

科學講堂

逢星期三見報

需加正數的宇宙常數 提供額外排斥力

超新星揭宇宙加速膨脹

上星期跟大家開始了愛因斯坦 (Albert Einstein) 和宇宙常數 (Cosmological Constant) 的故事。在20世紀初期，愛因斯坦刻意地將一個宇宙常數加進廣義相對論 (General Relativity) 的方程式中，務求使方程式能夠導引出一個靜止不動的宇宙。

然而，在1929年，哈勃 (Erwin Hubble) 和他的科研夥伴卻發表了觀測數據，指出宇宙應該正在膨脹中。

既然宇宙不是靜止的，那麼愛因斯坦不自然地加進宇宙常數的舉動就變得無意義了。愛因斯坦其後甚至把加進宇宙常數稱為「生命中最大的錯誤」。



每一顆1a類超新星的自身光度都一樣，它們就像宇宙中的標準蠟燭，容許我們憑藉觀測到的光暗，有效地計算它們和地球的距離。

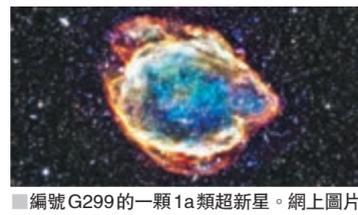
距離很遠又怎麼樣？這個時候我們又要記起愛因斯坦的另一個著名「教訓」了：光的速度是固定的，因此跟我們相距很遠的星體發出的光芒，必定是經過很長久的時間才到達地球，供我們觀測。

「離去」速度發現真相

這樣看來，當我們在觀看距離很遠的星體的時候，其實是在察看宇宙的過去。正因如此，

藉由測量距離不同的1a類超新星離我們遠去的速度，天文學家得以量度宇宙在不同時期膨脹的快慢，因而發現現在宇宙膨脹得比過往快。

到了這裡，各位聰明的讀者應該會在想：這種連廣義相對論也無法解釋、愈來愈快的宇宙膨脹，究竟是從何而來的？恭喜您，您剛剛觸碰到了現今宇宙學一個很重要的研究課題。換句話說，雖然科學家們已經很有點想法，但現今還未找到一個完美的解釋呢。



編號G299的一顆1a類超新星。網上圖片



著名的蟹狀星雲是超新星爆炸後遺留下來的。網上圖片

科學研究，需要保持開放的態度；科學泰斗提出的意見，不一定完全正確；今天看來不可取的想法，不一定完全無用。要緊的是牢記背後的邏輯，而不是盲從他人的意見。

張文彥博士

作者簡介：香港大學土木及結構工程學士。短暫任職貝爾士工程師後，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。

廣義相對論能預言卻無法解釋

故事並未就此完結。故事的時間推至上世紀90年代，推動故事發展的換成兩個獨立的國際天文科研團隊：超新星宇宙學計劃 (Supernova Cosmology Project) 和高紅移超新星搜索隊 (High-z Supernova Search Team)。

在方程式中，看來宇宙常數還是需要的：不過之前愛因斯坦需要的是負數的宇宙常數，用來提供額外的吸引力，制止宇宙膨脹；為了解釋加速的膨脹，

我們現在卻需要正數的宇宙常數，提供額外的排斥力，好讓宇宙膨脹得愈來愈快。

1a類超新星光度統一

這兩個團隊是如何得出這個驚人結果的？這就得靠觀測1a類超新星 (Type Ia Supernova) 這種特殊的天文現象了。超新星其實是爆炸的星星，因此在天空中顯得分外明亮。1a類的尤其特別：雖然還有些存疑的地方，但天文學界普遍認為，每一顆1a類超新星本身都是一樣光亮的，因此看起來比較黯淡的，一定是因為它距離我們較遠。

奧數揭秘

逢星期三見報

密鋪平面的方式

走在大型商場裡，低頭看看腳下，有著各式各樣的地面，有方形的，有三角形的，也有著許多不規則的圖形。用各種幾何形狀，密鋪一個地面，就是數學上的密鋪平面問題。

若是考慮各種幾何形狀皆能使用的情況，可以很複雜，先討論只用一種正多邊形密鋪平面的情況。能密鋪平面的幾何

形狀，有什麼特性呢？考慮最簡單的方形的情况，若是4個正方形拼在一起，那麼它們的四邊會在同一點重疊 (圖一)，而在該點的内角，總和是360°。凡是能密鋪平面的情况，都必須滿足各形狀交點周圍的角總和為360°的條件。進一步來說，那麼除了正方形以外，還有什麼正多邊形能密鋪平面？



圖一

問題

若只用一種正多邊形密鋪平面，那麼這些正多邊形可以是多少條邊？

答案

設正多邊形有n條邊，而重疊的點周圍有k個正n邊形，那麼考慮內角總和時，有如下算式：

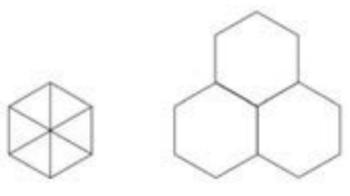
$$\frac{(n-2) \times 180^\circ}{n} \times k = 360^\circ$$

其中 $\frac{(n-2) \times 180^\circ}{n}$ 為正n邊形一隻內角的大小。算式化k為主項，得如下算式：

$$k = \frac{2n}{n-2}$$

要留意由於k是正n邊形的個數，因此是正整數，但等號右邊是分數，看來答案還是不太明顯，於是要用到一點數學技巧。

$$k = \frac{2n}{n-2} = \frac{2n-4+4}{n-2} = 2 + \frac{4}{n-2}$$



圖二

奧數與體制課程互補

回顧一下解題中的關鍵，原來是用到了n和k都是正整數的性質，在代數的移項後，k能表示為 $2 + \frac{4}{n-2}$ ，即一個整數和分數式之和，然後再由整除性得知n的可能值。再反省一下這道題目原先是在問什麼的，其實是圖形上的密鋪平面問題，看來是跟正整數的整除性是毫不相干的事情。

這道題顯示了數學解決問題時的綜合性。由幾何裡的內角和，到代數的移項和額外加項的技巧，到正整數的整除性，當中橫跨了不同程度的課內課外的數學，展現了數學融通的一面。

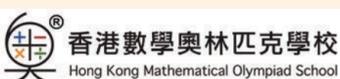
奧數有時看來是課外的數學，於是有些

學生總覺得一定有很刁鑽古怪的技巧，其實不是必然的，可以只是把不同課題的內容綜合起來，就可以是一道夠難的問題。而學數學本身，亦不鼓勵學生學一課就只懂那一課，而是要學生知道不同課題之間能互通。

課程內的數學為適應不同程度的學生，於是多以一個主題為一課，而練習多數不會太偏離該課的內容，即使有綜合題，分量亦較少。奧數裡綜合題是常態，而且初看之下未必可以知道是否要綜合各樣，或者綜合什麼課題也可以沒頭緒。因此，奧數的訓練和課程內的訓練有一定的互補作用，從而學習奧數能突破課程內的思維，數學能力得到進一步的提升。

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。



科技暢想

逢星期三見報

機器人代替真人客服 前景樂觀

近期科技界熱門話題之一的chatbot (聊天機器人) 其實不是什麼嶄新的科學發明。早於上世紀60年代，已有科學家結合模式匹配和替代方法發明出第一個能與家用進行模擬對話的chatbot。半個世紀過去，利用NLP (Natural Language Processing, 自然語言處理)，現時的chatbot能理解一定範圍內的書面語和口頭語的語義，然後提取信息作出回應。

有以年輕用戶為主的顯示，相較於傳統的去門市或致電進行詢問和溝通，客戶更偏向於用線上信息軟件與服務及產品提供者聯絡，但是考慮到聘請人手作為線上客服人員所需的人力和費用，零售業界逐步開始使用chatbot提供線上客服以取代真人客服人員。

醫療界用作專業判斷

除此之外，一些專業性較強的行業亦有興趣採用這一技術解決人手不足的問題。試想像，如果chatbot能初步分析用戶病徵，再提供建議如是否需要接受醫生進一步的診治，或評估接受治療後的康復狀況等，即可以幫助醫療界節省不少資源。事實上，這就是目前發展



不少行業都使用chatbot提高效率。網上圖片

的銀行客戶查詢由chatbot提供。除回應客戶外，chatbot也可以幫助銀行的新產品和優惠進行推廣，進一步減少所需人手。因此，縱使chatbot面臨即時讀取大數據和提供真人交談體驗的難題，這項現時AI最紅的分支仍備受業內看好。

有英國研究報告預測，2020年將有九

香港新興科技教育協會 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。



氣象萬千

逢星期三見報

觀極光看季節 春夏難秋冬易

有人說一輩子怎樣都要看一次北極光，他還說在這7月的暑假去挪威北部看，不過，7月在挪威北部是否可以看到極光呢？

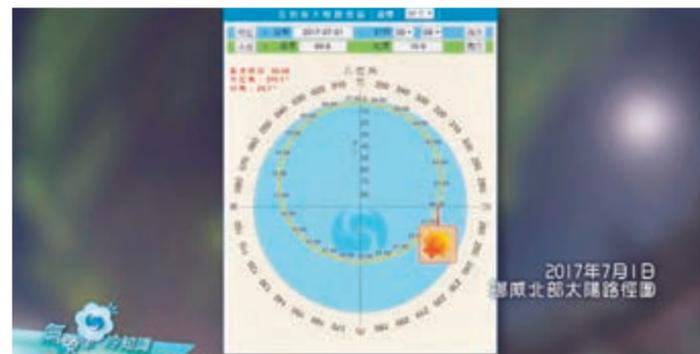
來自太陽帶電荷的粒子，和地球大氣層空氣的粒子碰撞，會產生不同顏色的光，我們稱為極光。通常極光在高緯度地區出現，南極和北極都會有極光。

極光的形狀取決於帶電荷粒子的移動方向，以及地球磁場的變化，而極光的顏色視乎大氣層空氣粒子的狀況：氧氣會釋出紅色和綠色的光，氮氣會釋出紫紅色及藍色的光。

要看極光，除了要看太陽活動活躍程度及天氣之外，很重要的就是天要夠黑。挪威北部是在北極圈內，夏天的時候會出現午夜太陽，即是說24小時都看到太陽高掛在天空，沒有晚上。

「永晝」永夜」交替

原來，在地球兩極有個現象稱為「永晝」和「永夜」。永晝是指一天24小時內都是白天，永夜便是一天24小時內都是黑夜。北極圈在北半球以內，是有可能發生永晝和永夜的地方，每年春分大約是3月21日前後，太陽會直射赤道，這天開始北極圈內便開始出現永晝。一開始只有北極點，之後會逐漸擴大至整個北極圈的範圍；在夏至日即是6月22日前後，太陽會



直射北回歸線，這個時候北半球永晝範圍達至最大，是北極圈以北的全部地方，之後永晝的範圍會逐漸縮小。

到秋分，大約是9月23日前後，只有北極點有永晝，在這天之後亦是永夜的開始。最初是北極點，之後會伸延到整個北極圈的範圍，到了冬至大約是12月22日前後，太陽會直射南回歸線，這個時候整個北極圈以北的區域都是永夜；隨後永夜

範圍會逐漸縮小，到了第二年的春分前後，永夜會結束，永晝會重新開始。上圖便是7月初的時候，在挪威北部天文台互動版太陽路徑圖，藍色的圓形代表我們抬頭望到的天空，黃色的線是代表太陽移動的路徑，可以看到7月初的時候，太陽整天都在上空，一天24小時都是日間，沒有夜晚，所以，7月去挪威北部，不會看到北極光。

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。

《極地之「光」》

