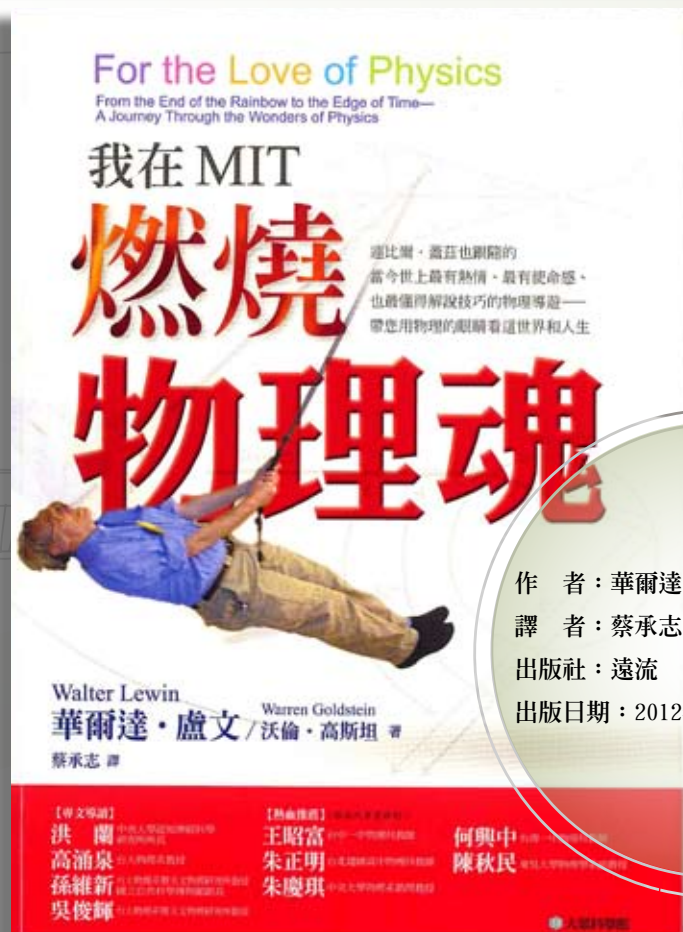


科學讀書會

我在MIT燃燒物理魂

文／白榮銓



本書作者之一的華爾達·盧文 (Walter Lewin, 1936 ~) 出生於荷蘭，1965 年獲得荷蘭的德夫特理工大學 (University of Technology in Delft) 核子物理 (nuclear physics) 博士學位。1966 年前往美國麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology，簡稱為 MIT) 擔任博士後研究員，同年獲聘為助理教授，並加入 MIT 的 X 射線天文學團隊，成為 X 射線天文學的前驅。1974 年升任教授，1978 年獲得 NASA 傑出科學成就獎；1993 年獲選為皇家荷蘭人文與科學研究院的通訊院士，以及美國物理學會的院士。

除了在天文學上的傑出表現，三十多年來，盧文在 MIT (已退休) 的物理相關課程教學，非常受到學生們的喜愛，因此部分課室教學還被拍成影片上傳至「MIT 開放課程」(MIT OpenCourseWare，網址 <http://ocw.mit.edu/index.htm>)、YouTube、iTunes U 以及「學術地球」(Academic Earth，網址 <http://www.academicearth.org>) 等網站，每年都有超過百萬人次以上的點閱率。1984 年，獲頒 MIT 科學委員會的傑出大學部教學獎 (MIT Science Council Prize for Excellence in Undergraduate Teaching)；2003

我在MIT燃燒物理魂

JUL 2012

年，又獲得另一項獎勵傑出大學部教學的貝克獎 (Everett Moore Baker Memorial Award for Excellence in Undergraduate Teaching)。

在「MIT 開放課程」的影片畫面上，我們可以看到盧文在演講廳講課時，常一手插在褲袋，在講台上來回走動，偶爾搭配手勢強調內容，用字遣詞有著經過深思後的言簡意賅，講話的音調給人感覺充滿熱情，這樣的教學魅力，吸引了階梯座位上所有學生的眼光。

盧文的額頭很高，滿頭雜亂灰髮，配上一副眼鏡，上課時皆穿著藍色棉質襯衫，袖子捲到手肘，下半身穿著卡其褲，每堂課都有相關的演示實驗，精彩的演出難免讓人想到以「時間旅行」為題材的美國科幻電影《回到未來系列》(Back to the Future trilogy) 裡那位熱情赤誠、有點瘋狂的科學家—布朗博士。

本書共分 15 章，「第 1 章 希望你也能看到物理之美—從原子核到深太空」、「第 2 章 我的外婆與伽利略—測量、精確度和恆星」、「第 3 章 你的體重有多少『牛

頓』？—物體的運動與牛頓三大運動定律」、「第 4 章 吸管與呼吸管的長度—大氣壓力與水壓」、「第 5 章 將彩虹握在手中—彩虹的上方、下方、外側與內側」、「第 6 章 聽宇宙在唱歌—弦樂、管樂及和諧的樂音」、「第 7 章 富蘭克林的風箏—電的奇妙現象」、「第 8 章 人體飄浮藝術—磁、電與馬克士威方程式」、「第 9 章 減肥的物理課題—瘦身、能源危機和能量守恆」、「第 10 章 1962 年 6 月 18 日午夜—來自外太空的 X 射線」、「第 11 章 四萬四千公尺的高空日記—X 射線高空氣球」、「第 12 章 另類的末日想像—宇宙災難、中子星及黑洞」、「第 13 章 天上的雙人舞—雙星系統的故事」、「第 14 章 天文物理情報戰—真假 X 射線爆源」、「第 15 章 當藝術碰上物理—看事情的兩種方式」。

以「第 2 章 我的外婆與伽利略」—「測量、精確度」單元為例，盧文告訴學生，童年時外婆曾告訴他「你站著的時候，身體會比躺下來時來得短」，為了紀念他的外婆，他要測試這個怪異的說法，於



“

盧文在影片提到：他對物理中最重要的概念之一「能量守恆定律」百分百地信任，並自嘲地提到「if I don't succeed in giving it zero speed, then this will be my last lecture.」”

是在課堂上請志願者上台，經實際測量後，盧文宣布「我外婆是對的！」，因為我們站著時，重力會使脊椎裡各脊椎之間的軟組織（脊椎盤）受到擠壓，而躺著時，我們的脊椎是擴展的，難怪太空人抱怨進到太空後，他們的太空服會變得比較緊。另外，盧文以測量推翻現代科學之父—伽利略 (Galileo Galilei, 1564~1642) 有關「哺乳類動物體形大小、大腿骨長度和大腿骨粗細之間比例關係」的推論是錯的，藉此幫助讀者了解「好的測量」能告訴我們多少事！

在「第3章 你的體重有多少『牛頓』」介紹「擺的運動」時，盧文在課堂上使用牛頓運動定律推導出適用於小角度的單擺 (simple pendulum) 週期公式：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

(T 是單擺週期的單位，單位：秒； L 是繩子的長度，單位：公尺； π 大約是 3.14； g 是重力加速度，大約 9.8m/s^2)。

學生常問：「角度多小才算小？」，有的學生問得更具體：「振幅 5 度算小嗎？對振幅 10 度的單擺，這個方程式還適用嗎？還是 10 度已不算小了？」，為了回答這些問題，盧文在教室架設了一個單擺，繩索的長度為 5.18 公尺，繩索的末端固定一個 15 公斤的鐵球擺錘，依據公式，這個單擺的週期：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{5.18}{9.8}} = 4.57 \text{ 秒}$$

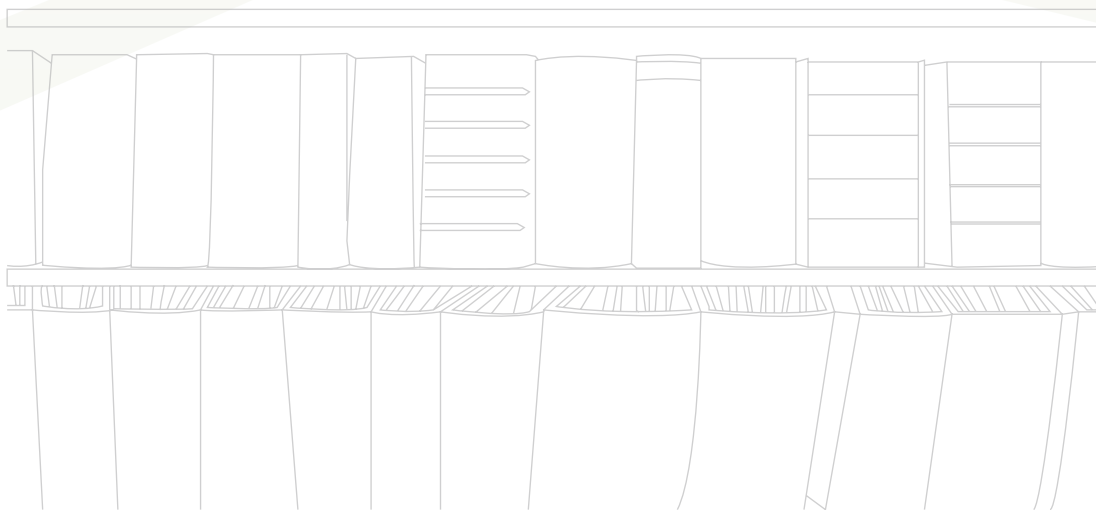
盧文將擺錘拉至一側，分別讓繩索與垂直線夾角 5 度和 10 度，測量擺動十次的時間需要 45.75 ± 0.1 秒，然後換算成擺動一次的時間 4.575 ± 0.01 秒，在測量的誤差範圍內，兩個不同角度的週期幾乎相同。

盧文接著問學生：「假設我坐在擺錘上，跟它一起擺動，週期會改變嗎？」。當然不能坐在擺錘上，因為那就等於繩長變短，週期也會稍微變短。因此盧文將擺錘拉高，夾在兩腿之間，抓住繩索，然後讓自己的身體盡量保持水平，隨著擺錘來回擺動（如本書的封面照片），學生們因為盧文尷尬滑稽的情況大笑不已，最後所得到的週期，在測量的誤差範圍內幾乎是相同的，這樣的瘋狂實驗教學，讓學生們興奮到快要抓狂了。

讀者可以瀏覽「MIT 開放課程」網站，課程的路徑：Home > Courses > Physics > Physics I: Classical Mechanics > Video Lectures > 10: Hooke's Law, Simple Harmonic Oscillator，在影片の後半段可以觀看得到。

(網址：<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01-physics-i-classical-mechanics-fall-1999/video-lectures/lecture-10/>)

在「第9章 減肥的物理課題」介紹「能量的轉換」時，同樣利用上述實驗的擺錘，但是這次他必須冒著生命危險，把自己的頭置於一顆球形鐵錘會行經的路



線上。首先，盧文站在講堂的一側，頭和背部都緊靠著牆，雙手抱著 15 公斤重的鐵球，讓它緊貼在下巴，其次，放手讓球擺動時必須非常小心，不能給它任何的推力，也就是不能有任何的初速度，否則擺回來時一定會傷到人。

作者承認每次做這個實驗，當鐵球擺回來時，都會感到腎上腺素上升，甚至連眼睛都閉起來，為什麼還要「搏命」演出呢？盧文在本段影片提到：他對物理中最重要的概念之一「能量守恆定律」百分百地信任，並自嘲地提到「if I don't succeed in giving it zero speed, then this will be my last lecture.」，引得學生們哄堂大笑，難怪盧文認為這是最受歡迎的實驗。

讀者可以瀏覽「MIT 開放課程」網站，課程的路徑：Home > Courses > Physics > Physics I: Classical Mechanics > Video Lectures > 11: Work, Energy, and Universal Gravitation，在影片の後半段可以觀看得到。

（網址：<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01-physics-i-classical-mechanics-fall-1999/video-lectures/lecture-11/>）

其實，本書許多章的內容均有註明相關網頁的網址，讀者可以上網觀看作者親身授課和示範的科學演示影片，這是「科普書籍」和「網站資源」相輔相成的絕佳組合實例。

由上述可知，本書內容融入了盧文的人生經歷、科學史、日常生活中的物理經驗、基本的物理原理、平時的教學內容、創意的物理實驗、X 射線天文學的研究、藝術與科學看待世界的方式。

物理教學方面，盧文總是嘗試帶領學生看森林，而不是帶著他們在一棵樹上忙著爬上爬下，重點不是在你所「涵蓋」(cover) 的內容，而是你所「揭開」(uncover) 的內容，與其在課堂上涵蓋某些主題，不如引導學生體驗「發現」之美。如同本書的英文書名「For the Love of Physics」，盧文希望自己對物理的熱情能夠傳遞給讀者，讓他們愛上物理，並且用不同的方式重新看待這個世界，這應該是盧文在這本書中想要帶領讀者做的事。