科學講堂
逢星期三見報

攝氏華氏最常用 定義皆與水有關

溫標分多種 冷熱有得計

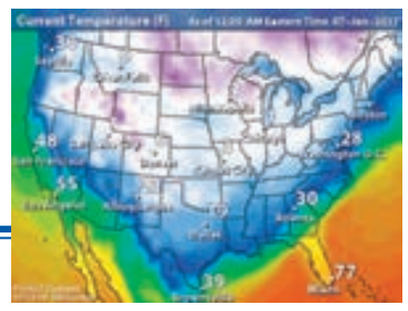
溫度（temperature）是熱或冷的客觀比較，我們以溫度計量度溫度。量度溫度有不同的尺度及單位，歷史上出現過的包括蘭氏溫標（Rankine）、羅氏溫標（Rømer）、列氏溫標（Réaumur）、牛頓溫標（Newton）及德氏溫標（Delisle），而我們現在常用的有攝氏溫標（Celsius）、華氏溫標（Fahrenheit）及科學家使用的開氏溫標（Kelvin）。

科學上溫度於不同範疇擁有不同的定義，宏觀而言，就是一件物件所擁有的動能（kinetic energy）。微觀的話，就是物件內粒子的動能，與粒子的震動速度相關。微觀的想法比較抽象，所牽涉的科學及數學更深入。此文所說的溫度，採取宏觀的定義。

許多物理過程受着溫度所影響，例如物件的形態（固態、液態或氣態）、密度、溶解度、電導率、表面輻射等等。

這些聽起來與我們無關的科學名詞，其實與我們日常生活息息相關，常見的現象有冷縮熱脹。

雪糕多以乾冰保存溫度，乾冰就是固態的二氧化碳；冬天我們穿深色衣服，亦與衣服的表面輻射有關。



■美國的天氣圖，讀者可以試以攝氏溫度表示洛杉磯當天的溫度。 網上圖片

■鐵路路軌中間會預留空隙，讓金屬因溫度上升時膨脹。 網上圖片

攝氏溫標以純水冰點沸點定義

現今最普遍的溫標是攝氏溫標（Celsius），單位是攝氏度（℃）。

■雪糕多以乾冰保持溫度。 網上圖片

攝氏溫標是一個以實驗結果所得出的溫標，以前的科學家把純水的冰點（即純水由液體轉化為固體的溫度），定義為0℃，同時亦把純水的沸點（即純水由液體轉化為氣體的溫度）定義為100℃。科學家把兩個定義的點，中間分一百份，每份為一度。兩個定義的實驗，是進行在水平線高度的大氣壓力下，不然高山上，水的沸點會因為大氣壓力較小而變低。

華氏溫標1924年提出

美國最常用的溫標是華氏溫標（Fahrenheit），單位是華氏度（˚F）。如果在收音機中聽到「今日洛杉磯32度」，那就表示今天天氣只有攝氏零度，十分寒冷；聽到「今日一百度」，則約為攝氏37度，天氣就會比較熱。

華氏溫標於1924年由物理學家Daniel Gabriel Fahrenheit所提出，有說他提出的低定點0˚F，是同等分量的鹽和冰混合後所變成鹽水的溫度，而他估計人體體溫為96˚F。

後來華氏溫標被重新定義，水的冰點為32˚F，而沸點為212˚F，兩者相差180˚F。華氏度轉攝氏度的公式中，32是指水的冰點，而5/9就是100與180的比。

華氏度轉攝氏度的公式：

[℃] = ([˚F]-32) ×5/9

小結

下期我們將會探討科學家使用的開氏溫標，並討論它的定義如何在國際單位制（SI units）中改變。

■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。

奧數揭秘
逢星期三見報

風中變幻的幾何

寒冷的冬天裡，穿上大衣走到室內，一時間覺得暖得來，還真有點焗，頭腦昏昏的，又不想開窗令寒風入來，就打開風扇。看着扇葉轉着轉着，由初時的3片葉，漸漸變成了圓圓的一圈，在扇葉上一口一口的小螺絲，在旋轉中的軌跡，成為了一個一個圓形。

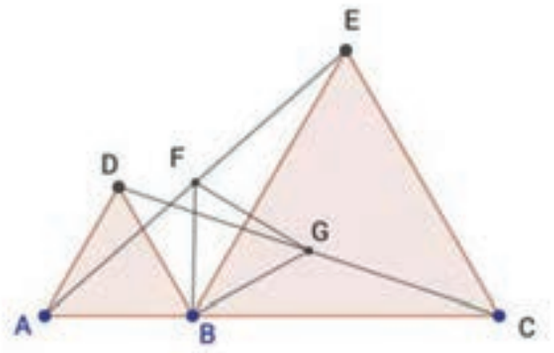
為什麼是圓形呢？就是因為在旋轉的過程中，移動點和旋轉的中心保持相等的距離。旋轉作為一種幾何變換，在初中的數學課程內也有提到的，常見的問題之一就是怎樣在知道一個在坐標上的長方形以原點為中心順時針旋轉90°後，新的圖像在什麼位置。或者是再數學化一點，就是坐標上的點P(2,1)，以(0,0)為中心，順時針旋轉90°後，新的點P'是什麼位置，那就是(1,-2)。

旋轉前後的點(2,1)和(1,-2)，與原點的距離都一樣。就長方形的情況來說，每條邊旋轉後都是順時針轉了90°。普遍來說，就是一個圖形以一點旋轉θ°，則圖形上每條直線在旋轉後都轉了θ°。

這些小小的結果可以有什麼應用呢？看看以下的問題。

問題

在下圖中，△ABD和△BCE都是等邊三角形，F和G分別是AE和CD的中點。證明：△BGF是等邊三角形。



答案

解題的重點在於用旋轉的技巧，一下子就有答案了。

考慮把△DBC以B點為中心逆時針旋轉60°至△ABE，則D點與A點重合，C點與E點重合，因此DC與AE重合，因而DC中點G與AE中點F重合。由於一點旋轉前後與旋轉的中心距離相等，因此BG=BF，∠GBF=60°。等腰三角形相等的兩邊夾角為60°，就知道△BGF是一個等邊三角形。

旋轉特性可用於發現幾何關係

這一題若是反覆運用全等三角形的關係，去證明△ABE與△DBC全等之類的，會挺繁複。以上的解答，除了技巧上完成了證明，方法上亦很直觀，簡言之就是看到△DBC轉過去△ABE，然後G與F重合，就已經想到了，沒有什麼迂迴的邏輯推論。

當然，這道題呈現出來關於旋轉變換的效果那麼明顯，是經過選擇的，普遍的應用來說，也未必會一用旋轉問題就解決了。只是作為一個處理幾何題的思考角度，這是可取的，它開通了一個思考的方向。

旋轉的特性，還可以是一個發現幾何關係的方法。比如之前的題目中，若F與G不是中點，而是使得AF：FE=DG：GC的任意點，答案中的推論仍可成立。這點推廣在旋轉的角度下，可以輕易得到，但若果用全等三角形之類的證明方向，就未必那麼容易了。

說到這裡，數學是說了很多，只是回頭看看，還不過是風扇扇葉上的螺絲，在旋轉前後與中心等距之類的事情，平凡得很。

■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

港移動支付受制支付費率

上期提到移動支付大為流行，並介紹了兩種支付方式：遠程支付及近場支付。

這集說說移動支付的技術形態分類，可分為3種。

第一類是移動互聯網遠程支付。互聯網企業利用其在電子商務領域的網上支付經驗，借助移動互聯網和移動智能終端的快速發展，將桌面互聯網的模式照搬過來，實現手機端轉賬、消費等功能。

第二類是O2O電子商務支付。主導這一類支付方式的依然是互聯網支付企業，其基於移動互聯網的交互技術，使用二維碼、基於位置的低功耗藍牙（BLE）、手機刷卡器等支付技術實現支付功能。

近場支付好在資金安全

第三類是近場支付。這一類支付方式的主導方是具有國家背景的銀聯、VISA、MasterCard、銀行和移動運營商。其基於近場通信技術（Near Field Communication，NFC），通過電子設備間進行非接觸式點對點數據傳輸，實現脫離互聯網的線下支付，其主要優勢在於國家信譽對資金安全的保障。

■移動支付已在多個地方普及。 網上圖片

香港作為國際金融中心，但支付工具和場境都落後於周邊國家及地區，明明已經發出儲值支付牌照，為何手機支付仍未普及？

原因就是支付費率，由於金管局一直在保護既得利益者，用銀行的規則去監管新興的支付公司，而銀行又不希望與新興的金融科技公司合作。

■香港新興科技教育協會 林籽妍

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

DNA指紋檢測證沙皇屍骨

1991年7月，在俄羅斯西伯利亞的科普提亞奇森林裡，一群偵探、法醫專家和警察聚集在泥濘不堪的空地周圍。他們急匆匆地將從墓穴中掘出的一千多塊屍骨，送往莫斯科停屍所。這些屍骨是誰埋藏在這裡的，又隱藏了什麼秘密呢？

俄遺傳學家出手 送英驗屍

據史料記載，1918年7月，包括俄國沙皇尼古拉二世夫婦、皇太子、沙皇的4個女兒及4名隨從在內的11具屍體，被匆匆埋葬於此。令工作人員驚訝的是，屍骨的重組結果顯示，這座墓穴裡只埋了9個人：5名女性和4名男性。從骸骨的形態來看，缺少的是當時年僅14歲的皇太子阿列克謝和年僅17歲的公主安娜斯塔西婭的遺骸。

然而，這只是口耳相傳的故事。這些屍骨到底是誰的呢？1992年9月，俄羅斯遺傳學家伊萬諾夫將9具屍骨帶到了英國法醫科學中心，吉爾博士和實驗室的其他研究人員從骸骨樣本中取出細胞核DNA及線粒體DNA，然後進行DNA指紋檢測。

分析結果證明，這些屍體中有5具有親緣關係，其中3人是姐妹。通過與愛丁堡公爵菲利普親王（皇后的侄孫）線粒體DNA指紋比對，吉爾發現：其中一具屍體很可能是亞歷山德拉皇后的。

這些屍體裡面是否也有沙皇的遺骸呢？伊萬諾夫找到了當時仍在世的沙皇的兩位母系親屬進行線粒體DNA比對，發現墓穴中的一具骸骨與這兩位當年沙皇親屬的線粒體DNA指紋幾乎完全相同，只有一個位置上的鹼基不同，即這具屍體的該位置DNA兩條鏈的鹼基是T和C，而沙皇的兩位親戚都是T和T。在一個人DNA兩條鏈的相同位置包含不同鹼基的情況被稱為「鹼基突變」，線粒體DNA的鹼基突變通常可以作為進化和親緣關係的標誌。

■俄國沙皇尼古拉二世及家人。 作者供圖

其後，俄羅斯政府同意將羅曼諾夫大公（沙皇的弟弟）的組織樣本提供給伊萬諾夫比對鑑定，結果顯示這位大公的線粒體DNA該位置也同樣有T和C的鹼基突變，與森林墓穴挖出的這具屍體一樣。

皇太子公主遺骸2008年被證

這足以證明墓穴中的屍骸是沙皇的。DNA技術向世人還原歷史的真相，給死者以應有的尊嚴。1998年，當時俄羅斯總統葉利欽命令將沙皇一家的遺體隆重安葬在聖彼得堡的彼得—保羅要塞教堂中。

那麼皇太子和公主的命運到底如何呢？他們真的與沙皇同時遇害了嗎？由於阿列克謝和安娜斯塔西婭的遺骸一直下落不明，人們一度相信他們可能生還並逃到其他國家，其間還有不少人冒充是羅曼諾夫家族的後代。直到2007年，在葉卡捷琳堡附近的烏拉爾山脈的森林中發現的一些遺骸，才為人們揭示了歷史真相。這些珍貴的樣品被送往俄羅斯、奧地利和美國的實驗室進行DNA檢測。

2008年6月，俄羅斯官方檢測證明，這些最新找到的遺骸正是沙皇子女的遺骸，至此沙皇家族的歷史懸案終於畫上句號。

《十萬個為甚麼（新視野版）生命II》

■資料來源：香港教育圖書公司