

科學講堂

逢星期三見報

電子分佈奇特 無法成為「貴族」

人工元素 Og 反應與別不同

上次跟大家介紹了 Oganesson (Og) 這種新的元素。這種新元素並非天然地存在於大自然中：在 2002 年，Og 才第一次在實驗室中被製造出來，並在 2016 年 11 月被正式命名。最穩定的 Og 原子核中共有中子 176 枚，質子 118 顆；這麼大數量的質子和中子令 Og 成為我們已知的元素中最重的。在正常情況下，這樣的原子核會被 118 粒電子包圍着，蔚為奇觀。

電子們跑得快

上次跟大家分享過，其他元素的電子都是如洋葱一般，一層一層地圍繞着中央的原子核的；然而 Og 的電子卻不遵從這個規則，像一團雲般相對地均勻分佈。作為現在最重的元素，Og 的奇異之處絕對不止於此。今天就和大家分享一些 Og 與別不同的地方。

Og 與別不同的原因有幾個，其中之一就是愛因斯坦著名的狹義相對論。原子核中的質子帶正電荷，牽引着周圍帶負電荷的電子，不讓他們輕易「離去」。

Og 的原子核共有質子 118 顆，對附近電子的牽引特別強烈，因而令電子們高速地移動。狹義相對論專門探討物件在高速運動時的各種科學現象；這些相對論現象令 Og 的電子與其他元素的表現不同。

殼層已「滿座」 元素變「遲鈍」

之前在談及超導體現象的時候，有跟大家提過以美籍意大利物理學家費米 (Enrico Fermi) 命名的費米子

(Fermion)。它們的特性是任何兩顆費米子不可能存在於完全相同的狀態之中的。如果將粒子比喻為住在旅館的旅客，那麼每一間房間中就只能住着一枚費米子，因為它們是絕對不會和同伴共享房間的。電子正好就是一種費米子。在電子殼層模型中，每一個殼層只有固定數量的「房間」，而電子們又不肯共享，因此當最外的一個殼層已經「滿座」，這種物料就會十分穩定，不喜歡參與化學作用了。

電子分佈奇特 導致不是貴族

在已知的元素中，有幾種就是因為「外層已經滿座」而「不愛交往」；正好它們都是氣體，所以被統稱為貴族氣體 (noble gas)。Og 原子的最外層也應該是「滿座」的，因此簡單看來應該也是另一種貴族氣體。不過之前說過 Og 的電子並不完全遵從電子殼層模型，再加上相對論的特殊效果，Og 的特性可能與它的「親戚」並不相類。誠

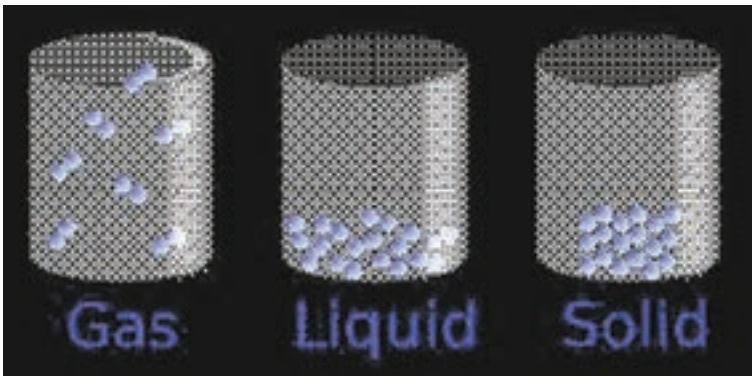
然，科學家們利用電腦去計算 Og 的特徵，發覺其電子的奇特分佈，會容許它與其他元素（例如氫）產生化合物，因此 Og 看來並不貴族。而且 Og 原子之間容易產生較強的吸引力，在室溫之下，Og 的原子可能並不會如氣體一般四處擴散，反而可能會處於固體的狀態。



■電子殼層模型中的氡 (radon)。氡是一種貴族氣體。



■很多貴族氣體（例如氖neon）都被用於霓虹燈中。



■粒子之間較強的吸引力會令物料處於固體的狀態。

小結

Og 的製成還是初步階段，被製造出來的 Og 原子其實也只是寥寥可數，因此距離直接觀察 Og 氣體或是固體還有很遠的距離。不過這些極端的狀況，每每在催促我們深入理解大自然的法則，發掘新的可能性。

■張文彥博士

作者簡介：香港大學土木及結構工程學士。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。

奧數揭秘

逢星期三見報

奧數除了是一些較難的題目，有時也會有一些特別的解難技巧，令到一些問題可以有另一角度的理解。以下分享的這一道題目，若是有

中四或以上關於三角函數的知識，是很容易解決的。不過這裡嘗試用構造圖形的方法，去了解這個結果。

問題

設 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ，求證： $1 < \sin \theta + \cos \theta \leq \sqrt{2}$ 。

答案

如圖一，構造一個 1×1 的正方形，並作一個半徑為 1 的扇形 OAC。S 是 AC 弧上的移動點，T 在 OA 之上， $\theta = \angle SOT$ 。作 ST 垂直 OA，得 $ST = \sin \theta$ 和 $OT = \cos \theta$ 。考慮 $\triangle OST$ 之中的三角不等式，得 $\sin \theta + \cos \theta > 1$ 。

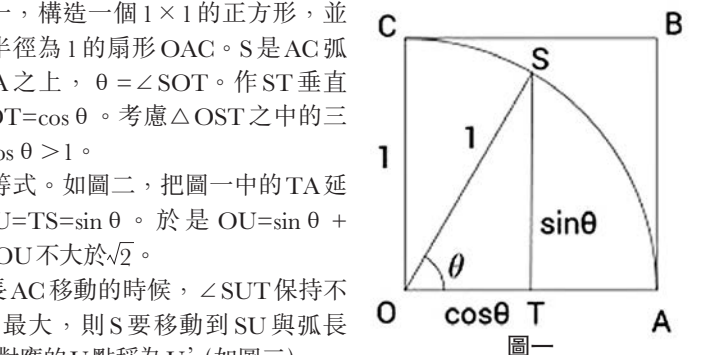
然後證明右方的不等式。如圖二，把圖一中的 TA 延長至 U 點，使得 $TU = TS = \sin \theta$ 。於是 $OU = \sin \theta + \cos \theta$ 。之後嘗試證明 OU 不大於 $\sqrt{2}$ 。

留意到在 S 沿着弧長 AC 移動的時候， $\angle SUT$ 保持不變為 45° 。若要 OU 為最大，則 S 要移動到 SU 與弧長 AC 相切的那一點 S'，對應的 U 點稱為 U'（如圖三）。

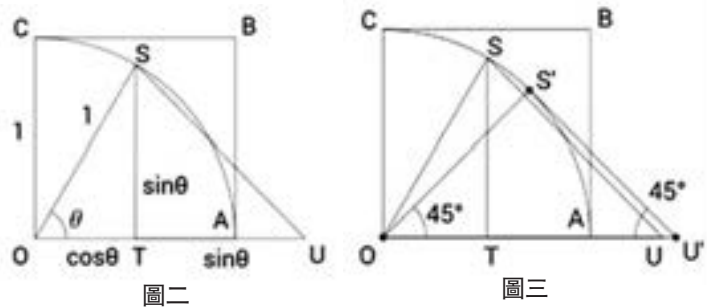
這時候 $\triangle OS'U'$ 為等腰直角三角形， $OU' = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$ 。

因此 $\sin \theta + \cos \theta \leq \sqrt{2}$ 。

綜合以上所述，得 $1 < \sin \theta + \cos \theta \leq \sqrt{2}$ 。



圖一



圖二



圖三

圖像說明數學結果

剛才的解題之中，文字其實只是輔助的性質，主要的重點是在圖的構造上。第一步是構造出包含 $\sin \theta$ ， $\cos \theta$ 和 1 的三角形，然後用三角不等式證明原來不等式的左方。第二步是構造出長度為 $\sin \theta + \cos \theta$ 的直線 OU，並在 S 移動時，SU 斜率不變之下，看到 OU 最長時，SU 與弧 AC 相切，從而得到不等式的右方。

這個構造圖形的方法，好處是它提供了探索等式或不等式的另一角度。它不只是在代數和函數運算之中左穿右插，而是跳出了原來的算式，憑着創意去構造一個解釋來。這個構造出來的解釋，普遍不是唯一的。在知識基礎愈來愈厚之下，可以構造出不同的圖，去了解同一個結果。

這裡有個極大的想像空間，去令到不同的數學結果之間，找到連繫，從而加深了記憶和對數學的理解。

數學上有所謂無字證明 (Proof without words)，就是用圖像去說明一個數學結果，而當中沒有文字。通常都是用構造特例

的方法，去說明結果之所以正確的關鍵處。當然，若是要求嚴格的話，用文字寫得精確無誤是重要的，但由圖像去直觀洞察出當中的精要，亦有一種優雅的美感。若是在網上搜尋「無字證明」相關的字眼，就會看到許多優美的結果。

課程內的數學，有時為了令學生打穩基礎，往往有一大堆類似的題型。學生做多了，容易會覺得數學就是死板的，缺乏想像力。

事實上，通過構造圖形的訓練，就可以發揮學生的想像力，見到數學裡有創意的一面。而這種想像，亦不像繪畫塗鴉一般的只有創作的趣味，而是在創作之中亦保持到幾何的規律，在想像之中不離現實，而且又可加強對現實的了解。

學生在奧數的訓練之中，有時是在解決難題中得到發展，有時是因為見識了一些處理問題的方式，令到他們在觀察同一道算式的時候，比起其他專注課內數學的學生，有多一些新穎的想法，這也是學習奧數的好處之一。

■作者：張志基

創科學園

隔星期三見報

近年出現的編程普及活動如雨後春筍，除了有 Scratch、Minecraft 程式外，亦可以有當作微型電腦使用的 Raspberry Pi、Arduino、Micro:bit 等等，Micro:bit 可算是當中的新寵兒。Micro:bit 出世不足兩年，成為很多國家和地區的小學作為編程教育的新工具。

2016 年，英國 BBC 推出一款可作程式設計的微型電腦，並免費派發給英國 100 多萬名中一學生，讓他們學習一些基本的程式設計技能，期望由學生階段從新將程式設計普及起來。開發免費程式設計工具 Scratch 的 MIT 教授 Mitchel Resnick 認為，程式設計是每個人必備的全新技能。兒童在學習程式設計時，也是一種學習表達自我和組織觀點的途徑。

激發數位創意

BBC 總幹事 Tony Hall 亦指出，Micro:bit 的宗旨是為了在校園促進數位素養 (Digital Literacy)，他們期望藉着 Micro:bit 重新激發學生的數位創意、好奇心、創造力與想像力，為教育帶來活力，以迎接社會不斷出現的急速變化。更進一步地說，我們甚至可以編寫一些程式，去教授學生進行某些簡單的學習。

這款輕巧、價格低廉的微型電腦可以獨立運作，只有信用卡般的大小（約 4 厘米 $\times$ 5 厘米）。Micro:bit 一面具有兩個按鈕，和用來顯示資訊的 5×5 點陣發光二極體（即 LED 燈），前板的兩個按鈕（標記為 A 和 B），當這些按鈕被按下時，能啟動你所寫的程式，例如可以製作微笑按鈕專案或投票機，或可以用作遊戲控制器。

25 個可程式化 LED 可供你作為顯示文字、數字及圖示，例如製作會動的閃爍愛心或做出動畫效果。還有一個 MicroUSB 介面、一個重置按鈕、一個供電口、及 5 個 I/O 環接腳供鱸魚夾連接，當中的 I/O 環接腳可以用來控制馬達、其他的 LED 電子元件，或者額外的感測器。

除此之外，Micro:bit 還內置了光感測器、溫度計、磁力計、加速計、低功耗的藍牙。光感測器以 LED 作為基本的光感測器，可讓 25 個 LED 偵測環境光度。

溫度計可以用來偵測附近的環境溫度。加速計可以偵測 Micro:bit 被移動時的加速度，例如搖晃、傾斜和墜落等，故可以設計成計步器、包剪揀等工具。

內建的磁力計則可以用來製作簡單的金屬探測裝置、設計成指南針來檢測地球的磁場、或用來繪製圖形的工具。



■Micro:bit 成為很多國家和地區的小學作為編程教育的新工具。網上圖片

我們還可以利用 Micro:bit 的廣播功能，將 Micro:bit 與 Microbit 之間聯繫起來，進行互動遊戲。低功耗的藍牙可以與電腦、手機、平板電腦等連接起來，例如用作控制電器開關的工具。Micro:bit 具備的多元化功能，大大擴闊了學生的學習經歷，亦為學生的學習帶來無限的想像空間。

■張錦華博士

香港常識科教育學會理事、Google Certified Educator、Apple Teacher (Swift Playgrounds)

氣象萬千

隔星期三見報

1 月 8 日那天早上一起床，氣溫本來有攝氏 18 度，食完午飯後已跌了三四度，食完晚飯後，更連 10 度也沒有，半日差不多跌了 9 度。

在高緯度地區，冷鋒的出現與溫帶氣旋生成有關，發展中的溫帶氣旋，甚至有暖鋒和錐閃鋒生成。但像在香港這些緯度較低的地方，因為溫帶氣旋主體距離較遠，暖鋒通常不會太明顯。

雖然如此，與氣旋相關的地面風向是這樣的冷鋒北面，風向偏北；冷鋒南面，風力比較弱。

換句話說，冷鋒未到的時候，有機會吹起偏南風，將南邊暖濕的風氣吹到，形成天氣會比之前一兩天更暖。有時因為溫度較高，令水氣蒸發，雲層轉薄，就會暖得更明顯。

還有，通常那幾天，都會感覺到皮膚較差，因為冷鋒是空氣聚合的地方，懸浮粒子和空

冷鋒過境 氣溫急降



■冷鋒的出現與溫帶氣旋生成有關。視頻截圖

氣污染物有機會積聚，令冷鋒前有機會有煙霞。

不過冷鋒過境時或許會下雨，加上之後會吹大北風，煙霞情況通常會好轉或消散。

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。

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。

