



實驗室中建構簡易版「反物質宇宙」



科學講堂

不知各位有沒有聽說過「反物質」？「反物質」聽起來好像是科幻小說裏的情節，實則是存在於現實中的實際物質；對它們有一定的認識，也是我們了解世界的重要一步。令蘋果從樹上掉下來的萬有引力，不知會否對反物質有相同的作用？這次就和各位探討一下。

什麼是「反物質」？

早在1920年代，英國物理學家狄拉克（Paul Dirac）發布了一條描述基本粒子活動的方程式。

隨後人們發現，這條方程式也描述了一些另類粒子：這些另類粒子和我們熟知的粒子有相同的質量等等，但電荷完全相反。例如，電子質量小，帶負電荷；正電子（positron）跟電子幾乎完全一樣，不過卻帶正電荷。質子質量較大，帶正電荷；正好就有粒子和它質量一樣，不過卻帶負電荷。

這些另類粒子，就是我們說的「反物質」。有趣的是，當正常的粒子碰上了相對應的「反物質」，兩者就會一起轉化成光線一類的能量，恍若兩者互相把對方抵消了，因此才有「反物質」這樣的稱呼。及後科學家安德森（Carl Anderson）在1932年於實驗室中發現了正電子，印證了狄拉克方程式的預測。

反物質雖然在世界中不常見，但理論上來說其實也可以建構一個「反物質世界」：比如說正電子可以和質子的反粒子結合，從而組成「反氫原子」。

在我們熟知的世界中，萬有引力的效果四處可見，不禁讓人好奇，萬有引力對反物質的作用是否也是一樣？

小結

反物質在我們生活的世界不常見，卻不純粹是科幻小說裏的橋段。今次分享的實驗好像並無特別的發現，但也希望能讓大家了解，縱然是毫不起眼的微細部分，許多時候亦經過科學家們仔細的驗證，才得以確立各種描述世界的理論。

這個研究的方向，也可能幫助我們了解萬有引力和基本粒子物理的關係。

近日歐洲核子研究組織就發布了相關的實驗結果。實驗本身的概念不算太複雜，但當中準確的長度、收集反物質的精密安排，卻不容小視。實驗團隊首先將反質子引進一個經特別設計、垂直的管狀空間。

為了減少反質子活動的幅度，實驗團隊把它們冷卻至極低的溫度，另外更使用了電磁鐵控制住反質子的活動，以防它們碰到周圍的材料而「互相抵消」。

其後研究人員再把正電子注入這個空間之中，驅使正電子與反質子結合成為反氫原子，在某程度上來說建構了一個簡單的「反物質宇宙」。

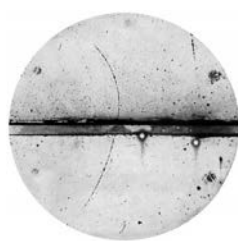
在萬有引力的影響之下，反氫原子也會如蘋果一樣向下墜落。實驗人員就經由調節電磁鐵的強弱來平衡萬有引力，好讓這些反氫原子停留在半空之中，更順道讓我們知道反氫原子感受到的萬有引力有多強。

不過實驗的結果說不上驚喜：反物質感受到的萬有引力，和我們預期的一致。



◆ 歐洲核子研究組織的研究設施。

網上圖片



▲ 實驗中發現的正電子軌跡。 網上圖片



▶ 在我們熟知的世界中，萬有引力的效果四處可見。 網上圖片

◆ 杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

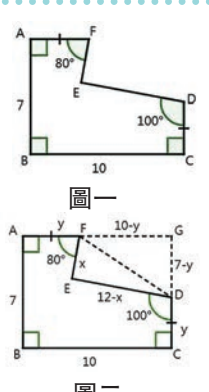
一題能有多解 評鑑不只好壞

奧數揭秘

問題：在凹六邊形ABCDEF中， $\angle A = \angle B = \angle C = 90^\circ$ ， $\angle D = 100^\circ$ ， $\angle F = 80^\circ$ ，且有 $CD = FA$ ， $AB = 7$ ， $BC = 10$ 及 $EF + DE = 12$ 。求六邊形的面積。（圖一）

答案：如圖二，設 $CD = FA = y$ ， $EF = x$ ，則 $DE = 12 - x$ 。考慮多邊形內角和，得知反角 $E = (6 - 2) \times 180^\circ - 90^\circ \times 3 - 80^\circ - 100^\circ = 270^\circ$ ，即 $\angle FED = 90^\circ$ 。延長AF與CD相交於G，有 $AG \perp CG$ 。於是 $FG = 10 - y$ 及 $GD = 7 - y$ 。圖中FD為兩個直角三角形的斜邊，考慮畢式定理，得 $x^2 + (12 - x)^2 = (10 - y)^2 + (7 - y)^2$ ，化簡後得 $y^2 - 17y = x^2 - 12x - \frac{5}{2} \dots (*)$

之後考慮六邊形的面積，有
 $7 \times 10 - \frac{x(12-x)}{2} - \frac{(10-y)(7-y)}{2} = 70 - \frac{1}{2}(12x - x^2 + 70 + y^2 - 17y)$
代入上式(*)，則有面積 $= 70 - \frac{1}{2}(70 - \frac{5}{2}) = 36.25$



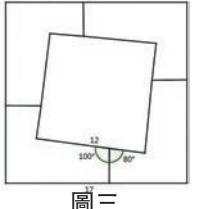
這次的題目，關於六邊形的面積，在不同的解法當中，也會談談怎樣評鑑。

先把相等或有關係的邊，用未知數x和y表示好各邊，之後留意到FD為兩個直角三角形的斜邊，用上畢氏定理，就找到x和y的關係。計算面積時，剛好有這個關係相關的代數式，代入化簡後，就得到了數字的答案。

這個方法做起來，若是直接計算面積，會出現一道代數式，有兩個未知數，看來是不太好解。即使用上了畢氏定理，也預料到，有些二次方的項出來，若是想去把x用y來表示也不太好做。於是後來竟然恰巧全消去了，只餘下一個數字，那看來有點「巧遇」的感覺。

「巧遇」在解難中，也真是有的。初學一些課題，往往經驗是淺的，於是解題時都是見步步行步，要累積挺多經驗之後才能夠看得遠一點。競賽題中，推論往往比較深遠，步驟多，也可能會封住了直接計算數字的路，用各樣複雜的算式表現出來，然後又要巧妙地繞過，於是探索之中，也不時有巧遇的情況。

談起巧妙的解法，這題也真是有個很巧妙的做法，一行就做到，就是把圖形用上了「分身術」似的分成四個，像圖三那樣，拼在一起，那個接合處，剛好 $100^\circ + 80^\circ = 180^\circ$ ，是直線，於是面積就是一個大正方形減去小正方形之後，



圖三

再平分四分，也就是 $\frac{1}{4}(17^2 - 12^2) = 36.25$ 。早前見識到這個解法時，心裏也禁不住一聲喝彩。

兩個解法比較起來，哪個簡單是明顯的，只是簡單的解法，看來也像「神來之筆」，沒那麼有跡可尋。用來欣賞是好看，但學起來又好像有點虛無縹緲的感覺。題解之中，見到一樣的邊或有關係的邊，就用同樣的未知數表示，思考過程踏實多了，容易見到可行實在的進展，就是一時未想到，至少看得出大概接近了答案。

這裏也可以問一問，哪一種解法算是比較好？平常來說，好像解法簡短就好，那就是後者較好。只是學習起來，前者雖然看來步驟多，但容易想到多幾步。各有好處，就是靈巧與踏實的取捨而已。而題解中的做法，算是比較易學易入門，所以長篇一點也值得說。

在一題多解之中，評鑑各樣解法未必只有好壞兩個選擇。事實上，一種解法往往有多方面的好處，有時是易想出來，有跡可尋；有時是簡潔精巧，有時是用處廣泛，數字情景改動一點，也能處理。

在與數班同學之中，多幾個解題的能手，交流各樣解難的技巧、評鑑解法的好處時，多了討論，對於什麼樣的解法，有什麼好處，思想就豐富多了。之後看各樣的解法，思考起來，角度也更多。

「綠得開心大使」

體驗低碳新生活



◆ 「綠得開心大使」參觀「世界場地越野車錦標賽」。 港燈供圖

綠得開心@校園

港燈「綠得開心大使」早前在港燈客戶服務總經理蔡偉民帶領下「潮」走中環，參觀首次在香港舉行的「世界場地越野車錦標賽」，見識到這項國際賽事如何支持減碳。

「綠得開心大使」在賽前獲得寶貴的參觀體驗，除深入了解大會及港燈為是次比賽的準備，更在賽道「踩踩場」及走入車隊「秘密基地」，近距離接觸全電越野車，並與冠軍賽車手對談交流，認識電動越野車的特性。大使更有機會試駕模擬電動賽車，感受充當賽車手的刺激滋味。

衣食住行中了解智「型」碳中和

「潮」走賽車場學習低碳並非「綠得開心大使」的第一站，今年度的「綠得開心大使」訓練在10月尾已經開始！今年大使訓練會在衣、食、住、行四大範疇了解如何智「型」碳中和，並在學校和社區推廣低碳生活。



◆ TREE HOUSE 創辦人 Christian Mongendre(右一)與「綠得開心大使」分享經營綠色低碳餐廳心得。 港燈供圖

第一站，「綠得開心大使」到訪港燈參觀電動車充電設施，由港燈總工程師何國華與大使們分享香港電動車使用趨勢，並介紹公司不同型號的充電器及電動車。大使阮同學分享：「很高興可以親身體驗電動車充電過程，以及認識多款不同功能的電動車。更意想不到現時香港電動車數目量比2019年已經上升超過五倍，期待會有不同類型電動車推出，減低香港碳排放。」

「綠得開心大使」亦到訪「智借用電生活廊」，透過生動有趣的導賞及互動遊戲，深入認識可再生能源應用及低碳智慧城市發展；大使們同時參加製作風力發電機模型工作坊及參與再生玩具工作坊學習使用再造的紙皮製作「南丫風采發電燈箱」。

體驗完潮「住」同潮「走」，當然少不了潮「食」！一眾大使親身到訪綠色低碳餐廳 TREE HOUSE 試食低碳有營下午茶，創辦人 Christian Mongendre 分享：「經營一間綠色低碳的餐廳，從食物選材到運輸過程，甚至到包裝用料都經多重考量才會推出。維持低碳飲食並不容易，但我們會在香港繼續積極推動低碳飲食，希望各位大使都可以將低碳飲食分享給身邊親友。」

未來，「綠得開心大使」的訓練將陸續有來，密切留意「綠得開心大使」的智「型」碳中和體驗！

如果有興趣了解更多「綠得開心大使」，可掃描二維碼瀏覽詳情，更可以追蹤「港燈綠得開心計劃」Facebook留意「綠得開心大使」的最新動態。



掃碼瀏覽

◆ 張志基

香港數學奧林匹克學校
Hong Kong Mathematical Olympiad School

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外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。

◆ 港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前逾650間全港中小學校及幼稚園加入「綠得開心」學校網絡。如欲加入一同學習和推動環保，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。