

科學講堂

逢星期三見報

神秘帶走輻射「碎片」能量 實驗證存在

微中子「神龍見首不見尾」

質量微小 物理學家盡腦汁尋找「消失的能量」

誰說香港沒有前線基礎科學研究？香港在微中子(neutrino)方面的研究就可以說是達到國際水平。什麼是微中子？今天就來為大家介紹這種「神龍見首不見尾」的粒子。

顧名思義，微中子的「中」是指它中不帶電荷，不像電子(electron)那樣帶負電或質子(proton)那樣帶正電。「微」是指它質量微小，比電子還要輕上起碼一百萬倍。(曾有一段時間科學界普遍認為微中子是有質量的。)

一度質疑能量守恆定律

微中子的發現也曾為當時的科學家們帶來一點驚嚇。20世紀初，科學家研究各種輻射，其中一種來自名為β衰變(β decay)的核子反應。當時的科學家觀測這種核子反應，發現一顆原子核(比如說碳-14)會變成另一種相關的原子核(例如氮-14)和一顆電子，而這些被發出來

的電子就是其中一種我們量度到的輻射了。然而，當時的科學家面對一個很大的疑惑：為什麼β衰變發出來的電子會有不同的能量？倘若一件有特定質量的物件分裂為兩件有特定質量的「碎片」，基於各種守恆定律，原來物件的能量只會以一個特定的比例分配給兩件「碎片」。如果從β衰變出來的「碎片」每次都有不同的能量，就是在暗示能量並非不變：有些時候可能消失了。

怎麼辦？能量不能被製造或毀滅這條守恆定律是否一個假象？然而19世紀的科學家和工程師

已談及能量守恆，而且這條定律好像還一直運作正常；要將它全盤否定看來有點困難。有科學家——比如著名丹麥物理學家波爾(Niels Bohr)——提出能量可能不是在每個過程中都守恆：有些時候部分能量可能不見了，有些時候最後的能量可能比開始時多了點，但整體來說整個世界的能量還是沒有多了或少了。

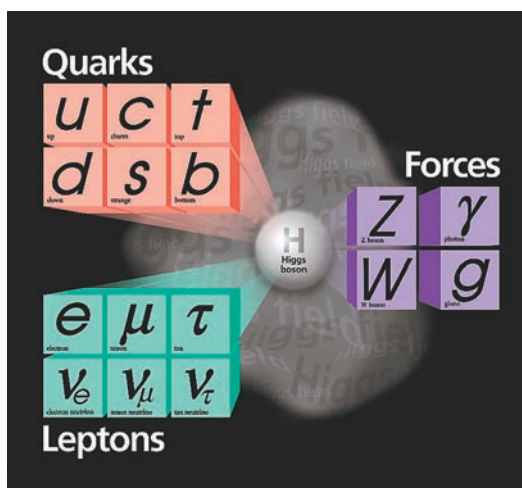
這個想法有點危險了：科學家們還未有觀測到一次「能量多了」的β衰變。

不帶電荷難暴露身份

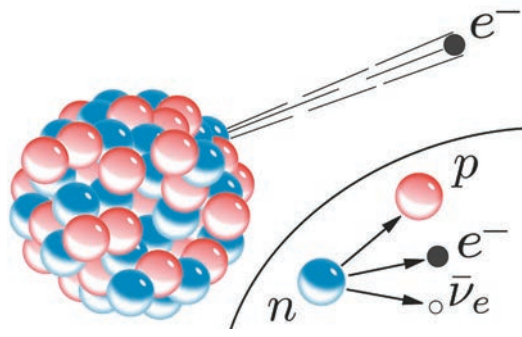
1930年奧地利物理學家包立(Wolfgang Pauli)提出了另一個可能性：β衰變除了放出電子，其實還一併發出另一種粒子。倘若β衰變時一顆原子核是分裂成3個「碎片」而不是2片，那麼發出來的能量就能以不同的組合分配到這3個碎片之上，而且每一次的分配不一定一樣。由於部分能量被這枚新的粒子帶走了而不被察覺，我們便覺得能量不見了。

當然，這個主意也有它的難度：這「另一種粒子」是什麼？為什麼我們以前察覺不到？由此推想，這種粒子應該不帶電荷，因為帶電荷的容易受到電磁場影響而暴露身份；它跟其他物質的相互影響也會很弱(比方說不像伽瑪射線、X光那麼容易將菲林底片顯影)。

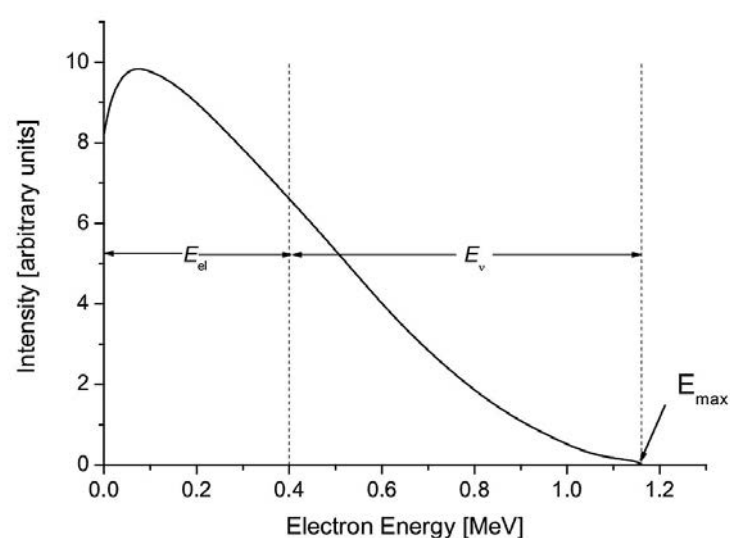
聰明的讀者現在應已想到，這種粒子後來終於被細心的實驗家確切找到，也就是今天的主角「微中子」了。



組成物質的各種基本粒子。圖中以符號ν代表的就是微中子。網上圖片



β衰變的核子反應。網上圖片



從β衰變發出來的電子會有不同的能量。網上圖片

小結

今天的故事再次展現了「大膽假設、小心求證」的科學精神：「能量並不守恆」、「無人見過的新粒子」。這些假設，現在看來可能還是十分驚人的。為了解釋不可解的現象，科學家們大膽把它們提出，再尋找確切證據去佐證。香港如何參與微中子的近代研究？下次再繼續與大家分享。張文彥博士

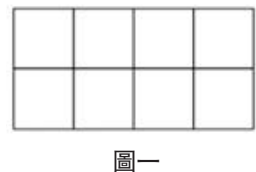
作者簡介：香港大學土木及結構工程學士。短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

奧數揭秘 「染色」破剪紙難題

逢星期三見報

平常的一張長方形方格紙，比如圖一之中的，若是要求把全個圖形剪開成許多個1x2的小長方形(橫和直都可以)，這個是沒難度的。

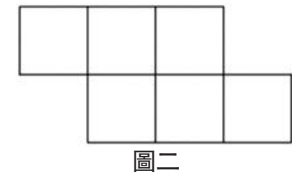
換一個情況，試把對角的兩個正方形拿



圖一



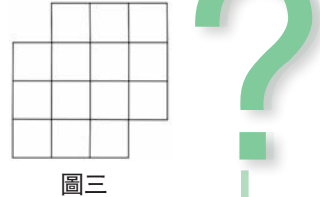
1x2的小長方形



圖三

問題一

若把大方格紙剪去兩對角，如圖三那樣，那麼能否完全剪開成一個個1x2的小長方形？



圖四

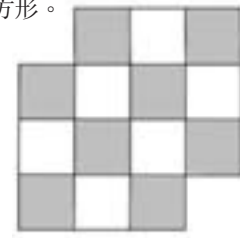
答案

若是不斷去嘗試兩個兩個地數着，嘗試的方法是很多的，不過即使試了很多次，除非試到有一次成功，否則也頗難確定是否真的不行。

多試幾次試不到，最多能主觀地比較相信它不可能，還未是它不可能的確據。以下用到了一個染色的技巧，就能看到為什麼不可能。

把方格紙染上黑白色，如圖四那樣，會看到黑格比白格多兩個，這有什麼用

呢？要注意到1x2的小長方形，無論在什麼位置，總是一黑一白。因此黑格比白格多的圖四，必然不可能完全剪成1x2的小長方形。



圖四

多練習「普遍化」思維

解題當中，用到了染色的技巧，而且不難看出，這個染色的技巧，無論圖形多大，或者根本不是大長方形，只需要符合黑格數量不同的條件，就可以知道它不能被剪成小長方形。1x2的小長方形，其實在證明中是一黑一白，成了解題關鍵，而這個也可以普遍一點地看，原來只需要黑與白是1:1就行了，於是也可以講到，其實1x4和2x2的小矩形，也是無法剪出的。

剛才這一段，展示了一種普遍化的思維，就是在理解證明之中，洞悉關鍵，然後知道題目之中的條件如何改變，推論仍然成立。這個思考方式在數學之中是常用的，也有許多不同的層次。因着數學知識的厚薄，

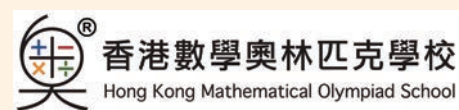
也會聯想起不同的普遍化的方式。這樣的思考方式，可以在特殊的現象之中，看到更多的普遍事理，把個別的技巧擴大應用範圍，因此不單是一個數學技巧，而是一個普遍的思想技巧。

要留意到這樣的普遍化，是基於題目之中的解法。若是解法不同，經普遍化而得的結果亦大不相同。試想像若是純粹用一個一個數的方法去解剛才的問題，即使嘗試普遍化，所得的結果未必有原先的那麼濃厚。

以上是由剪紙之中，講到了染色技巧，然後示範了一點普遍化的思維，當中普遍化尤其重要，是學好數學的關鍵，值得多練多想。

張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓的教育機構，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

英火箭車設計賽 STEM可借鑑

STEM教學在不同地區均積極發展，英國的學校將於今年6月舉行一項有趣的STEM比賽活動。來自14個地區的56所於地區賽脫穎而出的學校隊伍，將於韋靈伯勒進行全國性的火箭車速度挑戰賽，競逐最高速度的獎項。

RACE FOR THE LINE火箭車設計比賽由BLOODHOUND SSC聯同多個機構舉辦，BLOODHOUND SSC是一個不斷挑戰速度極限的團隊，現正研發新一代的火箭車，並預計於2018年可望突破每小時1,000英里的速度紀錄。

在研發過程中，工程師團隊發現近年在研究方面有缺乏人才的情況，故開始構思透過學生活動，提高新一代對科研的興趣，並讓他們可接觸到最新的研究相關資訊。

活動自2015年開始，至今已踏入第三季比賽，整個活動主要分為速度比賽及

世界紀錄挑戰兩個部分。速度比賽由工程師透過與地區學校合作，舉辦工作坊及提供相關培訓，讓學生掌握火箭車設計中所需的數理知識，包括透過實際測試了解火藥及流體動力學等原理，不斷改良設計以達到更佳速度。

重理論與實踐結合

學生在掌握有關知識後更可嘗試利用其他材料自行設計更好的作品挑戰世界紀錄。現時健力士世界紀錄中最快的模型火箭車時速達每小時533英里，是由英國一班初中學生所創造。

在整個火箭車比賽活動中，工程師注

重學生掌握各項科學、科技、工程及數學相關知識，學生學習3D模型設計車身，亦透過編程及microbit應用，自行製作和測量裝置，記錄速度及三維的加速數據，再利用EXCEL等工具學習進行分析了解車身設計當中的問題。

近日，香港也有望實現如此大型的比賽，更會聯同澳門以及內地舉辦。過去一年香港學校在STEM方面比較集中於機械人等活動，着重學生學習現行科技完成作品。相對英國學校比較鼓勵學生積極改進科技突破領域，香港學校循這個方向發展，亦未嘗不可。

香港新興科技教育協會 梁子雲

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。



有問有答

隔星期三見報

「低碳生活」即低消耗、低開支、減少浪費。

近年來，低碳和減排的概念已不單單是針對工業化發展的一種要求，而且越來越深入人心，滲入到人們生活的方方面面。可是，怎樣才算低碳生活呢？

衣食住行方面觸及

日常生活中，節約用水、節約用電……這些長期以來被廣泛提倡的好習慣，其實就是在倡導低碳生活。

低碳生活本身的含義是減少二氧化碳的排放，以一種低能量、低消耗、低開支的方式來生存。具體來說，就是在生活中的衣、食、住、行各個方面，都注意節能減排。

汽車行駛要耗油，燃油在生產和使用過程中都會釋放溫室氣體，汽車耗油後還要排放出大量含碳廢氣，這是溫室氣體的重要來源之一；家用電器不可或缺，日常生活離不開電，但火力發電作為很多國家的主要發電方式，在發電時燃燒了大量的化石燃料，也會排放很多二氧化碳，所以我們每消耗一度電，其中就含有一部分二氧化碳排放量；其他生活用品、工具、食物等，在其生產、運輸過程中同樣包含著一定數量的碳排放。

多乘公交 分類回收垃圾

既然我們生活的各個方面或多或少地排放着碳，那麼低碳減排就成了一項全人類的大工程。每個人都可以從身邊的一點

低碳生活始於身邊



學校教導兒童分類回收垃圾。資料圖片

一滴做起：上班上學等出行採用騎單車的方式，健身環保一舉兩得；多乘公共交通工具出行，減少交通負擔，也減少碳排放；養成隨手關閉電器電源的習慣，以節約用電；把家裡的燈換成LED燈或LED燈；積極參與綠化以儲碳；節約用紙，不用或少用一次性用品；自覺抵制過度包裝的商品，少用塑膠袋；響應垃圾分類回收的號召，變廢為寶，廢物利用；內地居民可響應「削峰填谷」的倡導，將部分用電移至夜間，省電又省錢……可見，低碳生活並不遙遠，就在我們身邊。

低碳生活是一種文明的綠色生活習慣，也是對環保理念的踐行。只要每個人都能

堅持這樣的生活習慣，就能呈現日積月累、聚沙成塔的效果，真正為大氣中二氧化碳含量降低作出貢獻。

每天，都記得問自己：今天，你低碳了沒有？

《十萬個為甚麼(新視野版)能源與環境II》

香港教育圖書公司

