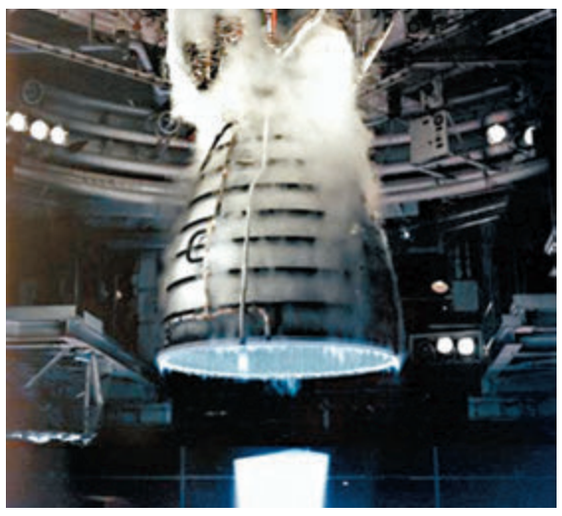
光觸媒產氫氣 提供綠色能源

科學講堂

這幾天不時下起滂沱大雨，不禁又令人想起地球氣候變化這個不再新鮮但還未解決的問題。氣候轉變，與地球大氣層的成分有關（比如說二氧化碳太多了）；而大氣中二氧化碳的多寡，又與我們如何運用能量、使用何種能源有關。今天就跟各位分享一下近日一個有關綠色能源的新發展。



■氫氣和氧氣在太空穿梭機主引擎中燃燒，產生近乎無色的火焰和水分。 網上圖片

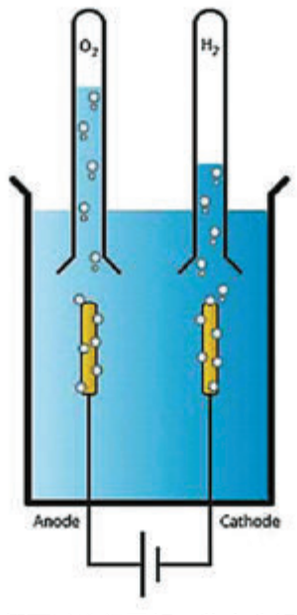
■而我們的太陽發射出來的各種光線之中，最強烈的是紅色至紫色的可見光。 資料圖片

氫氣易燃又乾淨 如何製造成問題

顧名思義，「綠色能源」就是指對環境影響較少的能量來源，而二氧化碳排放的多寡，明顯是其中一個很重要的因素。平日我們放進氫氣球中的氫氣，就是綠色能源的一個很好的例子。這個元素周期表中最輕最簡單的元素極易燃燒，繼而釋放出蘊藏於其中的化學能；而且氫氣燃燒，會與空氣中的氧氣結合變成水，因此對環境不會帶來太大的影響。不過下一個很自然的問題就是：哪裏來這麼多氫氣供我們使用？哪裏來有效的方法去製造這些氫氣？

假如我們要動用其他不太「綠色」的能源去製造氫氣這種綠色能源，我們當然是在浪費時間；幸好我們一直有一個不錯的、穩定的選擇：太陽。

我們可以利用太陽能電池去將太陽能轉化成電能，然後再使用這些電能進行電解，將水分解成氫氣和氧氣。可惜的是這個方法的效能暫時還不夠高。



■我們可以進行電解，將水分解成氫氣和氧氣。 網上圖片

鈦酸鍶新成果 提高產氫效能

另一個方法就是運用所謂的光觸媒（photocatalyst），而近日大家或許已聽聞過的「光觸媒口罩」也是應用了類似的原理。常見的光觸媒大多由半導體造成；這些光觸媒物料被光線照射後，物料中帶負電荷的電子會吸收這些光線的能量，變得可以在物料中自由「流動」。

這些走開了的電子同時也會在物料中留下一些「空洞」，而這些「空洞」也不會固定於物料中的特定位置，而是儼如另一種帶正電荷的粒子一般在光觸媒中移動。

這些四處走動的電子在接觸水分的時候，就會催動氫氣的產生；同樣原理，帶正電荷的「空洞」就會加速氧氣的形成。

日本信州大學的高田剛和他的研究夥伴就以鈦酸鍶（strontium titanate，化學式 SrTiO3）這種光觸媒為研究對象。其實早在上世紀七八十年代時，研究團隊中的堂免一成就已發表了有關鈦酸鍶的研究成果，而最近他們再更進一步，大大提升了鈦酸鍶利用太陽能製造氫氣的效能：以前效能不高，其中一個主要原因是那些四處移動的電子和「空洞」會重新相遇和結合，回到物料原來的狀態，因而無法催動氫氣、氧氣的形成。

高田剛的團隊運用了不同的方法去減少這些「重新結合」的現象：例如盡量把鈦酸鍶造成更均勻的晶體，以免物料中不均勻的地方會成為電子及「空洞」聚集而重新結合的地方；電子催生氫氣及「空洞」產生氧氣的地方也盡量分開，減低兩者在移動途中相遇的機會。憑藉這些努力，高田剛的團隊達到了96%的高效能，也就是照射到他們光觸媒物料的光線的能量中，有96%可以用來生產氫氣。

不過我們的任務還未完成：鈦酸鍶其實主要吸收紫外線，而我們的太陽發射出來的各種光線之中，最強烈的是紅色至紫色的可見光。

高田剛的成果證明了達至高效能的可能性，今後就是研究如何應用於可見光的範圍之上了。

■張文彥 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。

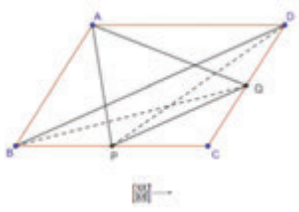
了解校內課程 打穩奧數基礎

奧數揭秘

這次介紹一道幾何題，順道談談怎樣善用課程內的數學打穩奧數的基礎。

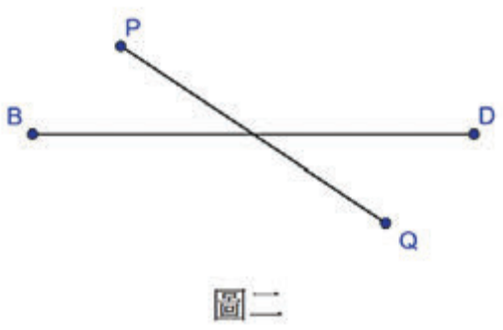
問題：在平行四邊形ABCD中，P和Q分別是BC和CD上的兩點，且$S_{\triangle BAP} = S_{\triangle DAQ}$，求證PQ // BD。

答案：考慮△BAP和△BDP，以BP為底的話，兩者等高，因此$S_{\triangle BAP} = S_{\triangle BDP}$。
再考慮△DAP和△DBQ，以DQ為底的話，兩者等高，因此$S_{\triangle DAQ} = S_{\triangle DBQ}$。
由條件$S_{\triangle BAP} = S_{\triangle DAQ}$得知，$S_{\triangle BDP} = S_{\triangle DBQ}$，若以BD為底，則兩高相等，即P和Q與直線BD距離相等，由於P和Q都在BD的下方，因此PQ // BD。



剛才的題解裏，用到兩個三角形有共同的底時，若果高相等，則面積相等的結果。要留意最後P和Q與BD距離相等時，兩點都在BD的同一側，也是重要的，否則就像圖二那樣，P和Q分別在BD兩側的話，就推不出PQ // BD。雖然圖一裏也表示了P和Q在BD的同一側，但寫明白了看來就通順一點。

解題當中的技巧，大致上都是用上了三角形面積的特性，就是兩個三角形的底相等，高也相等的話，面積就一樣，當中也配合了平行線之間有固定距離的性質。這些技巧不管是奧數的幾何題，還是文憑試中的多項選擇題，都是常見的想法。



圖二

談起奧數與文憑試，兩者都是中學數學的內容，難免有部分內容重疊，不過奧數當然會更深一點。比如高中的排列與組合的問題，一些中等難度的題目，往往就是小五小六奧數的程度。高小的奧數有組合問題，其中較難的那些，就算在高中的排列與組合的課題中也不容易，不過學奧數的學生普遍程度相當好，所以也算做得。

課程裏較高年級的內容，有些並不需要低年級的基礎，比如剛才說的排列與組合，那樣就可以早一點去學，分別也不太大。若是幾何題，想早點學習就要注意次序，要由低班的知識開始。學幾何題很難跳級，因為愈高年級時，要綜合應用的定理也就愈多，到了後來，就算是循序漸進地學習的學生，還是覺得困難，要是跳級跳得太快，就會有許多題目都不懂得做。由低班學起，先學兩三條定理，由直接應用開始，到綜合應用，累積成功經驗後才學新的，那樣比較易知易行。

明白中學課程的結構，對學奧數也有幫助，因為無論學生天資怎樣好，在超前學習中，難免會有些基礎未夠豐厚，不時要在過程中打穩基礎。知道哪些可以早一點學，哪些需要由基礎學起，才會比較快。要在學生時代對課程有較深入的認識是難的，不過若果有奧數老師指導一下，就會簡單一點。教奧數的老師，有些曾經在主流學校做教師，也有不少有多年的補習經驗，不時要幫學生補底，於是面對什麼奧數課題時需要什麼基礎，就看得比較通透。 ■張志基

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並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

▲「綠色能源夢成真」比賽過往成就了不少出色的能源夢，例如梁文燕紀念中學(沙田)去年就構思利用健身單車做運動同時發電。 機構供圖

◀港燈成立「夢成真Green Lab 同學會」。 機構供圖

同學會交流經驗 追尋綠色能源夢

綠得開心@校園

不放棄、不言休、多分享、多交流，往往可以讓你的夢想有更大的發揮空間。為了讓更多的綠色能源夢萌芽成長，港燈今年會撥款資助歷年入圍「綠色能源夢成真」的隊伍，鼓勵他們繼續發展或優化過往參賽項目，延續夢想。

另外，港燈更會成立「夢成真Green Lab 同學會」，希望透過不同形式，分享過往比賽的項目和成果，鼓勵學校之間互相學習和分享心得，促進經驗交流。

為推廣環保節能及STEAM（科學、科技、工程、藝術及數學）教學，港燈自2015年舉辦「綠色能源夢成真」比賽，鼓勵中學生以創意在校園及社區推廣能源效益、可再生能源、能源可持續發展外，亦提倡運用創新科技推動綠色智慧城市發展。

雖然比賽今年因應疫情順延至明年舉行，但推出的資助，可以讓這班「舊生」繼續發展或優化過往參賽項目，延續綠色能源夢，成功申請的隊伍每隊可獲最高港幣兩萬元。

而設立「夢成真Green Lab 同學會」及透過不同渠道分享交流，將能讓同學在這所能源夢工場繼續發夢。

以往的計劃項目的題材各具特色，富有創意並照顧特別人士所需。歷屆均擔任評審的余德秋說：「同學在執行上除了研究、思考、分析及項目設計外，也着重宣傳推廣和項目管理等，是結合STEAM的難得學習機會，更讓同學理解社區問題，將科技融入生活，並回應社會需要。」

要實踐環保能源夢，項目內容固然重要，創意及宣傳推廣亦是不可或缺的元素。另一位評審港燈公共事務總經理楊玉珍讚賞同學無論在項目的構思以至匯報手法都創意十足，而且也善用推廣技巧，主動讓作品更為人認識，例如配合拍攝短片、創作話劇、Rap歌等時下流行的宣傳技巧。

在未來的日子，我們會透過這個專欄分享更多綠色能源夢，敬請密切留意。大家亦可以登入「夢成真Green Lab 同學會」（https://minisite.hkelectric.com/HappyGreenCampaign/section4.html）或觀賞去年比賽的回顧影片 https://youtu.be/_XvoDyX43yw，參考歷年的優秀項目，可能你的能源夢亦因此而誕生。

港燈除透過「綠得開心計劃」向年輕一代及公眾人士推廣良好的用電習慣，亦於2018年舉辦「智惜用電樂齡大使」訓練計劃，培訓退休人士化身環保特工，在社區推動節能。如欲了解計劃詳情，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com。