

微中子觀測銀河系 好過用光線

科學講堂

大家可能都喜愛觀察星空、注意各種天文現象；天文學家們更是如此。大家都可能想當然地認為察看星空自然是運用光線，其實並不一定如此。今次就和各位介紹，科學家們如何使用微中子（neutrino）這種特別的粒子來觀測銀河系。

探究能量無故消失 發現「微中子」

先介紹什麼是微中子。我們知道「能量不能無故生成，也不能無故摧毀」，然而當科學家們觀測中子（neutron）衰變成質子（proton）及電子（electron）時發現一個奇怪的現象：中子的部分能量好像消失不見了！其後奧地利物理學家鮑利（Wolfgang Pauli）提出，或許中子衰變的時候也會釋放出一種未知的粒子，把原來中子的部分能量帶走。這樣的粒子不易察覺，因此感覺上就好像有些能量不見了。後證實這種粒子真的存在，它們極少與其他物質發生作用，因此不易被發現；它們像中子一樣不帶電荷，但質量卻極為細小，因而被改名為「微中子」。

如前所述，要觀察星空或者其他物體，不一定要使用光線；電子顯微鏡利用電子來窺探物件的內部結構就是一個例子，只要電子能清晰地反映出物件的狀況就可以。運用微中子觀察銀河系，也有比運用光線優勝的地方：來自天體的光線在到達我們的儀器或眼睛之前，極容易被其他障礙物阻隔或干擾，影響我們觀察的質素。特別是星體密集的銀河系中心，對光線的干擾就更為嚴重，不太容易利用光線去觀察。反過來說，微中子不易跟其他物質發生作用，不易受到干擾。因此哪怕是來自銀河系中心的微中子，也能夠較輕易被我們測量到。

運用微中子觀察銀河系可以加深我們對銀河系甚至宇宙的認識。科學家們一直在猜想宇宙射線的來源，宇宙射線是能量極高的粒子，充斥於宇宙之間，但它們究竟是從哪裏來，宇宙中究竟有什麼機制可以生產如此高能量的粒子？宇宙射線帶有極高能量，當它們與其他物質碰撞，可以產生高能量的微中子；銀河系中心則有極多天體，能夠跟宇宙射線發生作用而造成大量微中子。

正因如此，科學家們希望通過觀察銀河系的微中子來增加對宇宙射線的認識。為了測量微中子，科學家們建立冰立方微中子觀測站（IceCube Neutrino Observatory）。這個觀測站設於南極，能夠避開其他信號的干擾。更有超過5,000個感測器安裝於冰面1.5公里之下，因而這個觀測站甚至被改名為「冰立方（IceCube）」。

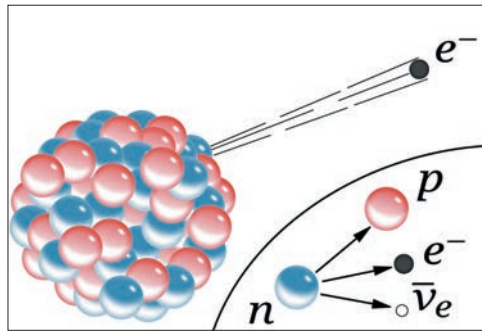
「冰立方」於2010年正式完成，在2011年5月至2021年5月這10年之間，已經收集了近6萬個微中子數據。不過根據分析，科學家們並沒有在銀河系中找到特定製造微中子的物體，可能也沒有特別的天體在生產宇宙射線。

科學家們已經在策劃更大、更準確的觀測站，希望能對銀河系、宇宙射線和微中子有更深的認識。



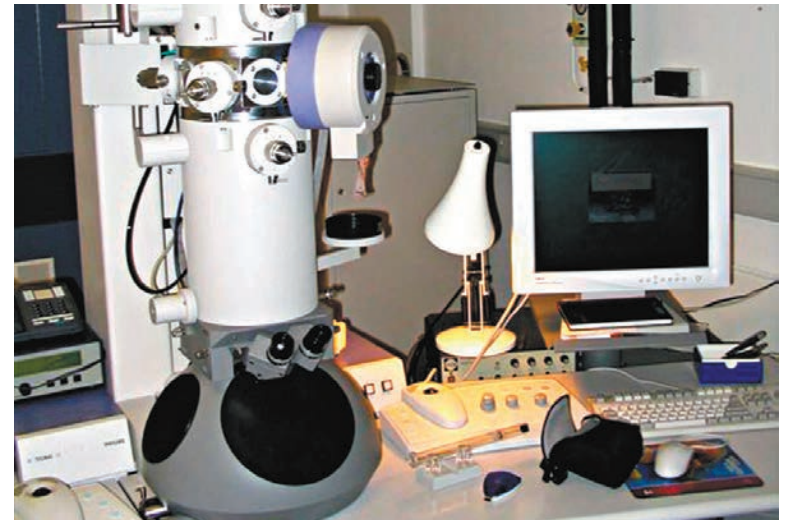
◆冰立方微中子觀測站設於南極，是科學家們為了測量微中子而建立的觀測站。

網上圖片



▲中子可以衰變成質子、電子和微中子。
網上圖片

▶電子顯微鏡利用電子來窺探物件的內部結構。
網上圖片



小結

剛發現微中子的時候，大家可能都沒有想到可以怎樣應用它們。如今運用微中子作天文觀察，或許也能反映出人們跳出固有思維的創意。

◆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。

入門級奧數題 破解要有「方向感」

奧數揭秘

問題：設 a, b, c 及 n 為正整數。若 $a+b+c=19 \times 97$ 及 $a+n=b-n=\frac{c}{n}$ ，求 a 的值。

答案： $19 \times 97 = a+b+c = a+(a+2n)+n(a+n) = n^2+an+2n+2a = (n+a)(n+2)$ ，右方可以是 1×1843 或 19×97 。易知 a 不是 1 或 2，因此有 $n+a > n+2 > 2$ ，故此 $n+2=19$ ，得 $n=17$ ，而 $a=97-17=80$ 。

這次談一道入門的奧數題，中學階段初學奧數的讀者也可以一試。

解題時，先把 b 和 c 分別用 a 和 n 來表示，化簡代數式後作因式分解。由於 19 和 97 都是質數，乘積分解後只有兩個情況，觀察到等號兩方兩數都大於 2，而 $n+a$ 普遍比較大，經檢查後，就得到了答案。

在思考方向上，由於題目裏問 a ，於是把各數用 a 表示是直接的想法；而 n 則是多出來的，化簡後看得出能因式分解，聯想到整數的整除性質，故之後要分類討論。一般來說，若沒留意各數是整數的情況，見算式裏有兩個未知數，可能無法知道下一步。

知道了等號右方是兩質數相乘之後考慮各種情況，可以解得 n 和 a 。上邊較簡潔的地方，是考慮到普遍較小的 $n+2$ 大於 1，那樣就排除了幾個情況，直下推論答案。

這題在數學競賽是初階的入門題目，解起來有點「方向感」。知道要減少未知數的數目，然後應用整數特質。初接觸數學競賽時，學生較少留意到未知數為整數，是有些整數特質用得上的，因為課內

見着未知數，普遍是談實數的情況比較多，把未知數局限在正整數，再配合一些數論知識，也是許多競賽題的特色。

這些正整數分解方面的題目，上邊這題剛好只有 19 和 97，兩個都是質數，要是數字改成了合成數，又要再分解。初學時有個難點，分解時列舉出各個分解的情況會數漏。若情況變成是 38×97 ，那樣分解起來，就有 1×3686 ， 2×1843 ， 19×194 和 38×97 四個情況。要是未留意到 $38=2 \times 19$ ，要分解成質數相乘，就容易有漏洞。

上述題目，在奧數初學者看來容易有思路，未至於腦海空白。探索 5 分鐘至 10 分鐘，嘗試各個代數式的形式，聯想一下從前的經驗，比一些典型的課內題多了變化和新意。

要是中學生初次接觸奧數，大概都是在做這個難度的題目。先適應了非典型題目的陌生感，再學會應用一些已有知識去處理新情景，然後逐步探索，應用一些課外才有的技巧。這種綜合知識的思維已經是較高層次的思考方式。



◀▶ 上學年比賽中，評審聆聽及體驗入圍隊伍如何善用藝術、遊戲及科技推廣節能減碳，讓綠色教育更具趣味性。
港燈供圖

發揮創意拓「綠能」 港生報名「夢成真」

綠得開心@校園

港燈每年舉辦「綠色能源夢成真」比賽，鼓勵年輕一代善用創新科技及發揮無限創意提出可持續發展的綠色能源解決方案，多年來已成就過百個綠色夢，支持香港在 2050 年前實現碳中和。「綠色能源夢成真 2023/24」現正接受報名，萬勿錯過今次「夢成真」的機會。

上學年港燈共資助 17 隊來自中學及大專的隊伍推行環保項目，不少項目善用藝術、遊戲及科技推廣節能減碳，更結合社會議題，貼近社會發展。當中表現最優秀的 12 隊早前參與總決賽，競逐終極大獎。

中學組冠軍由筲箕灣官立中學隊伍製作的桌上遊戲奪得，其得獎項目「Renewpoly」通過結合遊戲及能源教育，以科普再生能源的發展及挑戰。團隊悉心製作影片解釋遊戲規則，增加大眾對再生能源運作的認識。

組員王錕錕希望公眾從遊戲中輕鬆地認識再生能源及了解綠色新機遇，增加社區對全球氣候暖化的關注，推動更多人珍惜現有的資源，「夢成真」的過程絕不簡單。團隊於校內邀請同學試玩以助改良內容，組員亦感謝港燈導師協助「Renewpoly」桌上遊戲面世，讓他們實踐理想中的遊戲體驗，同時達到推廣環

境教育的目標。

至於大專組冠軍則由香港中文大學、香港理工大學及香港教育大學聯合組成的項目「智能家居電量分析系統」奪得。團隊受港燈的智能電錶啟發，希望大眾可以透過該系統監測每件電器的用電量。項目通過手機應用程式即時為用戶提供個人化的家居節能建議，從而有效提高能源利用效益。組員黃子嘉表示，剛開始項目時想法未顧及實際操作，有賴港燈導師分享專業經驗並提供實用的建議助他們最終完成項目。

「綠色能源夢成真」讓同學們以創新科技、創意藝術或遊戲實踐綠色能源方案，為香港的可持續發展帶來嶄新觀點。港燈將為入圍隊伍提供 5 萬元的種子基金資助，以及相應專業技術援助，協助同學們將理想藍圖呈現出來。得獎隊伍將獲得獎學金以茲鼓勵，大專組冠軍隊伍更可到港燈體驗環保發電的工作，深入了解香港的綠色能源發展。

有興趣參加的同學可掃描以下二維碼提交方案，截止日期為 9 月 25 日。



掃碼報名

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

◆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。

◆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、多認識再生能源和實踐低碳生活，目前已超過五百四十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。