

For the Love of Physics

From the End of the Rainbow to the Edge of Time—
A Journey Through the Wonders of Physics

我在MIT 燃燒 物理魂

連比爾·蓋茲也跟隨的
當今世上最有熱情、最有使命感、
也最懂得解說技巧的物理導遊——
帶您用物理的眼睛看這世界和人生

Walter Lewin

華爾達·盧文

Warren Goldstein

沃倫·高斯坦 著

蔡承志 譯

【專文導讀】

洪蘭

中央大學認知神經科學
研究所所長

高涌泉

台大物理系教授

孫維新

台大物理系暨天文物理研究所教授
國立自然科學博物館館長

吳俊輝

台大物理系暨天文物理研究所教授

【熱血推薦】（依姓氏筆畫排列）

王昭富

台中一中物理科教師

朱正明

台北建國高中物理科教師

朱慶琪

中央大學物理系助理教授

何興中

台南一中物理科教師

陳秋民

東吳大學物理學系副教授

大眾科學館

遠流

Popular
Science

38 大眾科學館



我在MIT

燃燒物理魂

For the Love of Physics

From the End of the Rainbow to the Edge of Time—
A Journey Through the Wonders of Physics

華爾達·盧文／沃倫·高斯坦 著

Walter Lewin with Warren Goldstein

蔡承志 譯

大眾科學館



Complex Chinese Translation Copyright © 2012 by Yuan-Liou Publishing Co., Ltd.

For the Love of Physics

Original English Language edition Copyright © 2011 by Walter Lewin and Warren Goldstein

All Rights Reserved

Published by arrangement with the original publisher, FREE PRESS, a Division of Simon & Schuster, Inc. through Andrew Nurnberg Associates International Limited.

我在 MIT 燃燒物理魂

作者 / 華爾達 · 盧文 (Walter Lewin)、沃倫 · 高斯坦 (Warren Goldstein)

譯者 / 蔡承志

責任編輯 / 賴佩茹

校對 / 余素維

封面設計 / 唐壽南

企劃經理 / 金多誠

科學叢書總編輯 / 吳程遠

出版一部總監 / 王明雪

發行人 / 王榮文

出版發行 / 遠流出版事業股份有限公司

臺北市 100 南昌路二段 81 號 6 樓

郵撥 / 0189456-1

電話 / 2392-6899 傳真 / 2392-6658

法律顧問 / 董安丹律師

著作權顧問 / 蕭雄淋律師

2012 年 5 月 1 日 初版一刷

2013 年 10 月 10 日 初版七刷

行政院新聞局局版臺業字第 1295 號

新台幣售價 / 399 元 (缺頁或破損的書, 請寄回更換)

有著作權 · 侵害必究 Printed in Taiwan

ISBN 978-957-32-6972-4

YLib 遠流博識網

<http://www.ylib.com> E-mail: ylib@ylib.com

國家圖書館出版品預行編目資料

我在 MIT 燃燒物理魂 / 華爾達 · 盧文 (Walter Lewin), 沃倫 · 高斯坦 (Warren Goldstein) 合著; 蔡承志譯. -- 初版. -- 臺北市: 遠流, 2012.05

面; 公分. -- (大眾科學館; 38)

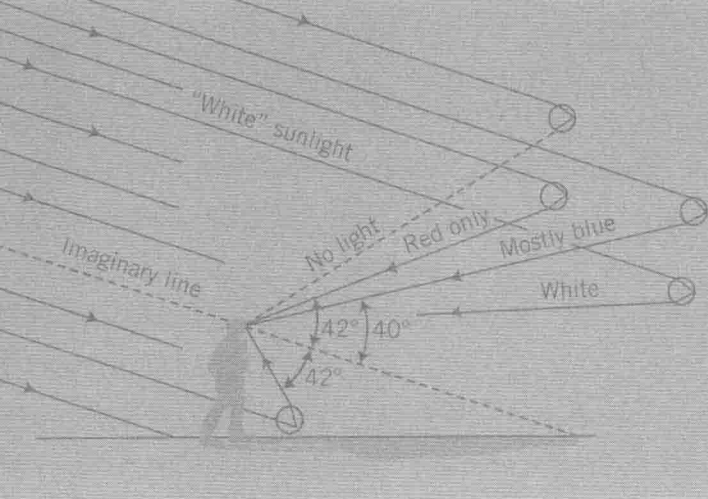
譯自: For the love of physics: from the end of the rainbow to the edge of time-- a journey through the wonders of physics

ISBN 978-957-32-6972-4 (平裝)

1. 盧文 (Lewin, Walter H. G.) 2. 傳記 3. 物理學 4. 大學教師 5. 美國

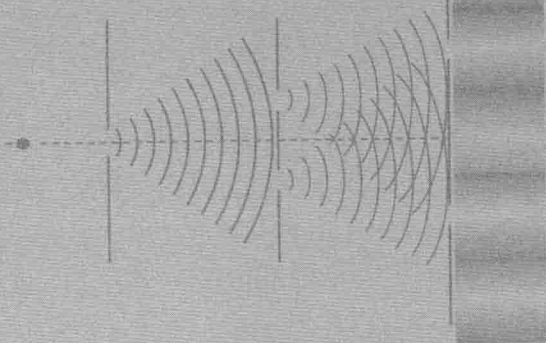
330.9952

101005728



目 錄

【出版緣起】		002
【專文導讀】	這真是教學的典範！／洪 蘭	004
	和費曼不一樣／高涌泉	007
	手握彩虹、耳聽天籟，盡享物理之美！／孫維新	010
	學物理，是在學「看事情的方式」／吳俊輝	013
【熱血推薦】	散發物理教學的熱情／王昭富	016
	你會更喜愛物理／朱正明	018
	你不可錯過的搞怪物理課／朱慶琪	019
	科學，不是只有事實，更是一種態度／何興中	020
	給Lewin按個讚！／陳秋民	022
前 言	最懂解說技巧的物理導遊—盧文	027
第1章	希望你能看見物理之美——從原子核到深太空	037
第2章	我的外婆與伽利略——測量、精確度和恆星	061
第3章	你的體重有多少「牛頓」？——物體的運動與牛頓三大定律	081



第4章	吸管及呼吸管的長度——大氣壓力與水壓	105
第5章	將彩虹握在手中——彩虹的上方、下方、外側與內側	127
第6章	聽宇宙在唱歌——弦樂、管樂及和諧的樂音	159
第7章	富蘭克林的風箏——電的奇妙現象	185
第8章	人體飄浮魔術——磁、電與馬克士威方程式	213
第9章	減肥的物理課題——瘦身、能源危機和能量守恆	235
第10章	1962年6月18日午夜——來自外太空的X射線	259
第11章	四萬四千公尺的高空日記——X射線高空氣球	273
第12章	另類的末日想像——宇宙災難、中子星及黑洞	297
第13章	天上的雙人舞——雙星系統的故事	317
第14章	天文物理情報戰——真假X射線爆源	333
第15章	當藝術碰上物理——看事情的兩種方式	349
〈附錄1〉	哺乳類動物的大腿骨	364
〈附錄2〉	牛頓定律的運用	366
〈銘謝〉		372

38 大眾科學館



我在MIT

燃燒物理魂

For the Love of Physics

From the End of the Rainbow to the Edge of Time—
A Journey Through the Wonders of Physics

華爾達・盧文／沃倫・高斯坦 著

Walter Lewin with Warren Goldstein

蔡承志 譯

【大眾科學館】出版緣起

王榮文

歡迎來到【大眾科學館】。2002 年 3 月，遠流引進了全球科普雜誌的第一品牌、有 150 多年歷史的 Scientific American，創辦了《科學人》雜誌，在這個景氣不太好的年頭，短短幾個月之間訂戶人數已達兩萬多。

這個現象所傳達出來的訊息，是廣大群眾對於科學知識的需求，已經攀上新的高峰；大家都認識到，在 21 世紀的今天，科學不再只是科學家在實驗室裡埋頭苦幹的事情而已，科學研究所產生的結果，會影響到我們每一個人：從日常生活到社會議題到人生哲學，到處都充斥著科學的影子，科學早已成為「眾人之事」；要是追不上科學發展的步伐，您可能會和社會脫節！

而事實上，作為一家出版社，遠流也早已體認到提升全民科學素養的重要性，陸續出版了曾志朗院士的《用心動腦話科學》、【台灣館】的「觀察家」、「台灣自然寶庫」、「魔法校車」等系列；更邀請到認知科學學者洪蘭教授，來策劃【生命科學館】的出版，負責選書、甚至也親自參與翻譯的工作，就生命科學這個可能是 21 世紀最重要的課題，提供讀者相關的知識，從 2000 年 2 月起，陸續出版了《基因複製》、《為什麼斑馬不會得胃潰瘍？》、《深海潛魚 4 億年》及《腦內乾坤》等十多種圖書。

現在，《科學人》現象讓我們深切覺得，華文讀者對於科普出版品還有許多期待，範圍可擴大到其他的科學領域。這也是為什麼我們要開闢【大眾科學館】此一系列書籍的緣由。

我們覺得，科學叢書的出版與科學雜誌正好可以相輔相成。一般說來，雜誌必須同時關照各個科學領域的不同面向，就全球各地的科學發展，為讀者提供介紹及解讀的服務；科普圖書則可以就某個單一的主題，不用太擔心篇幅或版面的限制，盡情討論。而透過《科學人》雜誌，我們可以和全球各地的華文科學家有更積極的互動；透過科普圖書，他們則可以從華人科學家的獨特觀點出發，細說從頭。

因此，就像我在《科學人》創刊時提出的，希望「借用他山之石所搭建的知識平台，能讓科學與科學之間、科學與人文之間，找到對話的窗口。」當然，更希望爭取國內一流科學家的科普心血結晶。

如果說《科學人》可以讓人人都能成為科學人，那麼人人也都可以光臨【大眾科學館】和【生命科學館】，悠閒地逛逛。在這裡，您可以從微小的基因結構逛到宇宙深處、或數學的奇妙世界，也可以看看科學家如何發現各種突破既往的概念，對我們個人或社會帶來什麼樣的影響。

希望大家閱讀這些出版品時，都可以吸收到各種重要的科學知識，同時度過一段美好的知性時光！

這真是教學的典範！

洪 蘭

看完這本書，深深感覺到物理學就是應該這樣教！

科學來自日常生活的觀察，怎麼可以脫離生活呢？古人觀星象，想知道日月星辰運行的規則，所以有了「天文學」；智者觀察大自然中萬物的變化，所以有了「自然科學」與「社會科學」。科學是不可以與生活脫節的。台灣的科學教育始終無法生根，就是因為課本與生活脫鉤，在實驗室演算科學公式，回家則請人收驚喝符水。這本書從生活中常見的各種現象，用物理學的原理來解釋它的成因，深入淺出，讓人一看就懂。一本好的科普書不是要賣弄作者的知識，而是推廣科學的真義，這本書完全達到了這個目的，是這麼多年來難得一見的好書。

例如作者用彩虹，把光的效應解釋得非常清楚；他又解釋弦樂和管樂的和聲，使你下一次去國家音樂廳聽演奏時，會感覺不同，因為你已經知道了它的原理；電和磁場那兩章是每個人必讀的，沒有電，所有的文明享受都免談，有人說，電是古今中外最偉大的發現，對於電，我們應該抱著崇敬、珍惜的態度。我很喜歡書中作者對每一個主題的討論，科學和哲學是分不開的：一個

好的科學家一定是好的哲學家，因為一切從思辨開始！

至於磁場，正確的使用是無害的，看到作者在上電磁學的課時，把馬克士威的電磁學方程式投影在MIT演講廳的各面牆上，並且發送鮮花與學生一起慶祝這個人類文明重要的里程碑，就會不由自主的發出會心的微笑。馬克士威也是我最景仰的科學家，但是我還從來沒有想過這樣做，作者實在太可愛了。

在看本書時，不免會想，為什麼我們沒有這樣熱情的老師來帶動學生學習的興趣？我在念大學時，通識的課或入門的課都是講師，甚至助教來上，大牌教授都不屑來教新鮮人，好像大材小用。其實這是很錯誤的，入門課才是最重要，講得好會使本系的學生留下來，外系的學生轉進來，一旦入門課倒胃口，其餘的課就不愛上了。我們看到愈是有知識、有深度的教授，越是能深入淺出地把一門艱深的學問教到每個人都懂，不知MIT有無做過這個統計，看有多少人因為上過盧文教授的課而喜歡物理，甚至終身投入物理學的研究？

作者的課能這麼吸引人是因為他累積了三十年的教書經驗，本身對物理有無窮的熱情，深懂學習原理，知道要從學生每天可見的現象來著手，才能引發學生興趣，他的教學方式是我們的典範！

本書一開頭，作者自述他為什麼會到MIT來教書，我們都沒想到原來歐洲學校報帳的方式跟台灣一樣，是如此的繁瑣：吃三明治的錢不可以與喝飲料的錢合在一起報，必須一張一張填

寫。一個有創意的科學家如何能容忍這種顛預？他來到 MIT 訪問，看美國的「信任」方式，就不再回荷蘭去了。看到這一段，我心有戚戚焉，我是先享受了美國的「信任」，再回到台灣領教台灣報帳的痛苦。出國開會，連機票票根都不足以證明，還得影印護照的出入境頁才行，讓我了解作者願意離鄉背井，把一生的心力貢獻到教育美國人的心情。不知荷蘭政府有沒有後悔他們的僵化會計制度趕跑了一個這麼優秀的人才？

這是一本很好的科普書，科學並不可怕，它是你生活的一部分，請好好享受這本書！

（本文作者為中央大學認知神經科學研究所所長）

和費曼不一樣

高涌泉

我最初知道華爾達·盧文這位美國麻省理工學院（MIT）教授是在 2007 年底。當時紐約時報以一篇名為〈71 歲的物理教授成了網路明星〉的專文來介紹他，開頭即說：「71 歲的物理教授盧文，長久以來在 MIT 已有一群忠心粉絲；現在由於全球性網路課程的興起，他變成了國際網際網路大師。盧文的物理課錄影可以在網路上的 MIT 開放課程免費觀賞，這使得他在世界各地都有了仰慕者。」其中又寫到，開授 MIT 學生必修的物理課讓他體認到：「真正重要的是讓學生愛上物理、愛上科學。」

我自己雖然是物理老師，平常也會注意網路上的資訊，但要是沒有看到這篇報導，恐怕還不會知道這位物理名師。原因當然是盧文成名的網路課程是大學一、二年級的基礎課程（包括 1999 年秋季的「普物力學」、2002 年秋季的「電與磁」與 2004 年秋季的「振盪與波動」），這些課不會出現在我經常觀看的網路演講錄影之列（我看的通常是較專業性的物理演講）——每個人的時間都是有限的啊！去年盧文出版了《我在 MIT 燃燒物理魂》這本書，方才引發我的好奇，真的花了些時間去瞧瞧這些叫座的課。一看就嚇了一跳，因為太精彩了！他真的不是浪得虛名！

他的課非常緊湊但順暢，且有一些固定節奏：首先扼要地介紹基本概念，將公式清楚推導出來（不過對於某些較複雜的證明，他會讓學生自己讀課本自修），並將這些公式應用於具體的情境，且通常會算出某個帶有誤差值的物理量（例如垂直吊掛的呼拉圈的振盪週期），然後就是課程最吸引人的地方——以精心設計的示範實驗來查驗這些計算出的量。他非常重視誤差，不時以例子教導如何估算誤差，並強調不知道誤差的測量是沒有意義的。整堂課的最高潮也就是結束之時，在同學都親眼看到實驗果真驗證了公式的預測之際，這時盧文就會激動地喊說：「多麼了不起！在預測與實驗的誤差之內，物理是對的！」所以，盧文上課的特色就是以示範實驗將生命貫注到冷冰的物理定律、公式之中。

或許有人要問，盧文和另一位廣為人知的明星物理教授費曼相比，在教學風格上有何異同？相同之處當然就是兩人都能讓人體會他們對物理的熱愛，而其差異所突顯的其實是兩人在研究專業上的不同：費曼是理論學家，重視物理學整體結構，即物理知識之間的關連，他喜歡以自認最有意思的方式來決定教材，所以在大家極為欣賞的《費曼物理學講義》中，無論就內容選擇或順序安排而論，都有令人驚喜的創意；反之，盧文是實驗學家，他重視的是物理定律與實際現象的連結，所以喜歡在課堂上以實驗來直接呈現物理定律如何精確描述了自然，他要告訴同學的是：物理不是數學，而是關於藍天、白雲、彩虹、雷電……等大家熟悉的大自然現象。費曼與盧文所強調的重點雖稍有不同，但都是學習物理的學生必須掌握的面向。

盧文（他現在退休了）去年5月16日回到MIT原來的上課教室，做了一場名為「爲了物理之愛」的演講」（見MIT開放課程網站），我看了之後，對他的欽佩之心更提高了，因爲我聽到結束前有聽眾問：「你是怎麼準備演講的？花了多少時間？」他回答：「我要是告訴你，我的MIT同事會恨死我！」原來盧文平均要用上四十至六十小時，來準備一堂五十分鐘的課。他說他在上課前兩星期就會找時間對著空教室演練一遍，上課前一星期又演練一次，好將任何會拖長上課時間的因素都去掉，在上課當天早上五點，又會到空教室演練最後一遍！……真是令人又恨又欽佩的傢伙啊！

（本文作者為台大物理系教授）

手握彩虹、耳聽天籟，盡享物理之美！

孫維新

學物理的人都知道《自然哲學的數學原理》一書，這本書是牛頓在 1686 年完成的，書成之後，被譽為是「人類有史以來最偉大的智慧產物和心血結晶」，講這話的人大概是學理工的。的確，這本書描述了宇宙中任何兩個物體之間的交互作用，小至構成氫原子的質子和電子，大至我們包含兩、三千億顆恆星的銀河和同樣巨大的仙女座星系，彼此之間互相牽繫拉扯的方式和結果，都在這本書中被具體描述。但說句老實話，這本書雖然如此重要，但讀來卻艱澀難懂，對文法商管的學生而言，只有書名是感人的，因為談的是「大自然」的「哲學」。而這個「大自然」的「哲學」，就是今天的「物理」學！

物理學試著解釋自然界一切現象背後的道理和規律，因此和生活中的觀察體驗以及冥思遐想緊密結合，探索和研究的過程理應十分有趣，但「物理」卻常常和「化學」及「數學」在比賽，看誰是第一個被中學生放棄的學科！這是怎麼回事？一言以蔽之，學生在學習物理的過程中找不到「趣味」！

MIT 教授華爾達·盧文，將多年來的物理教學內容集結成

書，出版了《我在 MIT 燃燒物理魂》一書，內含運動學、力學、聲學、光學、電學、磁學，以及他的天文本行：從極小的原子核談到極大的中子星和黑洞，從克卜勒、牛頓，談到愛因斯坦。書中的敘述輕鬆有趣，對各種物理現象娓娓道來，同時描述這些現象在生活上的實驗或應用，讀來逸趣橫生、毫無壓力。除此之外，此書更有一個特點：書中許多地方加註網站連結，將內容直接延伸到網站上的圖片和影片。多年授課，盧文教授在網站上累積了許多充滿趣味的教學實況影片，這本書中的許多敘述，可以用盧文教授在網站上的演示教學影片作為輔助，兩者直接對照，讓這本書更增閱讀價值，這是科普書和網站資源難能可貴的結合。

盧文教授透過親身示範和活潑有趣的課堂演示，努力將物理活生生地呈現在他的學生面前。即使面對的是世界頂尖的 MIT 學生，他也清楚明說：「他們大多數人日後並不會成為物理學家。」他認為對這些學生而言，「認識和記住那些物理發現之美，比把注意力放在一些複雜的數學上要來得重要得多。」盧文教授所做的，是「盡可能幫助學生用一個不同以往的方式看待這個世界，去問一些他們從來沒想過的問題，把關注的焦點放在物理本身獨特的美，而不是數學的細節上。」他只想讓學生見識到物理本身令人讚嘆的優雅與美麗！

像這樣活潑有趣的物理演示教學，國內有人做嗎？當然有！過去十年是國內物理演示教學蓬勃發展的一段時間，東吳大學的陳秋民教授、台灣師範大學的黃福坤教授、中央大學的朱慶琪教授、長庚大學的邱韻如教授、清華大學的戴明鳳教授，和高雄師

範大學的周建和教授等，都認真投入了演示教學的研發和執行，也向國外這個領域的資深教授如馬里蘭大學的瑞察・柏格教授（Prof. Richard Berg）觀摩學習，引入新的教材教法，讓國內的物理教學也有了改善和生機。只希望教育部和國科會可以注意到這些努力，明白這些扎根的工作未來可能造成的影響，而持續予以支持。假以時日，說不定台灣的學生也能將上物理課視為生活中樂趣的來源！

這本書裡，盧文教授描述了星系團周邊的電漿因為聲波傳遞，起了漣漪，產生宇宙天籟；也提到了洗澡的時候太陽光射入浴室，在眼前出現了伸手可及的彩虹！這是他所謂的「作為物理學家的特權」，我多麼希望這本書能夠開啓年輕學子的智慧耳目，有朝一日，也可以手握彩虹、耳聽天籟，認真享受一個物理學家的特權！

（本文作者為國立自然科學博物館館長、
台大物理系暨天文物理研究所教授）