科學講堂
逢星期三見報

特性各異似無關 碳纖維輕硬 矽脆弱導電差

碳元素家族 金屬非金屬有齊

碳族元素（carbon group）為元素周期表的第十四族，而現在亦有科學家使用舊制，把它們分類為第四族。碳族元素包括碳（C）、矽（Si），鍺（Ge），錫（Sn），鉛（Pb），及鈇（Fl），它們均有很高的熔點及沸點。

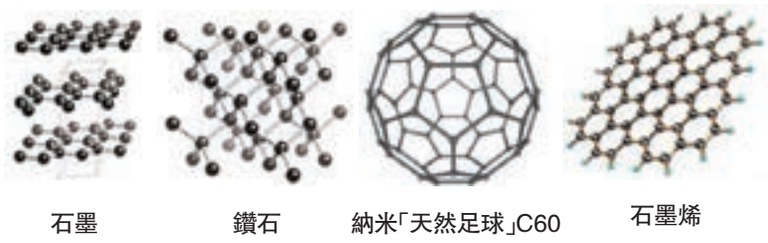
碳carbon(C)：形態各異 動植物生命之源

碳為地球上最常見的元素之一，常見於二氧化碳（CO_2）或甲烷（CH_4）中。它有多種形態，當中包括用於鉛筆的石墨（graphite）、稀有的鑽石（diamond）、常見於車胎、煤碳及家用的活性碳中的無定形碳(amorphous carbon)、在本欄提過的納米「天然足球」（詳見今年5月25日「科學講堂」）（Buckminsterfullerene） C60，還有呈六角形蜂巢狀的平面薄膜石墨烯（graphene）等等。

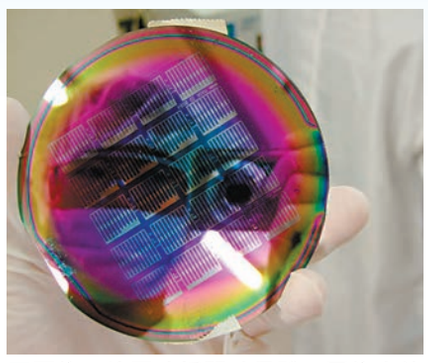
同一元素有着不同的形態，我們稱為同素異形體（allotropes）。就如利用同一種玩具磚，砌成各種不同的東西，但它們仍然是那種玩具磚砌成的。

不同形態的碳，有不同的結構及特點。鉛筆中的石墨很脆弱，用於行李箱的碳纖維則輕且硬，鑽石則十分堅固，可用於切割玻璃。我們的手機擁有觸控屏幕，就是石墨烯的功勞。

碳亦為生命之源，所有動植物身上均有大量的碳元素，存在於我們的DNA、脂肪及肌肉中。植物中的光合作用，就是把二氧化碳變成碳水化合物，而動物中的呼吸作用，就是把碳水化合物變回二氧化碳，可以提供能量幫助生長。



石墨 鑽石 納米「天然足球」C60 石墨烯



■圖為一塊電路板閃矽晶體，因為光線折射，看起來是彩色的。 作者供圖

矽silicon(Si)：類金屬

矽為地球表面第二多的元素，佔28%，僅次於46%的氧。矽為類金屬（metalloid），類金屬有着金屬的外表，但較脆弱，導電性亦不比金屬。

化學性質上，類金屬與非金屬較接近，矽亦是這種情況。矽與氧結合成的二氧化矽（silicon dioxide）有着廣泛的用途，包括製造牙膏、玻璃等等。上世紀50年代起，電腦中的半導體為矽所製造。

■人造衛星的太陽能板由鍺所製。 網上圖片

鍺germanium(Ge)：光纖必用需求大

「鍺」字的部首雖為「金」，但與矽一樣，鍺是類金屬。上世紀50年代之前，電腦中的半導體為鍺所製造，後來被矽取代，因為矽在地球表面蘊藏量高，而二氧化矽輕且薄，且非常隔熱，適合於電子裝置。不過，鍺的用途也不少，常用於光纖及廣角鏡，還有太陽能板。地球上的鍺不多，而許多國家亦希望全國建設光纖網路，故此對鍺的需求很大，所以鍺十分昂貴，美國甚至把它定為儲備物資。

錫tin(Sn)：與銅結合成青銅 焊接常用

錫為軟而可延（ductility）展（malleability）的銀白色金屬，早於公元前三千年已經被使用，當時的人類把錫與銅製成合金，稱為青銅，所以那段時間史稱青銅時期，是人類歷史進程的里程碑。錫為最常見的焊料，用以焊接金屬零件，廣泛用於焊接電路板、水管等工程。

鉛lead(Pb)：引致污染 今電池中見

鉛為藍白色的金屬，有很強的展（malleability）性。早於中國古代、古羅馬及古希臘已有中鉛毒的記載。以前鉛的一種化合物，四乙基鉛（tetraethyllead）會加添到汽油中，提高汽車引擎效率，但因污染問題嚴重，許多國家都已經改用無鉛汽油。今天，大部分的鉛均為生產電池之用。

鈇flerovium(Fl)：具放射性無應用

鈇為放射性元素，於1998年被發現。鈇的半衰期只有2.6秒，除了科學研究外，鈇沒有實際功用。

小結 碳族元素十分奇妙，它包含非金屬、類金屬及金屬，而且每種均展現不同的特質，看似無關，卻又為同一家族。更奇異的是，鑽石、煤碳以及鉛筆中的石墨均為碳元素所組成。

其實人類亦然，我們有着不用的膚色，說着不同的語言，但我們的身體均是由同樣的元素所組成，亦同為地球村居民，應努力盡社會責任，愛護這個只由百多種元素組成的地球。 ■吳俊熙博士

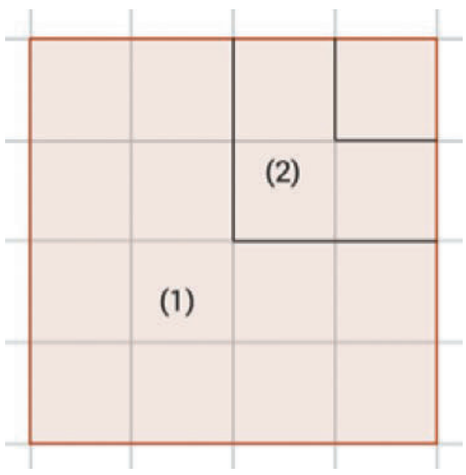
作者簡介：畢業於加州大學洛杉磯分校（UCLA），曾任教於加州的州立大學及香港大學，現於洛杉磯Pierce College化學系任助理教授。讀者可通過www.facebook.com/drbennyng聯繫吳博士。

奧數揭秘
逢星期三見報

直觀圖像解恒等式

上集我們透過排列和分割的方法來數算糖果，從而發現一些恒等式的直觀面貌。今集我們會看看運用圖解法來解題的好處。

先來試試如何分割一塊1個單位的正方形麵包，那會看到什麼樣的等式呢？參考右圖，若將正方形平分成四等份，那麼左下角（1）的部分就是$\frac{3}{4}$；然後再將右上角餘下的$\frac{1}{4}$，再平分為四等份，當中左下角（2）的部分就是$\frac{1}{4}\times\frac{3}{4}$。之後一直把餘下的$\frac{1}{4}$再平分為四等份，如此類推，最後把所有左下角的部分加起來。由於右上角的部分越來越小，到後來接近零。於是就會得到一道算式：$1\approx\frac{3}{4}+\frac{3}{4}(\frac{1}{4})+\frac{3}{4}(\frac{1}{4})^2+\frac{3}{4}(\frac{1}{4})^3+\cdots\cdots$ 若有等比級數的知識，就知道把算式右邊的項加起來的總和是$\frac{3}{4}\times\frac{1}{1-\frac{1}{4}}=1$，跟算式左邊一樣。



由此可見，把圖形分割時，如果分割的方式有規律的話，有時可以發現一些不明顯的等式。最後以一道題目，看看直觀如何幫助我們快速看到答案。

問題

觀察下圖的分割方式，計算 $1+2\times4+4\times4+6\times4+\cdots+(2n)\times4$。

題解

算式的頭幾項，其實就是把糖果由內而外排起來時的情景，上圖就是$1+2\times4+4\times4=5^2$。等式右邊的5，恰好就是左邊最後一項，乘號左方的4多1。

原本的題目就是由裡而外，直至最外一層，以4組各自為2n粒糖果圍成的正方形。因此原本的問題答案，可以猜想是$(2n+1)^2$。直接計算驗證如下：

$$1+2\times4+4\times4+6\times4+\cdots+(2n)\times4$$
$$=1+4(2+4+6+\cdots+2n)$$
$$=1+4\times\frac{(2n+2)\times n}{2}$$
$$=1+4n(n+1)$$
$$=4n^2+4n+1$$
$$=(2n+1)^2$$

結語

這道奧數題不算複雜，不過在圖解之下，一下子就洞察出答案了。可見用圖像的直觀，不單可以在一些情景下得到等式的快速解法，也是發現等式和代數關係的方法，且當中跳過了許多計算和邏輯推論的步驟。這是一種探索和猜想的思考方式，但得到的結果，還是需要在邏輯上證明的。

能夠在圖像中猜想，在邏輯上證明，這樣就比單用推理，會得到更豐富的結果，又可以提出更多的問題。在提問與解答之間，互動多了，數學上的經驗也會豐厚了不少。（二之二） ■張志基

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。

香港數學奧林匹克學校 Hong Kong Mathematical Olympiad School

科技暢想
逢星期三見報

智能紡織來臨 衣服識「學習」

傳統的衣物大多數都是用作保暖、保護身體和建立形象。最近，有科學家研發出智能紡織的技術。香港理工大學紡織及製衣學系教授陶肖明於香港團結基金舉辦的「創科博覽2016」講座中介紹，智能紡織是一項顛覆性的科技，並具有以下的特點：高柔韌性、輕盈、時尚、舒適、可即時和長期穿着，而且不會影響人們日常的活動。

它除了提供傳統衣物的基本功能之外，還具有傳遞感覺、運算、通訊、記憶、自我調整、自行修復、自行產生能量，甚至是學習等功能，可以因應外在環境的變化而作出反應。

感應器監測自動調節

傳遞感覺的運作原理，是透過用納米技術安裝在紡織物上的感應器，探測溫度、氣壓、酸鹼值等數據，經過運算，而作出適當的反應。例如，當智能衣服感應到氣溫上升，它便會產生冷氣，令穿戴者感覺舒適。

此外，具通訊功能的智能紡織物，可與智能手機或手錶溝通，這項技術可應用於監察心跳、排汗情況等等。

智能紡織物也具有記憶、自我調整和學習的功能，因此不容易變皺或變形，使產品更加耐用。自行修復的功能可以應用於運動用品，例如拳擊用的沙包。

用身體充電 助改善健康

至於智能紡織物如何自行產生能量？透過穿戴者的手腳活動、呼吸、血壓和體溫，令紡織物產生電流，因此智能衣物無須充電。

智能紡織物應用範圍甚廣，例如可以充當隨身的「冷氣機」，適合夏天在戶外工作的人穿着；裝上LED燈後可以發光，適用於表演場合；甚至有些飛機物料，也應用了智能紡織的技術，利用特製的纖維，令飛機的重量減少。

現時採用了智能紡織技術的產品包括智能呼吸帶、智能內褲、智能鞋墊等等，好處是可以監察穿戴者的身體狀況，協助他們改善健康。

隨着智能紡織的趨勢來臨，將來或會有更多智能紡織的產物，令人們的生活更進一步。

■香港新興科技教育協會 洪文正

■智能紡織技術可改善我們的健康。 網上圖片

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。 HKNETEA

有問有答
隔星期三見報

用混合細胞達「長生不老」?

由於倫理及社會問題，利用混合細胞實現「長生不老」的夢想將無法達成。

胚胎器官置換 理論上可行

綿羊「多利」引起世界轟動的主要原因，並不在於科學家洋洋灑灑的評論。公眾對「多利」的興趣，也不是人工製造全能幹細胞有什麼科學價值。

民眾最關心的莫過於人類自身，能製造羊的全能幹細胞了，豈不是也能製造出人的全能幹細胞？如果能，那麼那些失去子女的夫妻，就能利用小孩的體細胞製造全能幹細胞，使死去的孩子「再生」。

另外，如果人工製造某人的全能幹細胞，待發育成幼胚後冷凍起來，一旦此人的某個器官壞了，就可以利用從這個胚胎得到的器官安裝在人身上，長壽似乎變得更容易實現。

倫理難題擋路

可是，提到製造人的全能幹細胞，一些倫理學家和國家政要便憂心忡忡起來。如果人的全能幹細胞也像羊那樣是通過混合細胞產生的，那麼，由於全能幹細胞發育成的人基本上與供應細胞核的個體相似，這些全能幹細胞繁殖成的人與供應核的個體之間又該是什麼關係呢？親子，還是同卵多胞胎？似乎都不完全是。因為細胞質並不相同，即使承認他們勉強算作同卵多胞胎，那也存在同代間的年齡差距，給倫理道德出了一個難題。這樣繁殖出來的人不僅使世代概念混淆了，法律上的繼承關係也無法定論。

其次，這一技術可能會被某些科學狂人濫用，借機掀起新的優生運動，試圖利用全能幹細胞來繁殖「天才人物」。也可能會有人進一步將人體細胞和猴或豬的卵細胞混合，妄圖培養人猴或人豬雜種，這些都將對人類社會造成沉重的打擊。

所以，想通過製造混合細胞做到「長生不老」的夢想是無法實現了，我們應當善用這一技術，為人類的科學發展做出貢獻。

■利用混合細胞實現長壽的夢想無法達成。圖為電影《奇幻逆緣》劇照。 網上圖片

《十萬個為甚麼（新視野版）生命I》

■資料提供：香港教育圖書公司

香港教育圖書公司