

科學講堂

逢星期三見報

弱酸下抽離蛋白質外殼 作藥物載體顯影劑

黑眼豆病毒「毒有毒着」

大概許多人都患過流行性感冒，流感其實是由病毒所引致的傳染性疾病。有些病毒會攻擊人類或禽鳥，有些則會感染植物，有些更會讓細菌生病。本期我們探討的，是讓黑眼豆患傳染病的黑眼豆萎黃斑駁病毒(Cowpea Chlorotic Mottle Virus, CCMV)。

黑眼豆(下圖)是豆科植物，包括常見的眉豆與豆角。黑眼豆受病毒感染後，葉子會出現萎黃斑駁，故此那病毒名為黑眼豆萎黃斑駁病毒，以下簡稱CCMV。

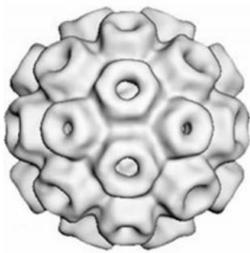


■ 黑眼豆萎黃斑駁病毒。網上圖片

僅28納米 只可用電子顯微鏡觀察

CCMV是一個蛋白質外殼(protein shell或capsid)，內裡包含着它的遺傳物質RNA。它的直徑為28納米，因為體積細小，不可使用光學顯微鏡，只可以用電子顯微鏡(Transmission Electron Microscope)觀察。

我們先說它的蛋白質外殼，5個蛋白質單位聚在一個，稱為五聚物(pentamers)；6個蛋白質單位聚在一個，稱為六聚物(hexamers)。



■ 黑眼豆萎黃斑駁病毒。網上圖片

煙草花葉病毒呈螺旋狀

CCMV的蛋白質外殼有12個五聚物，以及20個六聚物，所以它是由12乘以5，再加20乘以6，一共180個蛋白質單位所組成。CCMV的形狀就如足球，是一個截角二十面體。並不是所有植物病毒均呈截角二十面體狀，例如感染煙草花葉的病毒(Tobacco Mosaic Virus, TMV)就呈螺旋形狀。



■ 煙草花葉病毒。網上圖片

應用

潛在應用一：成藥物遞送載體

本來RNA的表面帶有多數負電荷，以靜電牢牢黏在蛋白質外殼。現在，科學家獲取了沒有RNA的蛋白質外殼，這時他們嘗試把其他物質加入負電荷，扮演RNA的角色，然後放進外殼內。他們的最終目標，是把藥物放入蛋白質外殼內，直接傳送到細胞治療某些疾病，從而減少藥物的使用量及其毒性。因為病毒容易入侵人類、動物及植物的細胞，故此以蛋白質外殼來盛載藥物，可以使藥物順利在不被排斥下進入身體。不過，這種方式的壞處是它必須在弱酸性下進行，因為蛋白質外殼在這個酸鹼度才穩定。

潛在應用二：成為磁力共振顯影劑

把帶磁力的納米粒子(nanoparticles)放入蛋白質外殼內，放入人體，可以成為磁力共振造影時使用的顯影劑。如果把綠色螢光蛋白(enhanced green fluorescent protein, EGFP)放入蛋白質外殼內，注進植物細胞，因為蛋白質外殼會變成螢光綠色，更可以以顯微鏡觀察它們的分佈。

潛在應用三：補充人體欠缺酵素

有些人的身體欠缺某些酵素如消化酒精或乳糖的酵素，這時可以把對應的酵素放蛋白質外殼內，注入人體，讓人不會因為不能消化那些物質而不適。

小結

我在美國修讀博士學位時，所研究的就是植物病毒。每星期我都會栽種黑眼豆，揉搓它的葉子，再以病毒接種之。雖然研究過程漫長艱辛，例如不能放長假，因為要每天照顧植物，但CCMV的蛋白質外殼如能在醫學上使用，實在是對社會有重大的貢獻。那些潛在的應用，讓人覺得科學家的想像力豐富，教人大開眼界。 ■ 吳俊熙博士

作者簡介：畢業於加州大學洛杉磯分校(UCLA)，曾在加州的州立大學教授化學，現任教於香港大學。聯絡：www.facebook.com/drbenning。

侵佔植物如「木馬屠城」

病毒不能自我繁殖，所以病毒不是生物。當病毒入侵了人類、動物或植物的細胞時，它可以取得那個細胞的控制權，然後利用那個細胞繁殖更多的病毒，從而侵略其他細胞。

CCMV的蛋白質外殼內有遺傳物質RNA(ribonucleic acid)，當CCMV病毒進入植物細胞，它利用那細胞來複製其RNA及其蛋白質外殼，以繁殖更多的病毒。病毒就如《木馬屠城記》中的木馬，闖進人類或植物的身體，讓中間的RNA出來，攻佔所有細胞。

首種在植物外自我組合的病毒

在上世紀60年代，為了測試CCMV的穩定性，了解這種病毒的特徵，科學家把CCMV放在不同的酸鹼度及鹽分的環境下，最後發現在pH3與pH6之間及低鹽度下，CCMV最穩定。

pH5.0下形成無RNA外殼

但把CCMV放在弱鹼性(pH 7.5)的液體下，蛋白質外殼會自動分開。這時以離心機把內裡的遺傳物質RNA

與蛋白質分離，取得蛋白質單位。

在弱酸性(pH 5.0)高鹽分的環境下，蛋白質單位竟然會重新自我組合，形成一個與病毒一樣大小但沒有RNA的外殼。這個過程不一定在植物細胞內進行，亦即是說蛋白質單位在植物細胞以外，沒有RNA的協助下，透過酸鹼值改變而自我組合。CCMV是第一種被發現可以在植物細胞以外，蛋白質單位自我組合的病毒。

奧數揭秘

逢星期三見報

「抽屜原理」活學活用

「抽屜原理」簡單來說，就是把4個蘋果放入3個抽屜中，保證必有一個抽屜至少有兩個蘋果。透過以下的題目，讓我們來探討如何建構這類題目的抽屜，

如何找出抽屜範圍內最長的線條，究竟抽屜的分割方法對這線的長度有什麼影響，最後看看抽屜原理在日常生活中的應用。

科技暢想

逢星期三見報

沉迷虛擬 不「堵」須「導」

在互聯網成為日常通訊主流的今天，我們不時還會聽到「沉迷上網」之類的討論。這樣的「樣辦」討論，通常都會以教育「控制上網」結束。對，贏得討論的人討論完，還會拍個合照，放上「臉書」，和把結論放在「群」裡分享。

今天，更強勁的科技正在走近：虛擬實境VR(Virtual Reality)、擴增實境AR(Augmented Reality)和物聯網(Internet of things)高速發展，相關產品和應用相信很快就會走入日常生活。到時，網上的訊息便能夠直接透過虛擬實境穿戴裝置，以擴增實境的顯示方式，標示出有物聯網標籤的物件資訊。微軟的混合實境MR(Mixed Reality)眼鏡HoloLens，就是這樣的產品。

叛逆期的青少年，問題是可以預期地一定會出現。一旦出現這些情況，我相信教育界就會傳出一片「管制」論——但「管」有用嗎？什麼也說管制，說了幾十年，能真正解決問題嗎？由色情物品到網上遊戲，「管」從來都只是治標不治本，問題永遠都存在，沒有解決過。因為問題根本不在現實世界，我們要對治的，應該是「人心」。

古人說：「大禹治水：堵不如疏，壓不如導」。「反」不是解決方法，「虛擬實境」將導致的問題，大部分不存在於現實世界，可能只發生在虛擬世界，或者，可說成是事主的「內心」罷。這本質是「精神/道德」。要解決，也只能是由教育下的「自我控制」以「道德」去對治，用得其所，自不成亂。靠外物如政府和權力去解決，最後只會愈搞愈亂。

或許，在它們未成為問題前，把對治重點放在「道德教育」和「自我控制」，令下一代「準備好」，才是真正的上策。 ■ 香港新興科技教育協會 馮德聰

問題

在一個2cm×2cm的正方形裡有5點，證明必有兩點的距離小於√2cm。

證明

先建構抽屜，把正方形等分為4個1cm×1cm的小正方形(圖1)，即4個抽屜，蘋果就是點。把5個蘋果放入4個抽屜中，根據抽屜原理，必有一個抽屜至少有兩個蘋果，即必有兩點在同一小正方形內。而小正方形對角線為√2cm，因此必有兩點距離小於√2cm。

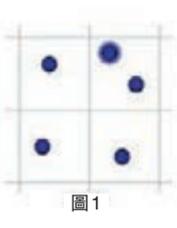


圖1

當圖形是長方形時，情況又如何？在一個10m×8m的房間內有9人，必有兩人的距離小於多少呢？圖2的分割方法是把房間分為8小格，每小格的大小為2.5m×4m，根據畢氏定理，對角線的長度為√(2.5²+4²)=√22.25<4.72m。這9人之中，必有兩人的距離小於4.72m。圖3的分割方法同樣得到八個抽屜，但抽屜的大小是5m×2m，根據畢氏定理，對角線的長度為√(5²+2²)=√29<5.39m。這9人之中，必有兩人的距離小於5.39m，這距離比之前的大。可見抽屜的分割方法影響着這「不明顯的距離」，方法不同，得到的距離也不一樣。

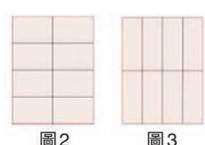


圖2

圖3

計「最長線」難度因形狀而異

三角形的情況又如何？在一個邊長是100米的等邊三角形花園內，有5人在花園的範圍內，就總有兩人的距離不大於50米。這個50米是怎得來的？就是將三角形分成4等分，如圖4，小三角形的邊長就是大三角形的一半。這個50米的邊長與矩形內的對角線有什麼共通點呢？就是抽屜範圍裡最長的一條線。

這最長的一條線有時並不容易計算，如果圖形很複雜就麻煩了。例如當抽屜的形狀是長方體時，那麼最長的對角線是怎樣算的？這個可要把畢氏定理讀得通一點就行了，那就是，其中a、b和c分別是長、闊和高。

不規則的圖形又如何處理呢(圖5)？我們可降低要求，用一個較大而比較簡單的圖形去覆蓋它。

圖6用了一個正六邊形去覆蓋原先的圖形，然後把這個正六邊形平分成6個等邊三角形(圖7)，那麼抽屜範圍裡最長的一條線就是六邊形的邊長了。

用圖形覆蓋的方法可以避開不規則圖形分割的難題，但難以避免的是這方法多少會高估了那個距離。

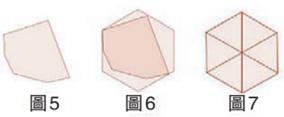


圖5

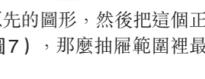


圖6



圖7

應用

抽屜原理有什麼實際用途？比如一個很大的長方形空地裡，有5個人各有一個對講機，對講機能夠傳送的距離是有限的，究竟對講機能夠傳送的距離要多遠，才可以保證到至少其中兩人能對話呢？若是買傳送距離最遠的對講機，功能那麼強，大概就比較貴了。問題就是怎樣找個夠遠的，但不需要是最遠的對講機。這時候那個「不明顯的距離」就有用了。

以上的情景中，抽屜原理起了重要的作用。一般來說，抽屜原理並不經常直接地應用，多是配合其他數學工具來應用。它重要在於增加了對分類了解。

比如以生日月份份類37人，就知道至少4人在同一月份生日。若以性別來分類，就知道至少有19人同性別。

用不同的分類法，對事件就有不同的了解。至於這些了解有什麼用處，實在難以一概而論。

結語

從數學發展來說，固然有部分的數學知識能直接地應用，但也有一部分是為了增進了解而做，為了好奇而做。至於這些了解對日後有什麼影響，也未必是事前知道的。

可用已故企業家喬布斯的一句話來理解：You can't connect the dots looking forward; you can only connect them looking backwards. So you have to trust that the dots will somehow connect in your future.

不管是學數學還是一般求知，處處只求實用的想法不夠長遠的。我們不能預知現在的知識對日後生活和學術有什麼影響和用處。

■ 張志基

或有人不再願「面對現實」

以超級市場為例，在未來，戴着混合實境眼鏡的顧客，拿起貨品時，價錢、到期日、成分標籤、今天優惠等的資訊，便會即時顯示在一個擴增實境的視窗，展示在顧客的眼中。一切都顯得科幻般美好。

但與此同時，虛擬實境遊戲，在超現實的體感器材支援下，亦很有可能出現一些「重度沉迷」者，不排除有人寧願留在虛擬世界，不願回來「面對現實」，構成一種「社會化」和「現實化」抗拒症狀。究竟是「周莊夢蝶」還是「夢蝶周莊」他們再也搞不清。尤其是在

有問有答

隔星期三見報

木衛二存太陽系最大海洋？

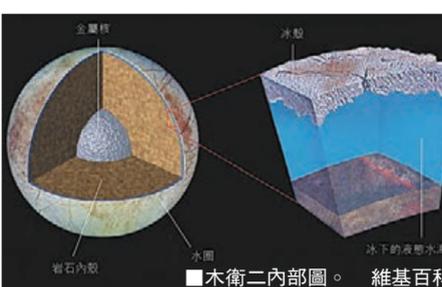
木衛二歐羅巴可能擁有太陽系最大的海洋。它是木星眾多衛星中的一顆，比大多數行星要小得多(半徑為1,569千米)，但它可能擁有太陽系最大的海洋。

20世紀90年代，伽利略太空船觀察發現，歐羅巴存在一個只有類似導電鹽水的流體才可能產生的誘導磁場，而該流體的密度與海水接近。

根據目前的觀察和計算，歐羅巴上的海洋深度可達75千米至120千米，比地球上的海洋還要深許多倍；而覆蓋在這個海洋之上的，使之與冰冷的外行星際空間分隔開的是一個大約12千米的純水冰層。

木星引力「加熱」「海水」或藏生命

除了以上理論證據表明歐羅巴上可能存在海洋之外，直接的觀察還顯示，在其表面有小行星撞擊形成的環狀的裂紋，與地球上結冰的湖面被石頭砸出來的裂紋的結



■ 木衛二內部圖。維基百科

構如出一轍。此外，歐羅巴表面廣泛分佈的碎石拼接結構也表明其下存在着一個湧動的海洋。

那麼，在離太陽這麼遙遠的極端寒冷的地方，歐羅巴怎麼可能擁有一個液態水的海洋呢？

原來，木星對它的潮汐加熱，以及來自其自身的放射性產熱是其主要的熱源。木星的質量是地球的312倍，它巨大的引力為歐羅巴的液態海洋提供了能量。

在歐羅巴圍繞木星公轉的過程中，木星的引力對歐羅巴產生了巨大的引潮力。這些潮汐會轉變成熱能，從而維持海水的液態狀態，稱之為潮汐加熱。好比你不斷地揉捏一個充了氣的氣球，一會兒氣球的溫度就會升高。這一事實不禁讓我們產生聯想：在歐羅巴巨大的海洋裡，是否孕育着和地球海洋一樣豐富多彩的生命呢？

這正是人類進行太空探索的一個巨大興趣所在。目前科學家設想，發射火箭到歐羅巴的冰殼之上，讓它憑藉自己所產生的熱量鑽透冰層，進入下面的海洋進行測量和觀察。歐羅巴的海洋中可能會有簡單的生命，比如類似細菌的微生物，而它們很可能依靠氧化水中的化學物質來獲取能量。

《十萬個為甚麼(新視野版)地球I》

資料提供：

香港教育圖書公司

