

元素有輕重 探索無止境

科學講堂

各位應該還記得之前和大家提過的元素周期表：化學家將各種元素依據它們的化學特性整齊地排列在這個表上，將元素分門別類。歷史上，更有科學家憑着當時表上的空缺而找到相對應的元素。因此可以說，這個表綜合了我們對元素世界的理解。今年是元素周期表「誕生」150周年，但人類對這個表的研究工作卻還沒有停止：今天就跟各位分享一下現今科學家在尋找更重的元素、繼續擴展元素周期表的這方面的努力。

固定規律 特性重複

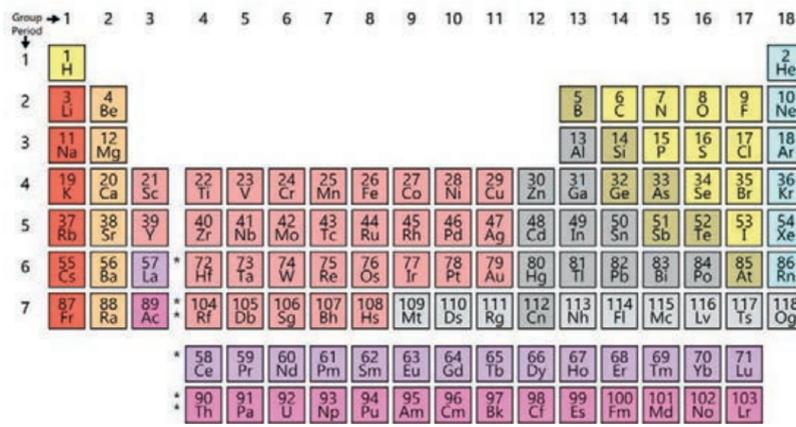
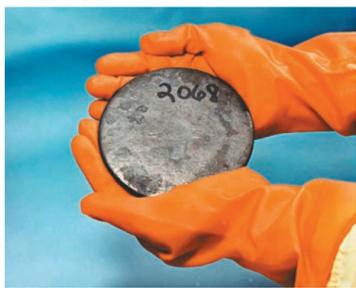
現在的元素周期表，將各種元素依照它們原子核中質子數量（稱為原子序數）的大小，從小到大順序排列起來。在這個排序下，元素的化學特性呈現固定的規律：最初的幾個元素好像各有不同的化學特性，不過在適當的地方，較重的元素卻展現出與較輕的元素類似的特性。

因此，化學家們可以將各種元素整齊地排列起來：同一個直行裡的元素，擁有相似（但並不一定完全一樣）的性質；每一個橫行則似一個周期：到了下個橫行，元素的特性又開始重複了。

一直以來，科學家都在努力尋找、製造更重的元素，擴展元素周期表。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）。現在的元素周期表裡，原子序數92以上的元素，都需要科學家在實驗室製造出來。

成為第一個製造出新元素的人或機構，自然得到無上的光榮，更有權去為新的元素命名：原子序數95的錒（americium），就是以美洲大陸命名的；鈾（niobium）的原子序數是113，名字來自日語，有「日本」的意思；原子序數96的錒（curium），名字是對著名科學家居禮夫婦的致敬；現在我們知道的最重的元素，原子序數118的Og，更是以還熱心參與研究的俄羅斯科學家奧加涅相（Yuri Oganessian）而命名。

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）。網上圖片



化學家將各種元素依據它們的化學特性整齊地排列在元素周期表上。



惰性氣體經常被用於霓虹燈中。不過在元素周期表上與它們在一起的Og卻好像與別不同。網上圖片

愈重愈短命 排列到極限

除卻這些「榮辱」原因，現在製造更重的元素更有極深的科學意義。現今我們知道的最重元素Og，正好完整了現在元素周期表的最下一個橫行。好一陣子前也跟各位分享過Og的古怪性質：根據它在表上的位置，Og應該是屬於不容易發生化學反應的「惰性氣體」。不過，科學家預計Og不單可能與其他物質產生化合物，甚至在室溫下可能根本不是氣體。

原子序數114的鈇（flavorium）在元素周期表中位於鉛之下，不過反而可能展現

惰性氣體的特性。正因如此，有些科學家預期周期表的規律已經達到極限；製造更重的元素正好可以讓我們一窺超重元素的特性的發展。

科學家更期望知道原子核中質子的數量是否有上限，是否存在終極的最重元素？有理論指出，原子序數172可能是我們的極限：當原子核中存在超過172顆質子，部分質子會「吞噬」附近的電子而結合成中子，以致我們無法造成原子序數更高的元素。

這個理論是否屬實，當然得在大自然中驗證。不過，原子核中的質子都帶正電荷，互相排斥，因此這些超重的原子核都極不穩定：鈇的半衰期約為2.6秒（也就是說，每2.6秒就有一半的鈇變成其他物質），Og的半衰期更不足1000分之1秒。

比Og更重的元素，其半衰期應該會更短，可能還未到原子序數172，這些超重原子核就已變得太過「曇花一現」，我們也不好意思將它們叫作物質了。

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。

捲動廣告 循環不息

奧數揭秘

小時候早上步行返學，路上總會經過某間麵包店，新鮮出爐的麵包十分吸引，真想買個來大啖咬下去。放學後沿路回家又會經過這間麵包店，這時我會忍不住進去買個麵包來滿足地享受一番。

這類來來回回有規律地重複出現的事情在數學上很常見，其中一種就是三角函數。三角函數是周期函數，當 θ 由 0° 增加至 360° ， $\sin \theta$ 及 $\cos \theta$ 的值會在-1至1之間來回變化一次，就好像莘莘學子每天在家與學校之間來回往返的道理。因為0.5在-1與1

之間，當 $\sin \theta$ 或 $\cos \theta$ 的值在-1至1之間來回變化一次時，它們的值各自會有兩次等於0.5的機會，所以，當 $0^\circ \leq \theta < 360^\circ$ ， $\sin \theta = 0.5$ 會有兩個解，而 $\cos \theta = 0.5$ 亦然。按照這個理解，只要 $0^\circ \leq \theta < 360^\circ$ ， $\sin \theta = 0.25$ 也同樣會有兩個解。簡單地說，當 $0^\circ \leq \theta < 360^\circ$ 及 $-1 < p < 1$ ， $\sin \theta = p$ 、 $\cos \theta = p$ 均有兩個解。

可是對於兩個端點1及-1並不正確，即是上述的 p 不以等於1或-1。當 $0^\circ \leq \theta < 360^\circ$ ， $\sin \theta = 1$ 、 $\cos \theta = 1$ 、 $\sin \theta = -1$ 、 $\cos \theta = -1$ 均只有一個解。情況就好比莘莘學子每天在家與學校之間來回往返一次一樣，沿路的風景每天會有兩次欣賞的機會，但學校卻只返一次，放學後，不會再

回去。某天，我在巴士站候車時，看到一塊上下來回捲動的廣告板，它的捲動成功吸引我定睛望着好一段時間，最後發現原來這塊廣告板上只有三幅廣告，這三幅廣告按上、中、下次序被印在一幅大海報上，只需每隔一段時間，捲動這幅海報就可輪流展示這三幅廣告。

為方便起見，我用「上」、「中」、「下」去表示這三幅廣告，首先展示「下」這幅廣告，一段時間後，海報向下捲動換上「中」，然後再隔一段時間換上「上」，再隔一段時間，但這次海報要向上捲動換上「中」，再隔一段時間換上「下」，如此類推，循環不息。

問 假設這塊廣告板每天由上午五時三十分開始運作，直至晚上零時零分，每幅廣告每次會展示25秒才被換上另一幅，求「上」、「中」、「下」三幅廣告各自被展示的總時間。

答案 首先看一看廣告的展示規律。假設開始運作時第一幅展示的廣告為「下」、下一幅為「中」，將規律排列如下：

「下」、「中」、「上」、「中」、「下」、「中」、「上」、「中」、……
由此可知，廣告的展示是每四幅一個循環——「下」、「中」、「上」、「中」。因為每幅廣告每次會展示25秒，所以展示一個循環內四幅廣告的時間為 $25 \times 4 = 100$ 秒。留意，5分鐘是300秒，若以5分鐘時段考慮，每5分鐘可完成3個循環。由上午五時三十分開始運作，直至晚上零時零分，將運作時間分割成多個5分鐘時段，可知必定可完成若干個完整的循環，意味著每一幅廣告被展示的次數與開始運作時第一幅展示的廣告無關。

從每一個循環可知，「下」、「中」、「上」三幅廣告展示的時間之比为1:2:1，即是「中」展示的時間佔廣告板運作時間的一半，而「下」及「上」展示的時間是「中」的一半。由上午五時三十分直至晚上零時零分，廣告板每天運作18小時30分鐘，所以該三幅廣告各自被展示的時間如下：

- 「中」：9小時15分鐘
- 「下」：4.5小時7.5分鐘，即4小時37分鐘30秒
- 「上」：4小時37分鐘30秒

我們剛解決了一道周期規律問題，處理這類問題宜先找出規律，之後的計算通常不特別困難的。

現在細心看得出的結果，發現「中」這幅廣告明顯有着較長的展示時間，換句話說，驟眼望這塊廣告板能公平地展示三幅廣告，但如果每次展示的時間相同，其實對「下」及「上」這兩幅廣告是較吃虧的。

問題的重點在於來回的規律，這

類規律對處於變化範圍中間位置的物件較有利，一來一回，處於變化範圍中間位置的物件有兩次觸及的機會，但處於端點位置的就不一定。早上返學經過麵包店，放學後沿路回家會再經過一次，但學校卻只返一次；當 $\sin \theta$ 的值在-1至1之間來回變化一次， $\sin \theta = 0.5$ 會有兩個解，但 $\sin \theta = 1$ 卻只有一個解。

如果要令這塊廣告板上三幅廣告的展示變得公平，只需簡單地將

「中」這幅廣告的展示時間改為每次12.5秒便可，這樣三幅廣告皆有相同的展示時間。

不過，「中」怎樣也是有利的，因為每次上下捲動海報換廣告時，也必定與「中」有關。

人生路上高低起伏，但絕大多數人總覺得生活的大部分時間皆處於那不高不低的平凡狀態，或許，這個現象也可以用數學去解釋吧。

蔡欣榆

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org

吵醒土撥鼠 何日春再來

氣象萬千

今次來訪問「土撥鼠日」的著名受害者Phi。

問：你做了這行業多久？
答：這個傳統習俗由1887年開始，我已經足足打了130年的工，比你們這些香港人更厲害。

問：但土撥鼠的壽命好像只有十多年……
答：官方說法，我是Phi，他是Phi，他都是Phi，We are Phill!

問：可不可以簡單介紹一下你的工作？
答：我的工作一點都不簡單，在美國東岸賓夕法尼亞州的小鎮勞蘇托尼，每年的2月2日出時分，我都要被人叫醒出來預測冬天什麼時候會完，如果出來見到自己的影子，就代表冬天還會持續多6個星期，如果見不到，就代表春天很快會到，是好神聖的工作。

問：為什麼見到自己的影子代表冬天未完呢？
答：你應該問那些土撥鼠日俱樂部的人，為什麼那麼忍心吵醒一隻正在睡覺的可愛土撥鼠，打工鼠也有鼠權！因為有影子代表當天天晴，有可能是因為強勁的

冷空氣正影響當地，將雲層掃清，所以冷空氣減弱轉變為春天還要一段時間。相反，天陰多雲就不會見到影子，有可能和冷空氣較弱有關，春天就相對會快點到。

問：這樣看來你的預測都有點科學根據。不過有報道，自1887年以來你預測了132次，但準確率只有39%，你又怎看呢？

答：我相信是動物傳心師聽清了我的說話，錯誤宣佈結果。我承認有幾次是賴床想回去睡覺……不就和你們說的「乾冬濕年」、「過冬唔凍凍年凍」一樣，不是中就是不中啦，認真你便輸了。

問：今年的土撥鼠日你有沒有信心可以預測正確？
答：上年我才因為預測錯誤，被美國賓夕法尼亞州門羅郡警局通緝，老實說，I don't care！你們香港也不用看我預測啦，你們已經沒有冬天啦！再不保護環境，一年四季只剩夏天啦。

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>



太空人升空 狗狗作先鋒

科技暢想

太空科學與天文學密切相關。主要利用空間飛行器或遙感裝置來研究發生在宇宙空間的物理、天文、化學和生命活動等自然現象及其規律的科學。

兩星期前，筆者有機會參觀位於莫斯科城北的太空科技博物館，建築物的外形非常特出：頂着一座高達107米、一飛沖天去的鈦金屬火箭雕塑。

博物館在1981年開幕，紀念太空人加加林為人類首次登上太空20周年，展出多個前蘇聯的世界第一，例如第一顆人造衛星、加加林銅像、第一隻成功返回地球的太空狗等。

博物館展視了前蘇聯太空探索的黃金時代，以及歷年的太空人相片，筆者佩服這些太空人的勇氣，他們展現了人類無窮的智慧。他們的成功，背後是用無數次的實驗和一些願意犧牲生命換取成功的人。前蘇聯太空署為了確認人類在太空飛行的可行性，在1950年到1960年之間，使用一群犬隻進行軌道上的太空飛行，總共發射了至少57隻太空狗上太空。

萊卡是其中一隻蘇聯太空犬，1957年11月3日被蘇聯以太空飛船史普尼克2號送入太空，成為史上第一隻進入地球軌道的動物。在萊卡進入太空前，人類幾乎完全不知道宇宙飛行對於乘客會有什麼影

響。有些科學家認為人類無法承受火箭發射時的環境條件或在太空中存活，所以工程師決定以其它動物擔任載人航天的先驅者。

第一位進入太空的蘇聯人加加林，在1961年4月12日莫斯科時間上午9時7分乘坐東方一號，在離地球301公里的軌道上繞地球一周，歷時1小時48分鐘，於上午10時55分安全返回，完成了世界上首次載人宇宙飛行，實現了人類進入太空的願望。

筆者希望人類多些投放資源發展太空科技，讓我們在空間及能源有持續發展。

洪文正

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽 www.hknetea.org



加加林是第一個到達太空的人。作者供圖