來的呢？

這其實是樹的年輪，除了可顯示樹木的年紀外，還可以辨別方向，成為天然的指南針。

那年輪是怎樣形成的？簡單而言，在春夏季時，雨水充足，樹木生長速度較快，形成淺色的部分；在秋冬季時，降雨量會減少，生長速度變慢甚至停止，出現深色圈。經過一年四季，深淺交替，年輪就是這樣形成的。

植物傾向朝光線較強的方向生長，以北半球來說，在沒有障礙物的影響下，樹木的莖向南部分會生長較快，因此部分樹木年輪的南面會較為寬闊稀疏，北面會相對緊密，因而年輪中心點便會偏北。

不過，我們千萬不要傷害樹木，我們應該在行山前準備好，帶地圖、指南針，也帶電話就最好，收到嗎？



簡介：本欄以天文台的網上氣象節目《氣象冷知識》向讀者簡介有趣的天氣現象。詳情可瀏覽天文台 YouTube 專頁：https://www.youtube.com/user/hkweather。



為什麼打開冰箱門不能使室內降溫？

打開門後，冰箱內部溫度上升，反而會持續努力「降溫」而導致室溫上升。

有問有答

隔星期三見報

冰箱內部溫度很低，可以對食物進行低溫保存。於是有人就會想到，在炎熱的夏天，把冰箱門打開，是不是就能讓室內涼快下來呢？要想回答這個問題，我們首先需要了解一下冰箱為什麼會製冷。

冰箱的基本結構中有四個主要的部件，分別叫作蒸發器、壓縮機、冷凝器和毛細管。它們之間一般用銅管連接成一個和外界空氣不接觸的獨立空間，裡面充滿着一種材料——製冷劑。以往使用的製冷劑多為氟利昂 12（二氯二氟甲烷），但後來發現它會破壞大氣臭氧層和產生溫室效應而被禁用，取而代之的是氟利昂 134a（四氟乙烷）。

氟利昂 134a 有個很有趣的「脾氣」：當它在蒸發器裡面的時候，在 -26.5°C 就會蒸發成氣體，同時吸收冰箱內食物和其他物品的熱量，這樣冰箱內部就降溫了。而壓縮機會先把從蒸發器出來的氟利昂壓縮成高溫高壓蒸氣，壓進冷凝器，通過冷凝器將

熱量傳給周圍的空氣，同時降溫恢復成液體，進入很細的毛細管後又回到蒸發器，在蒸發器裡面體積突然放大，迅速地氣化再吸收熱量，這樣周而復始，就使冰箱內部的溫度降下來了。在這個過程中，冰箱一直在向周圍的空氣傳遞着熱量。

在這樣的一個過程中，食物的熱量通過蒸發器被裡面的氟利昂吸收，再隨着氟利昂的流動到達冷凝器，然後通過冷凝器傳給室內的空氣。氟利昂之所以會流動，主要是靠壓縮機的壓縮實現的，而壓縮機是用電的，在它工作的時候，一部分電能轉換成熱量被氟利昂吸收，最後通過冷凝器傳給空氣。所以實際上，冷凝器傳給空氣的熱量，等於蒸發器從食物吸收的熱量加上電能轉換成的熱量。

明白了冰箱的這個工作原理，就可以回答上面的問題了。很顯然把冰箱門打開以後，實際上並不能使室內的空氣溫度降低，不但不能降低，由於冰箱「發現」內部溫度升高了，反而會持續努力「降溫」，使室內空氣溫度上升。所以夏天的時候，我們還是用冰箱來冷卻我們愛喝的飲料和愛吃的食物吧。



■冰箱其實是用氟利昂 134a 來冷卻空氣。作者供圖

