

科學講堂

逢星期三見報

「光解」往來臭氧層 海水岩石圈皆見「芳蹤」

氧分子離離合合漫遊各「圈」

氧是地球上生命重要的元素，它於大氣層、生物圈、海洋及地殼表面不斷被使用及創造，這些過程一起構成氧循環。

臭氧循環吸紫外線

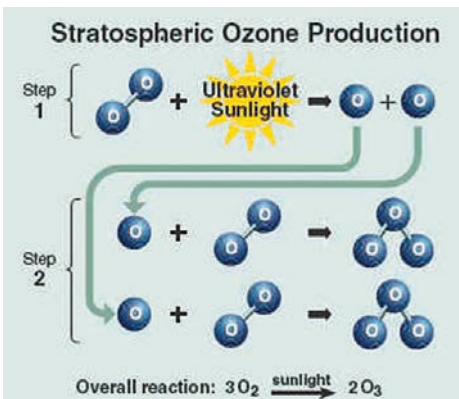
大氣層是地球上最大的氧氣儲存區之一，約 20% 為氧。平流層 (stratosphere) 中，一個氧分子 (O₂) 被太陽的紫外 (UV) 輻射分解成兩個游離氧 (O)，這稱為光解作用 (photolysis)。該游離氧 (O) 與空氣中的氧分子 (O₂) 重組以產生臭氧 (ozone, O₃)，簡單來想，就是把 3 個氧分子，變成兩個臭氧 (右圖)。

臭氧 (O₃) 亦會進行光解作用，吸收紫外線，並分解成氧分子 (O₂)。這樣循環不斷，氧分子 (O₂) 被光解成臭氧 (O₃)，臭氧 (O₃) 再被光解成氧分子 (O₂)，稱為臭氧循環。

這個循環對地球十分重要，因為它不斷吸收紫外線，故有助於阻隔地球與大多數有害的紫外線輻射，使其到達地球表面之前變成無害的熱量。

氧分子可以吸收大氣中幾乎所有波長 (wavelength) 為 10 納米至 200 納米的輻射。

雪種有毒 替代品 CFC 更毒損臭氧層



3個氧分子被光解成兩個臭氧。 網上圖片

上世紀 20 年代，氨 (ammonia) 及二氧化硫 (sulphur dioxide) 被用作雪櫃中的冷凍劑，即「雪種」，因為當時的雪種均易燃或有毒，科學家改為使用氯氟碳化物 CFC-11 (化學式為 CFCl₃) 及 CFC-12 (化學式為 CF₂Cl₂)。直至 20 世紀末，科學家才意識到氯氟碳化物 (CFC) 的害處：CFC 的活潑性低，生物降解度亦低，而且不溶於水，故此它們很難被分解；而在紫外線分解下，它們會釋出氯自由基 (chlorine radical)，破壞臭氧層。當中隨便一個氯原子，數個月內就可以破壞近十萬個臭氧分子，嚴重影響紫外線輻射的吸收。人類直接大量曝露於紫外線輻射下，會引致皮膚癌，於是自 1996 年起，氯氟碳化物正式被禁止生產。

氧循環與碳循環互相關聯

氧是人體最常見的元素，佔人體質量的 65% 左右，大多數以水 (H₂O) 的形式存在。光合作用 (photosynthesis) 中，植物吸入二氧化碳，並將氧釋放到大氣中，製造食物；而動物細胞則進

行有氧呼吸 (respiration)，吸入氧氣，呼出二氧化碳，同時產生能量。

由此可見，氧氣在生物圈與大氣層中不斷交換，同時亦可見氧循環與碳循環互相關聯。



水中的浮游生物進行光合作用，可增加氧氣。

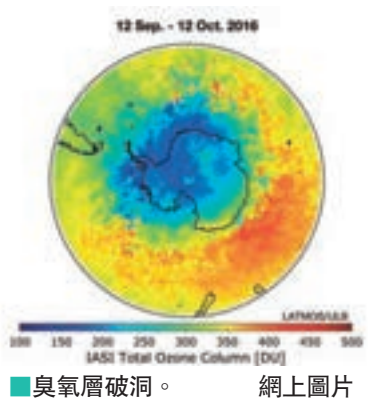
網上圖片

鹽度溫度決定海水中氧濃度

水中的氧濃度取決於水的溫度，例如在 0℃ 的純水中，氧飽和度較在 25℃ 時高 1.67 倍。另外，其他溶質 (solute) 也會降低氧的溶解度。例如在正常的海水鹽度下，氧飽和度降低約 25%。水中浮游生物 (plankton) 進行光合作用，可增加氧氣。當海水中氧氣過飽和，氧氣會被釋放至大氣；相反，海洋生物的有氧呼吸 (aerobic respiration) 活動可消耗水中的氧。

岩石圈內的氧屬化合物

地球上最大的氧儲存層是岩石圈，岩石圈內的氧不是氣體，而是化合物的一部分，例如矽酸鹽 (silicates) 和氧化物 (oxides)。



臭氧層破洞。 網上圖片

小結

地球作為一個擁有多樣生物的行星，其關鍵特徵之一是大氣中存在自由氧分子。生物、化學和物理過程在地球表面上相互作用，以決定氧氣的濃度及分佈變化。

■吳俊熙博士

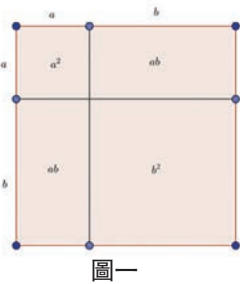
作者簡介：畢業於加州大學洛杉磯分校 (UCLA)，曾任教於加州的州立大學及香港大學，現於洛杉磯 Pierce College 化學系任助理教授。讀者可通過 www.facebook.com/drbenning 聯繫作者。

奧數揭秘

逢星期三見報

平日吃飯後拿一張紙巾出來，看看形狀，大概是一個正方形。用起來時摺兩摺，正方形就被摺痕分成了四部分。想一想若是把紙巾好像圖一那樣，摺成兩個小正方形和兩個長方形，那樣考慮面積就得出 (a+b)²=a²+2ab+b²≥0。

通過簡單的代數運算，不難知道 b 是負數時亦成立。因此也會知道 (a-b)²=a²-2ab+b²≥0，從而得到 $\frac{a^2+b^2}{2} \geq ab$ ，也



圖一

就是說，對於非負實數 x 和 y，有 $\frac{x+y}{2} \geq \sqrt{xy}$ 。普遍來說，對於非負實數 x₁, x₂, ..., x_n，有以下結果 (平均值不等式)：

$$\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \geq \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n}$$

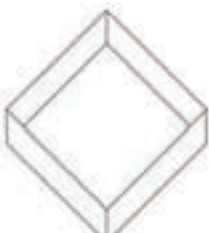
等號當且僅當 x₁=x₂=...=x_n 時成立。舉個例子來說，當 x₁=1，x₂=3，x₃=5 時，那麼 $\frac{1+3+5}{3}=3$ ， $\sqrt[3]{1 \times 3 \times 5} \approx 2.47$ ，得出 $\frac{1+3+5}{3} \geq \sqrt[3]{1 \times 3 \times 5}$ 。

這個定理的證明不在這裡詳述了，有興趣的讀者可以在網上找「平均值不等式」相關的條目，不難找到證明。

這個看來很數學化的定理，有什麼實用呢？原來可以幫助我們製作一個容量盡量大的無蓋紙兜。若是用一張正方形卡紙，在四角處各剪去一個小正方形 (圖二)，然後摺起來就可以製成一個無蓋紙兜 (圖三)。



圖二



圖三

問題

若正方形卡紙邊長為 10cm，紙兜高度為 x cm，那麼紙兜的容量最大為多少？那時候的高度為多少？

答案

紙兜的底是一個正方形，邊長為 (10-2x)cm。因此容量用代數式表示，就是 x(10-2x)²，暫時不進一步因式分解，這個之後會有用。難題來了，這個是 x 為三次的代數式，不容易求最大值。這時候平均值不等式就有用了。

$$\begin{aligned} x(10-2x)^2 &= \frac{1}{4}(4x)(10-2x)^2 \\ &\leq \frac{1}{4} \left(\frac{4x+10-2x+10-2x}{3} \right)^3 \\ &\leq \frac{1}{4} \left(\frac{8000}{27} \right) \\ &\approx 74.1 \end{aligned}$$

等式當 10-2x=4x 時成立，即 x= $\frac{5}{3}$ 的時候。

結語

在數學工具來說，這次的問題是一道不等式。就情景來說，是一道求最大值的問題。而這個最大值，是在限制條件下求出，即以有限的紙長，嘗試製造出最大容量。在限制條件中求最大或最小值，在現實中是常見的，因為凡是生產比如製造水壺，就可能要在有限的物料中，製造出最大容量的水壺。

求最大最小值的問題，有現實的意義，在數學技巧上亦非常多元化，因此奧數之中亦常有此類題目，出現在統籌規劃的問題上，或者在不等式的問題裡。

而不等式之中，之前所講的平均值不等式，不管是應用在現實上，還是純粹的數學題上，亦有極多變化，是奧數中的重要工具，需要多加留意。

■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

現時，市面上有許多收單機構。收單機構是代表商戶與發卡銀行之間的代理或中介機構，一般持卡人在商戶使用銀行卡或信用卡消費後，交易會通過約定的 POS 在收單機構作清算。

大眾對儲值支付工具有誤解

而廣大市民亦對支付寶和微信支付是否零售支付系統有疑問。其實，支付寶和微信支付並不一定零售支付系統。支付寶或微信支付是互聯網金融支付協定通道，已經打破了傳統的零售支付系統概念。

在日常消費中，零售支付系統只有在店舖使用卡類面對面消費；第三方支付可以使用互聯網通過手機的二維碼或其他技術實現消費，場境已經不再只是在店裡面對面交易了。

大眾亦對儲值支付工具牌照、發卡及系統有誤解。

儲值支付工具牌照，與發卡其實沒有直接關係，儲值支付工具主要涵蓋於任何支付類別，包含儲值功能，而一般擁有儲值功能等於電子錢包等工具服務。發卡行或發卡機構所提供的只是信用及賬戶的安排，它們並不一定提供有關賬戶儲值功能，但預付卡產品必定會包含儲值功能，因為一般預付卡需要充值後才可消費。有關牌照的涵蓋並不只是系統的問題，而是在操作上有沒有儲值功能在支付行為上發生，但該支付工具沒有獨立的儲值功能就不需要牌照。

氣象萬千

隔星期三見報

掛風球可能大家聽得多，不知道有沒有聽過掛黑球呢？大家千萬不要把黑色暴雨警告和黑球混淆，黑球曾是代表強烈季候風信號，以前天文台真的會把黑球掛在桅杆上，給遠處的人知道我們掛了強烈季候風信號。不過現在科技發達，我們便不需要掛黑球，而是透過電腦把強烈季候風信號通知大家。

風速逾每小時 40 公里便掛

季候風的英文是 monsoon，是拉丁文「季節」的意思。影響香港的主要季候風，要算是夏季的西南季候風，以及秋冬季的東北季候風。在夏天，當空氣由氣壓較高的印度洋和南海吹向亞洲大陸低壓地區的時候，華南沿岸便會受到溫暖潮濕的西南季候風影響。

而到了秋冬季，太陽開始斜射北半球，陸地因為散熱較快而迅速冷卻，在亞洲中北部地區會變得非常寒冷，而亞洲附近海洋相對較暖，

第三方支付普及化

發展將面臨樽頸

再者，大眾亦關心第三方支付，應該普及卡，還是普及支付系統？第三方支付普及，第三方支付主要涵蓋互聯網支付以及移動支付，而卡支付主要用於傳統銀行卡與信用卡的安排。需要普及第三方支付最主要不在於卡類產品的市場或系統上，在互聯網支付給移動支付的新支付方式下，普及需要 3 個層面。

一，用戶使用方便程度；二，交易安全情況；三，使用場景。系統只是支付過程的工具之一，而一般第三方支付不一定需要有儲值功能，綁定銀行卡或綁定信用卡也可使用。

去年中國移動支付業務共處理 138 億筆交易，交易金額達 108 萬億元人民幣。第三方支付可以帶來便民消費與交易，從而帶動經濟增長，生產力指數亦會提高，普及方式需要政府和監管機構開放市場使市民有多樣場景使用。在現時法例框架下，第三支付的發展將面臨樽頸，因為儲值支付工具牌照只在傳統監管概念下執行，沒有真正考慮市場及市民日常使用的場景。

■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。



夏秋「黑球」好時節

氣壓較低，空氣從高氣壓流向低氣壓，到華南沿岸的時候，便成為影響我們的東北季候風。

當香港任何接近海平面地方季候風平均風速，達到超過每小時 40 公里的時候，天文台便會發出強烈季候風信號。在不同的時間，隨着天氣系統的配合，季候風可以從不同方向抵達香港，天文台會在強烈季候風信號內，提醒大家哪個方面比較當風。強烈季候風信號生效時，大家要留意風力帶來的危險。

《黑球與季風》

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>。

