

科學講堂

逢星期三見報

愛因斯坦相對論 提供牢固理論基礎

核裂變「質能兌換」釋洪荒之力

近日的國際舞台有點兒風起雲湧，今天我們就談一談其中的一個重要「角色」——核子武器。

創著名公式 E = mc² 去信美總統促「曼克頓計劃」

能量對人類的生活十分重要，因此隨着文明的發展，一直在開發及利用一種又一種更強大、更方便的能源。人類祖先進入農耕社會，其實是在利用從植物的光合作用收集到的太陽能。

後來人類發現了石油和煤這些化石能源，利用在地底累積了數千萬年的能量庫存。蒸汽機善用這些化石能源，把它們轉化為動力，推動了西方工業革命的急促發展。

其後，基於法拉第 (Michael Faraday)、麥克斯韋 (James Maxwell)、愛迪生 (Thomas Edison)、特斯拉 (Nikola Tesla) 等科學家的努力，電能被廣泛利用去改善生活。到了20世紀，愛因斯坦 (Albert Einstein) 的相對論為理解及應用核能提供了牢固的理論基礎。

愛因斯坦的著名方程式：E = mc²，當中的c代表光速，是一個不變的數值，因此這個方程式其實是在告訴我們，能量 (E) 跟質量 (m) 是可以互換的，而當中的c²就是「兌換率」。(這就好比7.8這個數字可以幫我們把美金轉換成港幣一樣。)

在一些原子核之間的反應中，「原材料」的總質量比「製成品」的總質量大，看來是有些質量在這些核子反應中消失了。這些消

失了的質量，就是轉化成能量釋放到四周環境中。c²是一個很大的數值，因此很小的質量就能變成龐大的能量。

中子撞原子核引發連鎖反應

一些元素的原子核，例如鈾-235 (uranium-235)，由較多的質子 (proton) 和中子 (neutron) 組成，並不是很穩定，因此當一顆中子擊中一個鈾-235原子核，這個原子核就會「被擊碎」成其他較小的原子核，同時釋放出幾枚中子。這個過程我們稱為「核裂變」(nuclear fission)。

這可以是一個很可怕的过程。如果有一些鈾-235原子核聚在一起，那麼第一次核裂變中釋放出來的中子就會擊中附近的其他鈾-235原子核，引發另一輪的核裂變；當然其後產生的中子又會誘發再一輪的核裂變，如此類推，所引發的連鎖反應就會釋放出極龐大的能量。

這就是原子彈 (atomic bomb) (包括投到日本長

崎和廣島、用以結束第二次世界大戰的那兩枚) 的基本原理。

第二次世界大戰期間，科學家們早已意識到核子反應的威力。可能是有感於戰況激烈、擔心德軍也會發展核子武器，在1939年兩位熟悉核子反應的科學家，愛因斯坦及西拉德 (Leo Szilard)，給當時的美國總統羅斯福寫了一封信，指出核武的可能性，並建議美國動用資源，研究如何製作第一個原子彈。

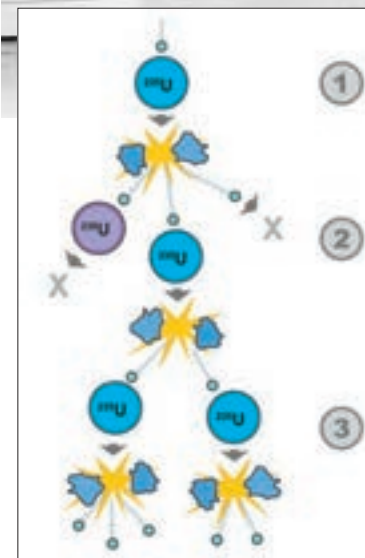
羅斯福總統最後接納提議；這就是有名的曼克頓計劃 (Manhattan Project) 的由來。



愛因斯坦及西拉德給羅斯福寫的信。 網上圖片



第二次世界大戰投到日本廣島的原子彈模型。 網上圖片



核裂變說明圖。 網上圖片

小結 人類發現了一種新能源，卻不可避免地開啟了另一條自相殘殺的路徑。下次再跟大家討論氫彈這種核武，以及核武對我們的影響。 ■張文彥博士

作者簡介：香港大學土木工程學士。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。

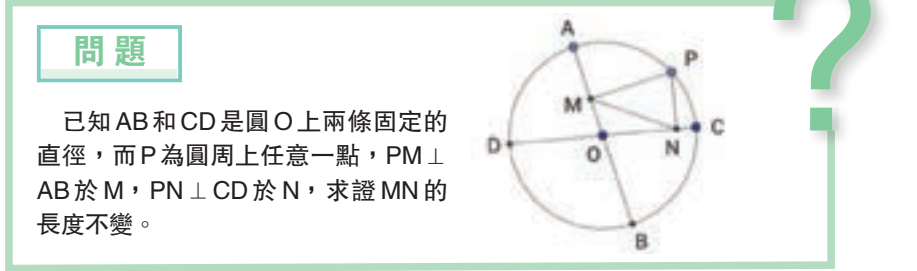
奧數揭秘

逢星期三見報

探索幾何定值

做一些幾何題目，若是沒什麼數字，條件也很任意，要是在這些看來隨意的資料中，

找到一些固定的規律，會感覺到一點規律帶來的美感。這次談談一道幾何定值的問題。



問題

已知 AB 和 CD 是圓 O 上兩條固定的直徑，而 P 為圓周上任意一點，PM ⊥ AB 於 M，PN ⊥ CD 於 N，求證 MN 的長度不變。

答案

留意到 ∠PMO = ∠PNO = 90°，得 ∠PMO + ∠PNO = 180°，得知 M、N、O、P 四點共圓，而且 OP 為直徑。另外，這個圓亦是 △MNO 的外接圓。由正弦定理得知，MN / sin ∠MON = OP。MN = OP sin ∠MON。由於 OP 和 ∠MON 都是固定的數值，因此 MN 亦為固定的數值。

軟件量度省時更生動

證明裡用到的知識，包括4點共圓，圓的直徑和圓周角的關係，正弦定理等等，都是高中課程內的東西。

不過在奧數的範圍內，中二三左右就要懂。不然這些基本知識不具備的話，探索難題時，方法少了一大截，很快就會想不出什麼來。而且奧數還有一小部分課外知識，又要混合來使用，而且又要推得深推得遠，因此高中課程內的知識還是及早具備的好。

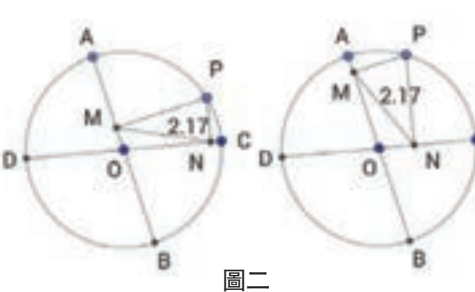
剛才這道數學題，是講幾何定值的，就是當中的 P 點不論在什麼位置，這個 MN 的長度總是不變。這個結果，若不是論證一番，還真不易知道是正確的。不過在論證之先，也可以在電腦軟件上欣賞一下這些結果。

現在網上的免費幾何軟件是有不少的，除了基本的作圖外，部分軟件還可以量度線段的長度和角度的大小。比如剛才的幾何定值問題，用軟件量度 MN 的長度，並移動 P 點，那樣在過程中，會發覺無論怎樣移動，MN 長度都不變 (見圖二)。

這個結果在論證中固然看到了，但是真個在圖形上見到，在變化之中看到量度出來的長度不變，那又是別樣的趣味。

幾何定值問題，若是用紙和筆計算和論證，有時好像硬繃繃的，也有點抽象，但在軟件中看到的卻是生動多了，比較感受到那種規律的美感。

奧數的比賽之中當然不可以用軟件的，只是平日在家探索幾何問題的時候，使用一下



幾何軟件，就可以對圖形的關係有多點了解。比如猜想某個角度在變化中是否固定數值，就可以用軟件量度出來，若是角度在變化中保持不變，那樣證明時就有信心了。

要是單用紙和筆來計算，或者作圖，就太花時間。另外，有了軟件來量度各種長度和角度大小，也容易洞察到一些問題沒有提及的關係，加深對圖形的了解。

奧數的學習過程中，固然可以單用紙和筆去計算和推論，不過若是在練習時配合一些電腦軟件，就可以加深對題目的了解，見到一些單用紙和筆難以見到的結果。在軟件的使用之中，也會特別清晰地見到變化之中的規律，提升學習興趣。

在平日的探索之中，對幾何圖形的了解加深了，興趣大了，長遠來說學習動機強一點，也會漸漸加強了能力。善用幾何軟件，是學習幾何其中一個好的方法。

■張志基

創科學園

隔星期三見報

心態致勝 求成長拒定型

首屆一丹獎教育研究獎得主美國史丹福大學心理學教授 Carol S. Dweck，其著作《心態致勝》(Mindset: The New Psychology of Success) 中將人的思維模式分為「成長心態 (Growth Mindset)」及「定型心態 (Fixed mindset)」兩類。

自我否定 VS 只有更好

抱持定型心態的人相信，智慧與才能大致上由遺傳來決定。他們盡可能表現得很聰明，對失敗避之則吉，傾向害怕暴露出自己能力不足。

定型心態讓人過度追求卓越的表現，因而局限了學習能力。其思維模式的例子有：「我就是沒有創意。」「我在編寫程式方面本來就不好，我想我就是沒有解難的天分吧！」「不敢面向群眾作匯報，這些事還是交給其他人做好了。」

相反地，擁有成長心態的人追求挑戰與學習機會，相信無論是多麼優秀的人，仍可以經由努力與練習而進步。他們不會把失敗視為對能力的否定，並樂於承擔風險。

其思維模式的例子有：「我現在在創意方面可能做不好，但我相信慢慢往這個方向努力，我的創造力就會有所提升。」「雖然這個編程步驟錯了，但以後我就知道這樣是錯誤的。」「我得試試我學過的其他方法。」「沒有最好，只有更好。只要我再不斷嘗試和努力，我的表現就能更好一點。」

Moser 等學者曾在一項有關神經機制對犯錯的不同反應中發現，抱持定型心態的人在犯錯時，腦部活動明顯少於成長心態的人，其中一個原因是抱持成長心態的人，更願意積極處理犯錯的訊息，並從中學習。

培養成長心態三步驟

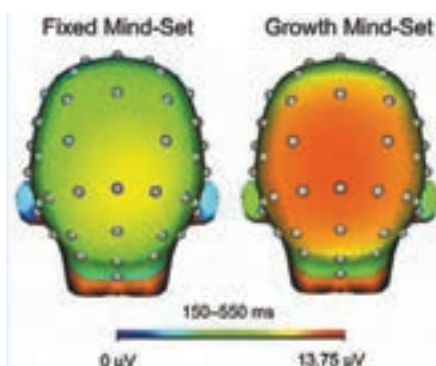
成長心態是任何人任何年齡都可以習得的。Dweck 建議我們可以從3個步驟培養成長心態：

- 一、觀察和聆聽：細心觀察在什麼情況下，我們會採用定型心態，聆聽這個思維模式是如何「說服」我們。
- 二、對話：當發現定型心態佔主導時，去面對它，以成長心態與其對話。

例如：「這個任務也許有點困難，但我願意去嘗試用不同的方式去解決它。」三、行動：嘗試把解難的方案實踐出來，並不斷作出修正。

■張錦華博士

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



定型心態 (左) 和成長心態的腦部區別。 作者供圖

氣象萬千 「順時針」看時間 與日晷有關

隔星期三見報

都市人每日營營役役工作，沒有時間留意身邊事物，其實留意多一點，我們可以獲益良多。

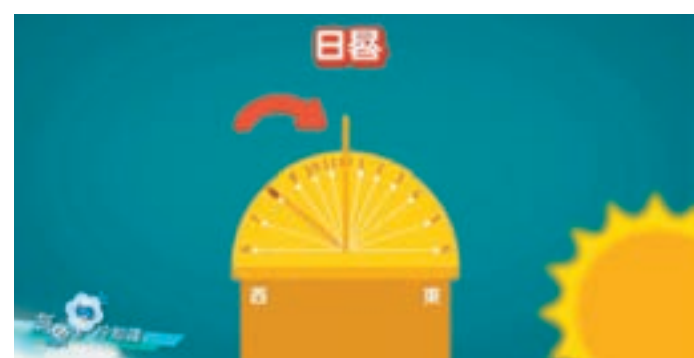
例如時鐘的指針只向單一方向轉動，即我們所說的「順時針方向」。為什麼指針要這樣轉動呢？一起來看看其中的原委。

長杆影子順時針移動

很久之前，當時鐘還沒發明的時候，人類是用日晷 (日晷) 來判斷時間，原理是利用太陽投影，可以看到中間放置一根垂直的長杆，太陽的光線投射在長杆上然後產生一個影子。

另一方面，日晷的表面是刻有數字，長杆的影子所指示出來的數字，便是當時時間。隨着太陽每日東升西落，影子會產生方向上的變化，便可以知道時間。

假設我們身處北半球，在早上8時，太陽會在東方，長杆的影子落在西方；約



下午4時太陽已移至西方，影子則以順時針方向轉向東方。由於古人已經習慣看日晷的影子，以順時針方向轉動，因此發明時鐘後，指針亦以順時針方向行走。

o'clock 為 of the clock 縮寫

晚上看不見太陽伯伯，那怎麼辦呢？除了晚上，陰天和下雨天都不能使用日晷，而時鐘便可解決以上限制。

說起時鐘，你知道它的英文是什麼嗎？Clock，一時的英文是 one o'clock，為什麼在 one o'clock 的時候，要加 o 在 clock 前面？

原來 o'clock 是簡寫，全寫是 of the clock。再說很久以前，古人用日晷到後來發明時鐘這段期間，為了避免混淆，各人報上時間需要刻意說明，是來自日晷還是時鐘，of the clock 是指來自時鐘，為了簡便把它說成 o'clock。



日晷的影子以順時針方向轉動，因此時鐘指針亦以順時針方向行走。 視頻截圖

簡介：香港首間提供奧數培訓的教育機構，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。

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。