彩印不用顏料 物理生成色彩

科學講堂

很久以前開始，人類就受到世界的五光十色所吸引：大自然中顏色千變萬化的景色、花卉等等，經常令我們陶醉不已。之後，我們更希望能夠複製這些顏色，用來隨心所欲地繪畫、染布、為食物加添色彩等。最初，我們從大自然的物料中製煉不同的顏料：早於公元前4,000多年，居住於南美洲的當地人類的祖先已從槐藍屬（Indigofera）植物中提取靛藍色（indigo）染料；馬雅人亦從胭脂蟲（cochineal）這種昆蟲身上製煉出胭脂色顏料，而這種顏料更在哥倫布發現美洲大陸之後傳到歐洲；在很久以前，我們的祖先就已在運用不同種類、組合的陶泥沙石去製成各種深淺的棕黃顏料。其後科技慢慢進步，人們使用的顏料也逐漸由天然提取的成分轉變為化學物質，成為現代化工廠生產的產品。不過，要調配顏色不一定要使用化學物料：我們也可以利用物理的方法去「跟光線玩遊戲」，今天就跟各位介紹一下這種結構顏色（structural colour）的現象。

光線雙重反射 凸顯部分顏色

由物理原理生成的「結構顏色」，大家可能早已見過：珍珠的表面，不時展現出迷人的幻彩；孔雀尾部羽毛的顏色，也五彩斑斕，看來跟普通的顏料不盡相同；甚或簡簡單單的水面上的一層油彩，倘若我們從適當的角度看去，也會看到迷幻的顏色。這些與別不同的顏色，背後的原理又是什麼呢？

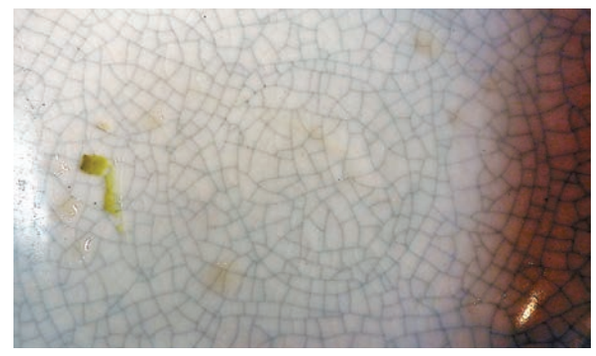
就以水面上的油彩為例來解釋一下：假設我們在一缸水上加上一層油污。當光線射向油污表面的時候，其中的一部分會被反射回來，但卻有一些光線會進入並穿過油層。這部分的光線到了油層與水面的交界，相同的情況又會再發生一次：一部分的光線會進入水中，另外一部分卻會被反射回來。

這就是說，在這個情形下，有兩道被反射回來的光線：一道被油層表面反射，一道被油層與水面的交界反射。

這兩道反射回來的光線會相互影響，發生一種叫做「干涉（interference）」的現象：當中某些波長的光線會互相抵消，因此不會再被我們看到；另一些波長的光線卻會「互助互長」，因而某些顏色就會被凸顯出來了。正是這樣，顏色就可以用物理方法製造了。

■肥皂泡表面也有跟水面上的油彩一樣的現象。 網上圖片

■在很久以前，居住於南美洲的當地人類祖先已從槐藍屬植物中提取靛藍色染料。 網上圖片



■一些陶瓷表面也有類似的絲狀結構。 網上圖片

控制空隙形成 造出不同顏色

京都大學的伊藤真陽（Masateru M. Ito）和他的團隊，就利用了類似的原理在聚合物料（polymer）上製造顏色。

一般來說，聚合物料在受到拉扯、壓力的時候，會形成微小的空隙及一些絲狀的結構連接這些空隙。這些空隙及絲狀結構同樣也會影響光波，因而會加強某些顏色的光線。

不過，在平常的情形下，許許多多的空隙大小、方向各異，各自會強化不同顏色的光線；所以總體來說，這些物質看來會是白色。近日伊藤發表的研究就表示，他的團隊找到了方法控制這些空隙及絲狀結構的形成，因而能夠以較低的成本、較短的時間在這些聚合物料上造成不同的顏色。當然，伊藤指出這個技術還有許多可以探索的地方，那就讓我們一起拭目以待他們進一步的成績。

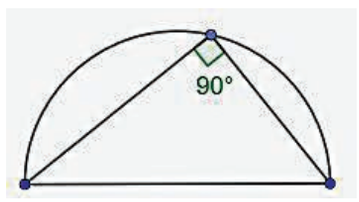
■張文彥博士
香港大學理學院講師
短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

四邊形的覆蓋問題

奧數揭秘

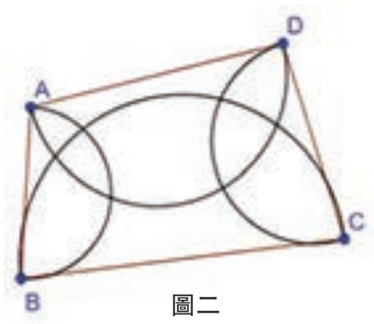
四邊形這東西，從小學到中學，還真是提過不少次。小學就學習什麼叫正方形、長方形、平行四邊形、梯形之類，談談它們的性質有什麼異同。中學時就再了解多一點它們的性質，比如平行四邊形的對角線會互相平分，或者是怎樣證明一個四邊形是平行四邊形之類。

這次談談一個關於四邊形的覆蓋問題。覆蓋就是用一些其他的圖形蓋着這個四邊形的意思。課程內的數學，較少談及圖形覆蓋的問題，原因大概是因為問題挺困難，解題的方法變化很大。奧數裡就有覆蓋問題，可以從中鍛煉到綜合應用數學知識的能力。這一題的知識基礎，需要知道半圓上的圓周角是90°。（圖一）



圖一

問題 **以四邊形的四邊為直徑，在四邊形所在一側分別作四個半圓，求證：這四個半圓能覆蓋整個四邊形。（如圖二）**



圖二

答案 考慮四邊形ABCD內任意一點P，則∠APB、∠BPC、∠CPD及∠DPA之和為360°。因此其中最大的一角（設為∠APB）必大於或等於90°，即點P在AB為直徑的半圓內。

看完這個答案，可能也會覺得挺簡短的，但那個思考方向又不一定想得出來，比如筆者做題的時候，會想起會不會找找任意一點與四個圓心的距離，推理幾下就推得到，後來發覺也是不太順利的。後來看看答案，發覺要用角度來想，也覺得這主意挺好的。

做奧數題目，做到固然是好的，做不到也就欣賞一下別人的解法，也是有樂趣的。想練一下毅力，也就做得久一點，想輕鬆點見識一下，也就想到沒什麼主意時，就看一點提示，或者純粹看看例題和答案，也是一種學習方法。認真一點就可以練得強一點，輕鬆一點就有助培養興趣，視乎看書時的狀態再作調整，就能找到趣味之餘，又多少練到一點實力。

不過，初中去到中三左右，若是奧數的程度，解題的耐力最好可以去到30分鐘至45分鐘，若是高中程度，耐力最好去到1小時至2小時。這當然是以較好的水平來說。總體來說，見識多點，興趣大一點，想法夠多了，嘗試解題時的思路比較豐富，也就可以試得久一點，未至於很快就想到一片空白。

學生快要放暑假了，有時間的話，也可以找些奧數書讀一讀。現在的奧數書算是比較易找，網上也有不少教材，或者在網上書店買書，也可以在電話上的應用程式看。讀數學書的經歷是好的，因為比較難讀，能練到毅力和理解力。數學書裡句與句之間，連繫是極嚴密的，閱讀時需要很集中精神才行。

雖然說讀數學書有困難，但進度是自己設定的，精神一點就看深入一點，想輕鬆一點也就看些之前看過的，重溫一下也好。懂得讀數學書，也會令到自己的閱讀能力增強不少，讀其他書的時候，也會覺得易讀了、心得多了，長遠對自己的發展更好。

■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

香港沒有冬天?

氣象萬千

這是一幅未來的圖景：2049年12月25日，香港的聖誕節氣溫又再創新高，看來聖誕老人又要再穿着短袖衫出門了。

冬天？是什麼？

是一些我們從來沒有經歷過的東西。根據香港歷史，冬天時，市區氣溫有時會跌至攝氏10度以下，新界及山上的氣溫有時亦會降至攝氏零度以下。

大帽山更曾出現結冰和結霜現象，樹葉上真的結了冰。

為什麼香港會沒有了冬天？想當年，全球溫室氣體排放愈來愈嚴重，2015年各國領袖在巴黎氣候峰會作出減排承諾，原本打算在2100年前將全球升溫控制在攝氏兩度以內，但極端天氣的情況愈來愈嚴重，香港亦不能夠獨善其身。

由於各國減排力度不足，全球持續暖化，在2030年香港的平均氣溫或將上升1.5度，引發海平面上升，維港兩岸經常水浸，吹襲香港的颱風也愈來愈厲害。

香港已經沒有冬天，更讓人擔心的是隨着海水上漲，終有一天，連香港也會成為歷史。

以上故事純屬虛構，如有雷同，實屬各人不幸。

■希望羽絨在未來不會成為博物館才能見到的東西。視頻截圖

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。詳請可瀏覽天文台YouTube專頁：https://www.youtube.com/user/hkweather。

香港天文台 Hong Kong Observatory

3D激光圖 修復聖母院

科技暢想

2019年4月15日，巴黎聖母院發生火災，尖塔被火完全焚毀，當火焰在巴黎聖母院出現時，全世界都感到驚恐萬狀；當火燒毀屋頂並摧毀其標誌性的中央尖頂時，似乎歷史悠久的教堂會永遠消失。

大教堂始建於1163年，並於1345年完工，但火災只花了不到一個小時的時間，就把木屋上具有歷史性的橫樑全部摧毀。

儘管受到了廣泛的破壞，大部分無價的文物和大教堂的石頭結構都保持完整，只要有時間，就能將偉大的建築恢復舊貌。

由於瓦薩藝術歷史學家塔隆的工作，使他在2015年已經使用激光圖像，把建築的每一個精緻細節記錄在數字檔案中。這些記錄徹底改變了我們對這壯觀建築是如何建造的理解，並且可以為重建提供模板，不少建築師希望塔隆可以提供掃描，協助重建工作。

2015年，國家地理分析了塔隆和他獨特的掃描過程，看到了巴黎聖母院的激光圖像。幾個世紀以來，我們測量中世紀建築和結構的唯一工具，是原始的繩子和尺子、鉛筆和鉛錘。直到21世紀，塔隆終於能夠梳理出這種神奇結構的秘密。他對巴黎聖母院的掃描，記錄了大教堂內外五十多個地點的數據，加起來共有十億點數據，十分驚人。

塔隆每次掃描都是用激光器，從各個方向掃過該區域，當激光撞擊表面時，光束會反彈回來，通過測量光束返回時花費的時間，來記錄它所到達的任何支撐或柱的確切位置。每個測量都記錄為彩色點，組合成一幅詳細的圖片，如數碼照片的彩色像素。

數以百萬計的點形成了大教堂的三維快照，並且得到的圖像非常精確；如果掃描工作正常，它應該精確到5毫米以內。

■聖母院在火災中失去了著名的尖塔。 資料圖片

■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。