

科技部科普活動計畫 站上巨人的肩膀

偉大科學家傳記讀本輔助講義

第五部：費曼的故事

作者：胡維平

簡介：美國明尼蘇達大學化系博士

國立中正大學化暨生物系教授

國立中正大學通識教育中心主任

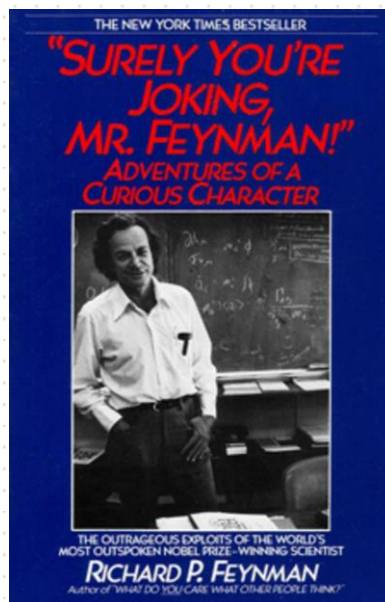
理查·費曼

理查·費曼 (Richard Feynman) 於 1918 年五月生於美國紐約市的曼哈頓區附近，十歲以後一直到念大學前大部分時間則居住在長島南端的若克威 (Rockaway)。費曼的父親 (Melville) 與祖父由白俄羅斯移民到紐約長島 (Long Island) 定居，費曼的外祖父來自波蘭，經由英國輾轉來到紐約，他的母親 (Lucille Phillips) 1895 生於紐約東區，21 歲時與費曼的父親結婚。費曼出生於一個猶太裔的家庭，從小常跟著父母去猶太教堂，猶太牧師 (Rabbi) 總會講一些聖經中的奇蹟以及猶太人受難故事給小朋友聽，這常令喜歡追根究底的費曼感到非常困惑，後來當牧師承認這些故事有些是編造時，費曼因為感到竟然一直被大人欺騙而難過的哭了。從此以後，費曼和宗教信仰漸行漸遠。

我們現在對於費曼的認識主要來自於二本書，第一本是於 1985 年出版的 "Surely You're Joking, Mr. Feynman!": Adventures of a Curious Character (中譯：別鬧了，費曼先生。出版時費曼還健在) 據估計光在美國的銷售量就超過 50 萬本，也曾經是台灣最暢銷的科普書籍。第二本是於 1988 年出版的 "What Do You Care What Other People Think?": Further Adventures of a Curious Character (中譯：你管別人怎麼想—科學奇才費曼博士，也是本次導讀的指定書籍。) 也很快的成為一本暢銷書。這二本書主要以短篇回憶錄的方式呈現費曼的人生經歷與思考方式，大部分的內容趣味橫生，讓人愛不釋手，百看不膩，也有一部分的內容發人深省，令人動容。這二本書並不是費曼自己寫的，而是由他的好朋友 Ralph

Leighton 在和他一起打鼓聊天的過程中由費曼口述的錄音資料整理出來的。費曼之所以能成為家喻戶曉的人物，固然來自於費曼讓人無可抵抗的魅力，但是 Leighton 的貢獻也是功不可沒。

雖然這二本書翻譯得不錯，但其實英文原文非常淺顯易懂，看英文也更容易體會到費曼的風趣以及更精確地了解費曼的想法，以後有機會的話還是請老師同學們看看原文書籍。



費曼從小受到父親很大的影響，他父親 (Melville) 從他一生下來就希望他當個科學家，這可能是因為 Melville 自己從小對科學的興趣，但由於剛移民到美國，家境不允許讓他去追求夢想。費曼在很多文章中都一再提到他父親，可見他們之間的感情非常深。費曼小時候他父親訓練他辨認幾何圖形與規律，帶著他唸大英百科全書，帶著他觀察自然界的現象與生物，告訴他要追求真正有用的知識不要死背名稱，更不要盲目崇拜權威。

費曼慢慢長大後，真的對科學與數學越來越有興趣，他在家裡設立了簡單的實驗室，用電線，燈泡，電池等作一些有趣的實驗，他還在自己房間內做了一個防盜鈴，他父母晚上回家進他房間看他時結果警鈴大作，費曼卻得意的不得了。費曼自己最自豪的是他很會修收音機，他常常可以由對電路的了解以及用邏輯推理的方式找出問題的所在，使得他成為修理收音機的高手，附近很多人收音機出問題時都會來找他來修，這段故事在"別鬧了，費曼先生"一書中有非常鮮明動人的描述。

費曼在中學時代就展現過人的數學天分，他 15 歲時靠著自學就已經精通三角函數，高等代數，微積分等數學技巧，並且還自創數學符號和運算方法，他曾經帶領學校(Far Rockaway High School)的數學競賽團隊獲得多次優勝，並且在高中畢業前參加紐約大學主辦的全市學生數學比賽獲得第一名，遠遠超過其他競爭對手。在畢業典禮當天，學校的主任特別慎重的跟費曼的父母說費曼是極少見的天才，一定要想辦法送費曼到最好的大學念書，不要因為經濟因素直接讓他去就

業而埋沒了他的才華，費曼的父母於是非常努力的籌錢準備把費曼送到哥倫比亞大學或麻省理工學院 (MIT)就讀。

哥倫比亞大學因為對於猶太人有嚴格的名額限制因此拒絕了費曼的申請 (哥倫比亞大學還是收了他 15 美金的申請費，這讓費曼在多年後還是覺得很不爽)，費曼在 1935 年進入麻省理工學院大學部就讀。一開始他唸的是數學，雖然費曼數學很好，但他覺得數學系學的東西太抽象而缺乏應用價值，於是他轉到電機，但他又覺得太注重實用的學問也不符合他的興趣，於是他大一最後轉去主修物理，費曼從此與物理結下不解之緣。

費曼很喜歡 MIT 的生活 (除了大一剛進去有幾次被兄弟會惡整得很慘之外)，他越級學習高等的數學課程，也大膽去修為研究生開的理論物理課程，有時候老師上課講解方程式時卡住了，老師就會說，費曼你如何解決這個問題呢？費曼就會大步走向黑板完成剩下的方程式。他與一位也很聰明的大學同學 T A Welton 一起自修當時 MIT 還沒有納入課程的近代物理學包括相對論以及量子力學，由於他們太優秀了，Morse 教授

還特別給予他們量子力學方面的私人指導。費曼在大四的時候在 Slater 教授等人的指導下在完成了幾篇傑出的學術論文，其中一個關於化學分子鍵結的理論我們現在要到了研究所高等的課程才會教到。

MIT 的教授們覺得以費曼的能力應該繼續攻讀博士，將來必然有很重大的成就。費曼很喜歡 MIT，他跟系主任 Slater 教授表示希望能夠留在 MIT 唸博士，但 Slater 表示他應該到外面的世界看看以增廣視野。費曼在大四時曾代表 MIT 參加全美國大學生最高等的數學競賽 Putman Mathematical Competition 獲得第一名，哈佛 (Harvard) 大學對於他的數學程度感到非常驚訝，自動給費曼

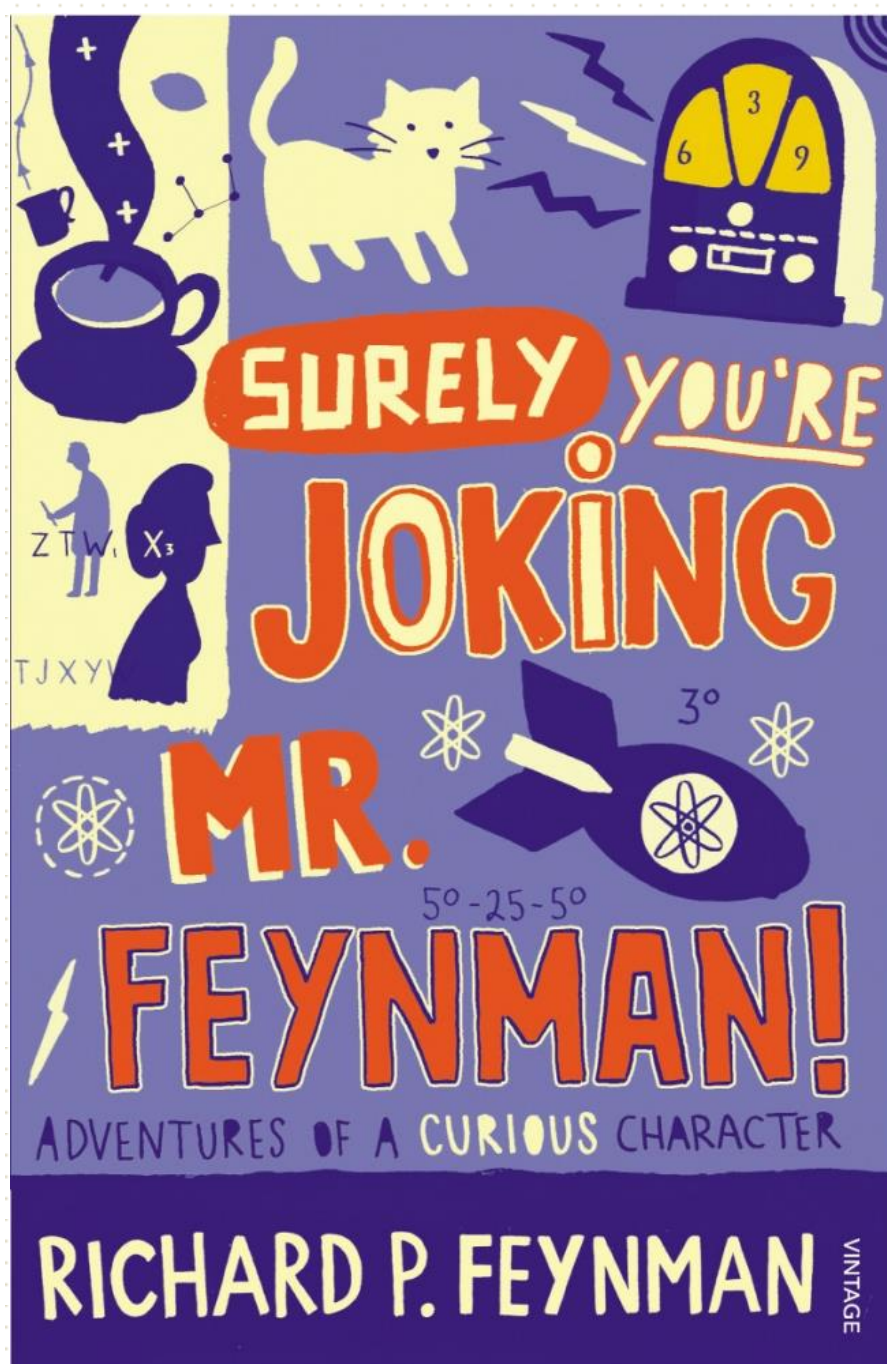
博士班的入學許可，希望他能去唸；同時 Slater 與 Morse 也向普林斯頓 (Princeton) 大學大力推薦費曼，或許是因為愛因斯坦當時在普林斯頓高等研究所，於是費曼最後選擇了普林斯頓。(其實費曼在 Princeton 的入學考中的歷史，英文，藝術項目幾乎墊底，讓評審委員很頭痛，再加上他的猶太血統的影響差點讓他進不了 Princeton)。

費曼在 1939 年從 MIT 畢業，準備進入普林斯頓大學研究所攻讀博士。在暑假期間，費曼嘗試申請暑期工作存一點錢，但到處碰壁，他一直很希望能到 AT&T Bell Lab 工作，每次去面試參觀也都談得很愉快，從 MIT 來的推薦信也非常好，但 Bell Lab 到最後總是拒絕他。一般相信這還是因為種族主義作祟，Bell Lab 在那段期間似乎並沒有雇用任何一位猶太人。那年夏天費曼應他一位小學同學之邀加入他們家位於紐約市的小型塑膠電鍍公司 (Metaplast Corporation)，當時這是一個新興的行業，用來製造美觀的塑膠用品。由於那間公司的人沒有受過嚴謹的科學訓練，所以費曼成為公司的"首席化學家"。費曼以他的科學知識以及有系統的實驗方法研究出當時許多難以辦到的塑膠電鍍技術，並大幅簡化了製造產品的流程，而公司也刊登了許多漂亮的展示品在雜誌廣告版面上。不久後費曼因為要去 Princeton 唸書而離開了公司，但後來最讓費曼感到自豪的是他在參與原子彈計畫時遇到了一位曾在英國一家塑膠電鍍公司工作的小夥子 Frederic de Hoffman，他說他們被美國紐約一家叫做 Metaplast Corporation 的公司打得很慘，從在雜誌上的廣告可以看出那家美國公司的電鍍技術發展遠遠領先我們。費曼說你們公司有幾位化學家？他說有六位。費曼說那你認為 Metaplast Corporation 有幾位化學家？Hoffman 說他們一定有一整個龐大的化學部門，可能有 25-50 位化學家，他們的首席化學家一定像電影中一樣有一間漂亮的玻璃辦公室，人們匆匆忙忙的進進出出和他討論各種研究計畫，我們英國的公司怎麼可能跟一個有這麼多化學家的公司競爭呢？費曼於是得意

洋洋得跟 Hoffman 說，你知道嗎？你目前正在跟 Metaplast Corporation 的首席化學家談話，實際上在公司中他的手下僅僅只有一位洗瓶子的工人。這個有趣的故事在"別鬧了，費曼先生"一書中有非常生動的描述。

費曼到了 Princeton 後選定的指導教授是約翰.惠勒(John Wheeler)。Wheeler 教授只比費曼大七歲，獲得博士學位後曾經於 1934-1935 到哥本哈根追隨波爾(Bohr) 做研究，1935 年他獲聘為北卡羅萊納州教授時的薪水比他太太在小學教書的薪水還要低。1938 年他選擇了到普林斯頓大學任教，只比費曼早來 Princeton 一年。這二位年輕熱情而充滿想像力的物理學家在一起激盪出許多科學的火花。Princeton 是一個模仿英國書院制的一個大學，許多場合比較嚴肅拘謹，費曼一開始不大習慣，還鬧出許多笑話，但他很快地就被那裏充滿活力的學術氣氛所吸引。1940 年費曼與惠勒一起研究困擾物理學界的電子自身能量(self-energy) 的問題，他們有一個很奇特的想法，就是電子其實不跟自己的電場作用，只跟別的地方的電子作用，但這些作用力可以時光倒流回到從前到電子開始產生作用力的那一瞬間，從此來解釋電子奇特的性質。這個想法雖然怪異，但從數學上的確可以解釋許多困擾物理學家的現象。惠勒覺得這項研究很有趣，所以他要求費曼在物理系給一個公開演講，這也是費曼人生中第一次正式的學術演講。演講前二天費曼赫然發現他將有一群可怕的聽眾，包括當代大天文學家 Henry Russel，大數學家 Johnny Von Neumann，開創量子力學的始祖之一，言詞鋒銳的物理學家 Wolfgang Pauli，未來的物理諾貝爾得主 Eugene Wigner，以及全世界最知名的物理學家-愛因斯坦。Wigner 告訴費曼不用太擔心，但要記住如果 Russel 教授在打瞌睡不代表你講得不好，他聽任何演講都在打瞌睡，但如果 Pauli 教授一直跟你點頭，也不要高興得以為他非常同意你的想法，那只是他輕微的肌肉麻痺症狀。演講前愛因斯坦還親切地來跟他打招呼，問他該去哪裡倒茶來喝。費曼好不容易講完後，一直在點頭的 Pauli 教授果然立刻提出一大堆質疑，再加上 Pauli 的德國腔很重不容易聽懂，令緊張的費曼

有點難以招架，愛因斯坦則對這怪異的想法抱持著比較開放的態度。演講之後 Wheeler 也曾帶著費曼前往愛因斯坦家中進一步討論請益。雖然費曼與惠勒後來發現他們當初的這個理論的確是有一些難以克服的問題，費曼後來也說當時如果能聽懂 Pauli 在講什麼就好了，但這的確給了費曼一個永難忘懷的震撼教育，而依循著這個理論的精神，費曼後來終於開發出一套令科學界耳目一新的量子力學理論方法。



1939 年匈牙利物理學家 Szilárd 覺得德國有可能利用核分裂的原理製造出威力強大的原子彈，七月份他和 Wigner 開車到長島好不容易找到正在度假的愛因斯坦，他們向愛因斯坦解釋他們的擔憂，並請他寫信給比利時女王(鈾的最重要來源是當時比屬剛果)及美國國務院提醒他們注意這件事。八月份，愛因斯坦還在長島度假，Szilárd 又找了後來被稱為氫彈之父的 Edward Teller 一起開車去找愛因斯坦，請他寫信給美國總統告知德國發展原子彈的可能性，並請他支持美國核能的研究。1939 年九月，德國入侵波蘭，二次大戰爆發，局勢混亂，所以這封信在十月份才送到羅斯福總統手上，羅斯福於是下令開始成立鈾原料諮詢委員會。一開始美國政府的態度其實並不積極，1941 年 12 月 7 號，日本偷襲珍珠港，美國正式加入二次大戰，一直到 1942 年美國陸軍全力建造原子彈的曼哈頓計畫才開始正式運作。

1941 年春天費曼又去 Bell Lab 面試暑假的工作，這次貝爾實驗室終於決定錄用他了，費曼感到非常高興。但到了夏天，美國陸軍開始在校園徵才，要求物理學家為國家服務，在愛國心驅使下，費曼於是放棄 Bell Lab 的工作，前往費城的法蘭克福兵工廠服務，負責研究高射炮射擊飛機的方法以及由雷達傳回的資料快速畫出飛機的軌跡。原本陸軍希望費曼留下來工作不要回去念書，但後來費曼發現那裏的工作與他的志趣與能力不合，於是再回到了 Princeton 大學。不久後，Bob Wilson 教授邀請費曼加入極機密的曼哈頓計畫，費曼本來不想參加，但又發現難以拒絕，於是就和其他研究人員立刻著手在 Princeton 研究鈾礦分離的方法。在此期間費曼利用一段空檔快速寫完他的畢業論文取得了博士學位，而 Wheeler 教授則前往芝加哥協助費米從事核分裂的研究。

在此同時，費曼還要處理他人生中另外一件大事，也就是他的婚姻。他的未婚妻 Arline Greenbaum 是他從中學時代認識的女朋友，Arline 聰明美麗而才華出眾，有不少人追求，費曼和他分分合合過很長一段時間，高中畢業後他們才穩定下來，有趣的是 Arline 從小很有藝術天分，在音樂，繪畫方面都很傑出，而費曼當時則是不折不扣的藝術文盲。費曼大約在大二的時候向她求婚，他們於是決定等費曼從 MIT 畢業後就結婚，但當費曼申請到 Princeton 獎學金時，學校卻規定不能結婚，否則獎學金將取消，所以他們只好繼續等，但就在這個時候 Arline 被診斷出得了不治之症（結核病），常需住院治療，費曼不顧家人反對，毅然決定依照計畫在畢業後和 Arline 結婚。經過一番準備，他們終於在 1942 年六月底前往 Staten Island 的市政府公證結婚，費曼安排 Arline 就近住在紐澤西州 Princeton 南方約 30 英里的一家慈善醫院，這樣費曼每個周末都可以搭車從 Princeton 去醫院看她。有一次巴士誤點，費曼到達醫院已經很晚沒辦法進去，他只好找一個不顯眼的地方窩一個晚上，費曼早上起來才發現他原來睡在一個垃圾掩埋場裡。他們夫妻就這樣辛苦的過了好幾個月。

1943 年三月，費曼跟隨 Princeton 的曼哈頓計畫研究人員遷往新墨西哥一個偏遠地區 Los Alamos，雖然費曼當時只是個剛畢業的博士，計畫主持人 Robert Oppenheimer 仍然很細心的幫忙將 Arline 安排在位於 Albuquerque 最近的 (100 英里外!)醫院，曼哈頓計畫的成功 Oppenheimer 卓越的能力及對人誠懇的態度功不可沒。費曼沒有車，只能每個周末想辦法搭便車過去看她。曼哈頓計畫的分工很細，而且有非常大的時間壓力，費曼是在理論部門工作，部門主任 Hans Bethe 教授很欣賞他（因為費曼很喜歡跟他爭辯科學問題），安排他當一個小組的組長，1940 年代並沒有電子計算機，更沒有電腦，研究原子核分裂需要繁瑣的數值運算，一開始費曼他們是利用機械式的計算器 (Marchant Computer) 來幫忙，但不好用又常故障，他們常常只好想辦法自己修計算器，後來他們決定

用一種新的靠打卡來操控的 IBM 機器，費曼和他的組員花了很大的功夫研究處理大量資料的程式設計與運作流程，把一個複雜的計算分成一個個比較簡單的小問題，再規畫最省時的流程將所有小問題一一解決，這可能是計算機史上最早期的科學平行計算，但由於 IBM 技術人員姍姍來遲，他們等不及於是決定自己依照手冊把非常複雜的機器組裝起來，這把他們的一些大老闆嚇死了，不斷的跑來跟他們說你們這樣做一定會把昂貴的機器搞壞了！不久之後費曼便開始擔任了計算機部門的負責人，這個部門也維持著很高的工作效率，主要在計算原子彈爆炸會釋放的能量。

Los Alamos 是在西部荒野中的一個最高機密軍事機構，曼哈頓計畫的工作很緊湊，壓力很大生活也很無趣，平常費曼只能靠著和 Arline 以及家人的通信來排遣心靈上的孤單，但他們的信件的内容常被安檢人員刪除或退回，這讓費曼很不滿，於是常常想辦法找安檢人員的麻煩，比如說費曼的父親在信件中會用密碼傳遞一些訊息但不提供解密方式，安全人員要費曼提供給解密方法，費曼說我也不知道，我喜歡自己慢慢研究出來；或者 Arline 會用拼圖版寫信，再將它拆成一袋很多小塊拼圖寄到營區給費曼，這讓 Los Alamos 的安檢人員不堪其擾，最後他們也只好盡量容忍費曼與家人的通信。費曼最不喜歡人家做表面功夫，Los Alamos 雖然號稱安全措施完善，但在費曼看來卻有很多漏洞，他通總是喜歡用幽默諷刺的方式去呈現這些問題。比如說有一次圍牆被懶惰的工人挖了一個小洞以方便進出卻沒有安全人員知道，費曼就故意從大門走出去，從小洞走回來，再從大門出去，又從小洞走回來，走了幾次後，站崗的士官覺得很奇怪，為什麼這個人只出去而沒看到他進來？於是打電話給上級長官準備將他逮捕，費曼才跟他解釋圍牆上其實有個洞！

費曼在 Los Alamos 最經典的惡作劇以及最被人傳頌的技巧就是偷開別人的保險箱 (safecracker)。由於工作上的機密性質，在那裏每個人幾乎都用保險箱或上鎖的抽屜及文件櫃來保管機密文件，但是費曼發現其實這些裝置都不安全。許多文件櫃可以從後面或下面直接由縫隙中將文件抽出，根本不需要解鎖，而大部分的掛鎖(padlock)都可以用迴紋針或螺絲起子打開來。他每次開會都跟大家說那些鎖並不安全，一定要換成更好的，但大家好像都不太理他。有一次氫彈之父泰勒在開會時問他說"我的機密資料並不是擺在你說的那種不安全的文件櫃裡，而是鎖在我書桌的抽屜中，這樣會比較好嗎?" 費曼說"我並沒看過你書桌的抽屜"。會開到一半時，費曼就從後面溜走跑到樓下泰勒的辦公室，他發現根本不需要解鎖，他可以直接從抽屜的後面下方將機密資料像抽衛生紙一樣一張張抽出來，他將抽屜清空後把資料擺在一邊回到樓上。會議結束後他找到泰勒，費曼說"我們順道去看看你書桌的抽屜吧"，泰勒說"當然好啊"。到了泰勒的辦公室，費曼假裝說"這書桌看起來還不錯嘛，讓我們看看你裡面擺了什麼東西好嗎?" 泰勒很客氣地說"我很樂意打開來給你看..."，他把鑰匙插進去拉開抽屜，緊接著說"但我想你或許已經看過了..." 聰明泰勒的反應太快，費曼總覺得捉弄他得不到什麼樂趣。

後來 Los Alamos 終於改用較安全的轉輪鎖檔案櫃，使用的人需要轉對三個解鎖數字然後撥到 10 才能將鎖打開。費曼把鎖拆開來仔細研究，他發現這種鎖不容易對付，特別是那種沒有開門把手的鎖。不過費曼發現開鎖的時候數字不是真的需要跟解鎖數字完全一樣，只要差別在正負 2 號以內還是可以打開鎖，要找出每一個解鎖數字只需要每次間隔五個數字嘗試就可以，所以如果轉輪共有一百個號碼，總共要嘗試的組合共有 8,000 ($20 \times 20 \times 20$) 種而不是 1,000,000 ($100 \times 100 \times 100$) 種。費曼經過不斷的練習他發現如果已經知道第一個解鎖數字，他在半小時內一定可以打開鎖，因此對於任何一個這種鎖，在約 8 小時內他一

定可以藉由不斷嘗試把鎖打開。某一天費曼有一個重要的發現，如果檔案櫃是開著，抽屜也是拉出來的，開鎖後轉輪也沒被動過，他可以很快的移動轉輪找出最後二個解鎖數字!於是他反覆練習熟練這個技術，之後他每次去別人的辦公室討論問題時，如果檔案櫃剛好是開著的，他就會假裝靠著櫃子，手好像不經意在玩弄轉輪，其實費曼在談話間已經把後二個解鎖數字找出來了，回到自己的辦公室後他就會把這些數字祕密的一一記錄下來。有時候某個人出差不在但有人急著需要他檔案櫃裡的文件時，他們就會問費曼有沒有空去幫忙開，如果費曼剛好曾經紀錄下那個檔案櫃的二個解鎖數字，他就會說沒問題，但我要回去拿一下工具，但其實他是回去查看那個鎖的密碼，然後他就會到需要解鎖的那間辦公室去把門鎖起來，不讓別人看到，接下來他只要花幾分鐘就可以猜對第一個號碼並把鎖解開。費曼當然不會立刻出去，因為這樣看起來太容易會讓人起疑，他通常會在裡面看看雜誌書刊待個 15-20 分鐘後再出來，然後跟那個需要文件的人說我把檔案櫃打開了。幾次之後，費曼自然聲名大噪，以後需要解鎖的事大家都去找他。

有一次他到 Oak Ridge 實驗室洽公，他們一群人在一位大人物的辦公室裡準備討論一份報告，而那份報告鎖在大人物的檔案櫃中，鎖的密碼只有秘書知道，但她休假去了找不到人。那位大人物覺得很丟臉竟然不知道自己的密碼，急得像熱鍋上的螞蟻。費曼自告奮勇說要試試看解鎖，當大家都還在不知所措時，喀一聲鎖解開了，費曼只花了不到十分鐘就打開了藏著整的工廠最機密文件的保險櫃，所有人都驚訝不已，但他們並不知道其實費曼在上個月來的時候就曾經在這個辦公室把開鎖數字的後兩碼解出來了，他依稀記得是 40，15 之類的，他嘗試了 40-15 不對，又試了 15-40 也不對，接著他試 10-45 以及第一個數字的 20 種可能，結果就順利把鎖解開了。又有一次去 Oak Ridge 時他在一個上校的辦公室談論他的一份報告，一個看來很高級但類似的檔案櫃也是開

著，他問上校可不可以在看報告時讓他玩一下他的保險櫃，結果他很快的也把最後二個解鎖數字摸出來了。上校同意這份報告後把報告鎖到保險櫃裡。在離開前費曼玩性大發，跟上校打賭他可以在 45 分鐘內打開這個高級保險箱，上校以為他在亂講，便叫他有本事就試試看。費曼故意拖延了五分鐘好像在努力研究一樣，然後突然在二分鐘內很快的就將保險櫃打開，上校當然大吃一驚。費曼很慎重地跟他解釋，這種保險櫃不能一直開著，東西拿出來後一定要立刻關上鎖起來，不然很容易就會被人找出後二組密碼，上校表示很感激他的提醒。但當費曼下次去那裡時，所有的秘書都不讓他靠近他們的辦公室，原來上校下令所有費曼接觸過的保險箱都要改密碼，這造成秘書們很大的麻煩，但是他們在工作時還是沒有改掉壞習慣，保險櫃總還是門戶大開，費曼因此覺得這些軍方人員真的是愚蠢無比。

1945 年六月 Arline 的健康惡化，費曼接到病危通知後立刻趕往醫院，他開著向同事借來的車並帶著二個搭便車的人直奔 Albuquerque，但在路上一個輪子爆胎了，他們換了備胎，但不久備胎也爆了，但幸好附近有一個加油站，技師知道他的情況後立刻幫他補好輪胎（美國的加油站通常也提供修車服務），但因為趕時間，所以沒有補備胎。不料開到離 Albuquerque 還有 30 英里處又爆胎了，他只好把車丟在路上，一路搭便車前往醫院。費曼到達醫院時 Arline 已經意識不清，不久之後呼吸停止靜靜的離開人世，費曼又陪著他一陣子後，親了她最後一次難過地離開醫院。第二天費曼收拾了 Arline 的物品，請拖車公司將他棄置在路上的車修好送來，帶著一位搭便車的人準備返回 Los Alamos，但才開不到 5 英里，一個輪胎又爆了，費曼氣炸了開始咒罵，同車的人說"幹嘛發那麼大脾氣？止不過是個輪胎罷了，不是嗎？" 還好換了備胎後一路順利開回 Los Alamos。回到辦公室有人問他情況如何，費曼淡淡地說"她走了"，接著說"工作的進展如何？" 費曼覺得自己的心理狀態很奇怪，好像並沒有特別的悲傷，也沒有哭出來過，他還夢到 Arline 跟他說她其實沒有死，只是演一齣戲想辦法

把費曼趕走，好自己過自己的生活。一個月後的某一天，費曼在 Oak Ridge 的百貨公司櫥窗內看到一套漂亮的服裝，他想著 Arline 在的話一定會很喜歡，此時喪失 Arline 的悲痛才如排山倒海而來...

處理完 Arline 的事情後費曼立刻從 Albuquerque 回去 Los Alamos 報到假裝沒事的開始繼續工作，他的老板 Bethe 實在看不下去了，命令他回去休息一段時間，於是費曼回到了紐約長島的老家。不久後他接到 Los Alamos 傳來的訊息 "小 baby 預計在 7/16 誕生"，於是費曼趕緊飛回到 Los Alamos。這裡的小 baby 指的當然是第一顆原子彈，美國陸軍於 1945 年 7 月 16 日在新墨西哥州 Scorro 附近的沙漠中進行第一次核子武器試爆，代號 Trinity。費曼在交通車離開前剛好趕到 Los Alamos，於是跟著大家一起前往爆炸地點 20 英里外觀察。倒數時刻大家都戴上墨鏡，只有調皮的費曼不肯，他覺得在 20 英里外又戴上墨鏡什麼都看不到，於是他躲在一輛卡車的擋風玻璃後面，他想透過玻璃濾掉大部分的紫外線眼睛就不會受傷。爆炸那一瞬間果然產生非常巨大的閃光，費曼嚇了一大跳，轉頭趴在車上，但他卻看到在卡車的地板上也有紫色的亮光，他想不對這只是後像而已，於是他再抬起頭看到爆炸的亮光從白色變成黃色又變成橘色。他接著看到爆炸雲產生又消失，接著就一團很明亮的橘色火球從地面升起，然後一大團黑煙帶著熱氣往外擴散。

(<https://www.youtube.com/watch?v=7dfK9G7UDok>)，這整個從亮到暗的過程大約一分鐘，費曼認為他應該是唯一一個直接用肉眼看整個經過的人，約一分半鐘後，像打雷般轟的一聲大響伴隨著強烈的震波傳過來，此時費曼才確定知道這次爆炸真如他們所預測的放出了極大的能量。(84 兆焦耳，或等於兩萬噸 TNT 炸藥的威力) 試爆結果確定曼哈頓計畫成功。

當時德國已經投降，歐洲戰事結束，但日本在亞洲仍頑強抵抗。1945 年 7 月 26 日盟軍在波茨坦(德國)宣言中對日本下了最後通牒，要求立刻無條件投降，但日本不予理會，於是美國在 8 月 6 日在廣島投下第一顆原子彈 (the Little Boy)，雖

然造成慘重傷亡，但日本仍然拒絕投降，日本的軍方認為美國準備好的原子彈最多只還有一二顆而已，他們準備硬撐過去。由於日本看來還是沒有投降打算，美國在 8 月 9 日在長崎 (原本的目標是小倉市)驚險的投下第二顆原子彈 (the Fat Man)。在各方的強大壓力下日本天皇終於在 8 月 15 日宣布投降。(在 Los Alamos 日夜趕工下，下一顆原子彈有可能在 8 月 19 號準備好，九月份還會有三顆準備好，但杜魯門總統下令沒有經過他的同意不可對日本再進行原子彈攻擊) 這是目前人類歷史中用在戰爭上僅有的二顆原子彈，核子武器 70 年來沒有再被使用過其實真的不是一件容易的事，也希望在整個人類歷史上永遠也只有這二顆。

由於費曼傑出的表現，物理界的大老們都知道他是一位不可多得的人才，隨著戰爭接近尾聲，許多知名的學校開始搶人大戰，包括 UCLA，Princeton，Berkeley 等，Berkeley 原本姿態很高的說"只要是我們提供的工作機會從來沒有人拒絕過"，但費曼就是拒絕了 Berkeley，因為他希望到 Cornell 跟隨 Los Alamos 的老闆 Han Bethe (後來獲得 1967 年諾貝爾物理獎)，Bethe 也很熱心的居中協調幫忙費曼爭取到很好的待遇。費曼於 1945 年秋天離開 Los Alamos 前往 Cornell 任教，因為匆匆忙忙離開也搞不清楚開學日期，第一天晚上到了 Cornell 到處找不到地方落腳，最後只好在學生活動中心的沙發上窩了一晚 (其實他錯了開學日期，早了八天到)，第二天校園內到處流傳著在 Ithaca 找房子實在太困難了，連一位新來的教授昨天晚上都得躺在活動中心的沙發上睡覺。

費曼剛到 Cornell 時發現他不太適應，沒有辦法專心做研究，一方面是因為過去三年參加曼哈頓計畫一切步調都非常快，每天都明確知道要做那些事，進度是什麼，但在學校內做研究則完全是另一回事，在比較優閒的校園中他反而覺得過去三年中他把自己操壞了，內心的熱情似乎燒光了，Arline 離開了他，原子彈的毀滅性也在他心中留下揮之不去沉重的陰影（這對大部分直接或間接參與曼哈頓計畫的科學家都一樣，包括愛因斯坦，歐本海默，泰勒，貝斯等人），他發現他再也沒有辦法專注在物理的研究上，很多學校對他還不死心，一直提出優渥的條件希望他能跳槽過去，這讓他更難受，因為他覺得他無法滿足這麼多人的期待，他也發現他很難跟異性有正常的交往，費曼覺得很孤獨。這段時間費曼可以說得了輕微的憂鬱症，但 Bethe 後來表示費曼憂鬱的時候其實比其他人熱情洋溢的時候還要來得高興討喜一些。還好費曼很喜歡教學，也花了很多時間在準備教材上，有一天負責實驗教學的 Wilson 教授很嚴肅的跟他說，你書教得很好，我們都感到很滿意，你不用擔心我們學校或其他人對你其他的期待是什麼，那是我們的問題，是我們所要承擔的風險，你不要整天在想著你做了什麼或你沒有在做什麼。費曼突然想通了，我以前喜歡物理是因為我在跟物理玩，研究我覺得喜歡的東西，而現在研究物理讓我反胃是因為我覺得我該逼自己做出一些重要的東西出來，所以從此以後我只要玩物理，去玩我覺得有趣的東西，才不要管它有沒有什麼所謂的重要性。

費曼有一次在學校的咖啡廳看到有人耍寶把盤子拋向空中，盤子除了旋轉(rotation)外還會搖晃(wobble)，他很細心的注意到，這兩種運動的頻率間有一個有趣的關係，每旋轉一圈會搖晃二次。(Ralph Leighton 在"別鬧了，費曼先生"後記中補充說原先書中的順序寫倒了，說成轉動的速度是搖晃的二倍，其實搖晃的速度比較快，搖晃二次的同時旋轉一次，這裡寫的是對的，原先書中以及中文版[天下文化，2012年]都寫反了。費曼覺得很有意思，便努力的研究這種

運動背後的物理原理，他花了很多時間找出搖晃的運動方程式，一開始只是因為覺得好玩，可是後來覺得這跟電子運動的軌道會在相對論效應下移動有關，然後這又跟 Dirac 的電動方程式有關，而這些正是費曼念博士時覺得喜歡研究的課題。從此之後，他研究的靈感便源源不絕地湧出，想要抗拒都不容易。費曼自己指出他後來成名的費曼圖以及諾貝爾獎的研究都可以說來自於去玩搖晃盤子的物理。

費曼的博士論文在於發展一種全新的量子力學方法，所用的技巧稱為路徑積分法 (path integral)，雖然嚴格來講並沒有新的物理，但這個理論提供了一種重新檢視量子現象的觀點，在許多情況下，會更容易看清楚問題的本質，或者可以用更簡潔的方式去處理或計算問題。但他一直沒有把博士論文正式發表成期刊論文，費曼通常沒有耐心花時間把研究成果很仔細地寫成正式的論文型態。但期刊論文發表在學術界又是一件非常重要的事，因為這樣才可以讓別人清楚的看到研究的成果以及推理的過程。1947 年夏天費曼去拜訪他的朋友 Bert 和 Mulaika Corben。他們覺得費曼一定要花時間把論文整理出來，於是據說他們把費曼鎖在一個房間裡，叫他在裡面好好寫論文，甚至跟他說不寫就沒有東西吃。費曼終於理清思緒，更進一步將路徑積分法發展得更清晰，最後將論文發表在 Review of Modern Physics 期刊上。

1947 年以前物理界面臨一個重大的困境，Dirac 所發展的量子電動力學雖然在只考慮最簡單的情況下，也就是單一電子與單一光子的作用時與實驗結果相當吻合，但當物理學家嘗試考慮多重粒子的量子作用時，卻總是得到無窮大的結果，很多知名的物理學家對此非常氣餒，認為量子力學可能在根本上有嚴重的問題，苞立 (Pauli) 甚至表示他想改行去寫小說。1947 年六月在紐約舉行第一次的 Shelter Island Conference，知名的實驗學家 Willis Lamb 發表了二個氫原子能階間(doublet S $1/2$ and doublet P $1/2$) 的微小差異，這是第一次有明確的實驗結

果告訴科學家多重粒子的量子效應或真空極化的量子效應該是多大，於是理論物理學家承受很大的急迫性要解決那個討厭的無窮大問題。當時的二代年輕理論物理學家 Schwinger 和 Feynman 都積極的想去解決這個問題，但他們用的方法卻截然不同，Schwinger 用的是較傳統的方法融入一些新概念，但內容非常艱澀很少人看得懂，費曼用的是一種由他的 path integral 衍生出來的新奇圖像法 (Feynman Diagram)，比較簡單但也沒有多少人看得懂。

1948 年一月美國物理年會中 Schwinger 發表了他的結果與實驗極為吻合，物理界都非常興奮，費曼當時也在場，會後他說其實他也得到一樣的結果，但沒什麼人理他。1948 年 3 月 30 日開始的第二次的 Shelter Island Conference (地點其實在賓州的 Pocono Mountains) 費曼終於有機會發表他的研究結果，但他被排在 Schwinger 後面，Schwinger 花了大半天好不容易才講完他的馬拉松推導過程，其他人也差不多聽的筋疲力盡，輪到費曼上場時，因為過去幾個月來包括當天都是 Schwinger 獨占鰲頭，面對世界上最優秀最大牌的物理學家 (包括 Bohr, Dirac) 令他有點緊張。費曼的方法有點天馬行空，不像 Schwinger 理論中規中矩，大部分的人也都還搞不清楚費曼那一套圖像法的根據是什麼，他因此一直被那些大牌的物理學家打斷問問題甚至被 Bohr 訓話，費曼自己也覺得他的表現慘不忍睹，大部分在場的人都覺得如墮入五里霧中。會議的空檔，Schwinger 和費曼互相比較了計算的筆記，發現他們的確在許多數量上得到一致的結果。會後不久，有一天 Oppenheimer 突然告訴大家說，他發現有一位叫做 Sin-Itiro Tomonaga (朝永振一郎) 的日本物理學家竟然在二次大戰期間已經獨立的解決了這個量子電動力學的問題。

Freeman Dyson 是一位從英國劍橋大學來 Bethe 實驗室研究量子電動力學 (QED) 的一位非常聰明的學生，他看到 Tomonaga 的論文後覺得和 Schwinger 的方法類似但比較簡單明瞭，同時在 Cornell 他也跟費曼很要好，常常找費曼去了解費曼的圖像法到底在講什麼。他覺得費曼的方法不但正確而且非常好用，他於是開始尋找這三種方法之間的關係。他在 1948 年十月寫好一篇論文證明這三種所謂的 renormalization 的方法其實是一致的，並向世人介紹費曼的方法背後的原理。從此，費曼的圖像法開始廣為物理學家接受，而且由於費曼的方法比較容易有系統的延伸到更高階的校正量，漸漸的物理界都開使用費曼的方法，而費曼他自己的 QED 方法的劃時代研究論文則在 1949 年完成，完整敘述了他過去二年所有理論方法的基礎以及計算結果，藉著 Dyson 的幫助費曼終於扳回一城。Dyson 更進一步證明，當 QED 把電子自身能量以及真空極化的問題解決後，將不會再碰到任何無窮大的困境。1965 年 Schwinger, Feynman, 以及 Sin-Itiro Tomonaga 以 QED 的發展共同榮獲諾貝爾物理獎，其實 Dyson 的貢獻也很大，但諾貝爾的慣例是最多三個人一起獲獎，所以 Dyson 很可惜成了遺珠之憾。

1949 年夏天費曼受邀前往巴西短暫訪問，他深深受到那裡的景觀及氣氛所吸引，1950 年費曼經一段時間的掙扎後決定離開 Cornell 到加州理工學院 (Caltech) 任教，Caltech 立刻給他一年休假，於是他再度前往巴西教學兼度假。費曼從巴西回來後與主流物理稍微脫節，但他在研究氦低溫超流體的現象則有很重要的成就。1956 年費曼參加在紐約州的 Rochester Conference，當時一個困擾物理學家的問題是近代的科學家都相信物理現象遵守 parity 或鏡像對稱，物理現象在鏡像中是一致的，而左右的區分則是隨意的，但當時觀察到有一種 K 介子的衰變（藉由弱作用力）似乎可能違反這種對稱性。一開始物理界都不認為這是可能的，但又無法滿意的解釋實驗的現象，會議中一位年輕的實驗學家

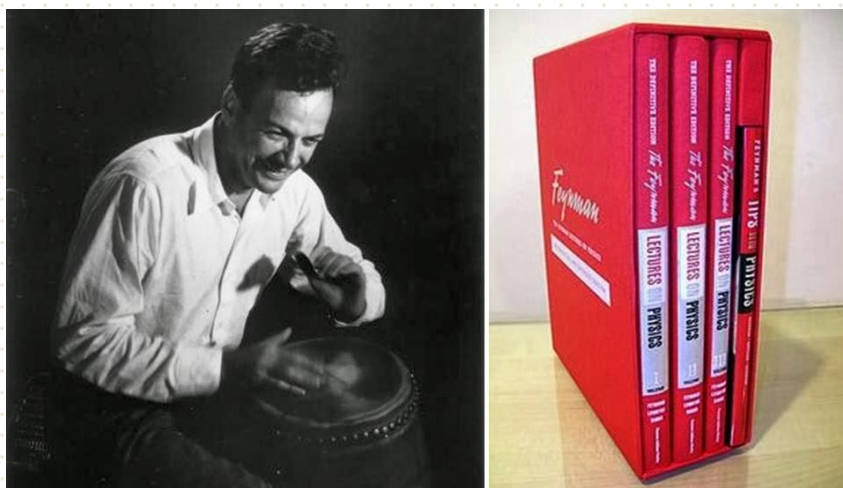
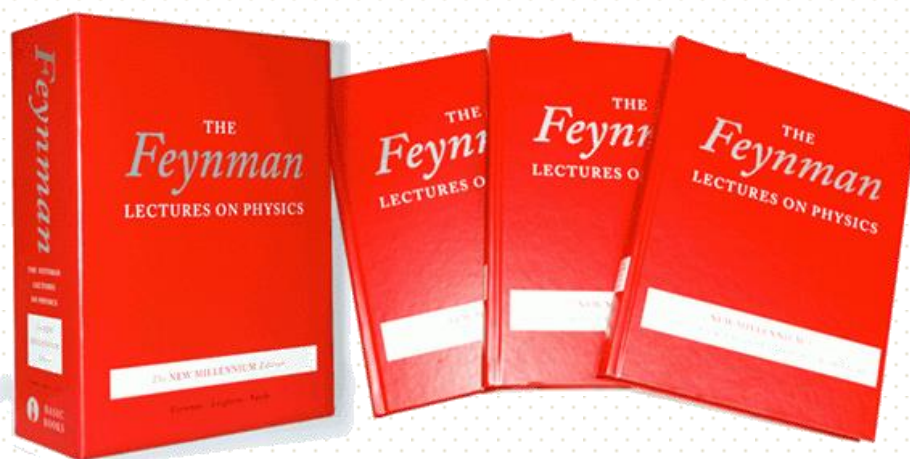
Martin Block 問費曼說為什麼你們都認為弱作用力不能違反 parity 對稱性？費曼正準備罵他是白癡，後來想一想似乎找不到什麼明確的理由一定不行，費曼說其實他也不知道，你不妨在明天的會議中提出來，Block 說還是你問吧，我是無名小卒沒有人會理我的，於是費曼在會議中問大家這個問題，結果也沒有人能提出一個滿意的解釋，楊振寧也在場，他說他和李政道探討過這個問題，但沒有看到過會違反 parity 對稱性的證據。楊振寧和李政道回去後仔細的研究這個問題，他們發現目前沒有任何研究結果可以完全排除弱作用力違反 parity 對稱性的可能性，他們更進一步地提出可以藉著研究中子的 beta 衰變並觀察電子產生的方向便可以判斷過程中有沒有違反 parity 對稱性。正在歐洲度假的哥倫比亞大學的吳健雄教授（人稱中國的居禮夫人，他 1944 年也在 Princeton 並加入了曼哈頓計畫）被他們叫回來幫忙做這個重要的實驗，吳健雄決定利用鈷-60 的自然衰變現象來做研究，1956 年 12 月完成的實驗結果證明了 parity 對稱性果然被違反了，物理界大為震驚，在弱作用力下，左右還真的是有所區別的，楊振寧和李政道也因此獲得了 1957 年的諾貝爾物理獎，很可惜吳健雄也成為諾貝爾獎的另一個遺珠之憾。

費曼在 1957 年又去參加了年度的 Rochester Conference，他就近住在他妹妹 (Joan) 家。楊李二人在會議中解釋他們的關於違反 parity 對稱性的論文，費曼當天開完會回去後跟他妹妹說我實在聽不懂他們二個在講什麼，這實在太難了。他妹妹說不是你聽不懂，是因為你覺得只要不是你用自己的方法推導出來的東西你就覺得不懂，你現在該做的是假裝自己還是一個研究生，把他們的論文帶到樓上去，一行一行，一個方程式一個方程式的仔細看，到最後你一定會覺得其實很容易。費曼聽從妹妹的建議果然發現他們的論文沒那麼難懂，更重要的是這讓費曼想起他以前曾經研究過的不對稱方程式，將它們聯繫起來後，他更清楚的看出原先論文中沒有預測出的一些性質，費曼所推出的理論比楊李的理

論更為完整，也能夠預測更多的實驗現象。費曼不久後又去了一趟巴西，回國後為了瞭解目前的研究情況，他去拜訪了吳健雄實驗室跟研究人員談了談（吳健雄剛好不在），回到 Caltech 後又跟那裡的實驗學家談了談，發現仍然有許多混亂不一致的結果，但討論到最後時費曼突然間跳起來說我完全懂了，原來大家都誤解了一個關鍵的對稱性問題，費曼非常興奮，他認為這是他第一次發現了一個沒有人知道的自然定律。後來在 1958 年他和 Caltech 的同事，另一位物理界的巨人，Murray Gell-Mann 共同發表了一個非常重要的論文，解釋了許多弱作用力的現象，甚至指出了一些當時實驗的錯誤，這個 Feynman-Gell-Mann 理論對於未來粒子物理的研究有著重大的影響。

1961 年 Caltech 物理系給了費曼一個新的任務，他們希望費曼能幫他們徹底革新給剛進大學的學生開的基礎物理學課程，在 Sands 教授及系主任 Bacher 的極力邀請下，費曼接受了這個挑戰。在接下來的二年中，費曼幾乎投入了所有的心力在這門課的開發與教學上，並思考如何以全新的方法去詮釋古典的教材以及去涵蓋近代物理的內容。費曼並沒有使用任何課本，他以他自己的方式從最基本的觀念出發，從淺入深涵蓋了完整的基礎物理各個面向並結合了生活中的現象以及最新的物理概念。Caltech 物理系為了這門課投入了非常多的資源，許多配合的老師與助理們必須每個禮拜跟費曼開會討論相關的課程資源的開發如作業，習題，以及課餘的講解等。當然最重要的還是費曼的個人魅力與教學風格，他總是充滿著熱情與幽默，有系統的帶領著學生思考物理迷人的本質而得到真正的理解，同時他也希望除了帶領學生入門外，部分課程內容對於最聰明的學生也會是困難的挑戰，以激發他們的潛力。這門很特別的課的名聲漸漸的傳到校園其他角落，許多研究生以及教授們也都擠進去旁聽，但當然也有一些大學生實在跟不上而不再出席。

在這二年中的每堂課都有現場錄音，方便 Sands 教授及 Robert Leighton 教授 (Ralph Leighton 的父親) 等人將教材整理成一套三冊著名的 ”The Feynman Lectures on Physics” (一般暱稱為 the red books，因為封面是紅色的，非常特別)，這套書後來幾乎成了所有對物理有興趣的學生必讀的參考書籍。這門課程整個發展的過程可以說工程浩大，而且在近代科學教育上可以說是空前甚至絕後的。從來沒有人將整套基礎科學的知識徹底重新整理，從無到有，重新詮釋，以最直接最迷人的方式將基礎物理學循循善誘傳授給大學新鮮人。我們不得不敬佩當年 Caltech 物理系的理想與決心，當然這也只有在費曼這種天才願意對教育的全心投入以及他無可取代的個人魅力下才有可能完成。這門課程以及這份教材對後世的影響可能遠超過費曼的任何一份科學研究著作。我抬頭看著書架上的這三本 Red Books，心中充滿著崇拜與感激。



1965 年 10 月 21 日早上 3:45，費曼在床上接到一通電話，打來的人說”請問是費曼教授嗎？”，費曼說”對，你三更半夜打來煩我幹什麼？”，他說”我想你會很高興知道你獲得了諾貝爾獎”，費曼說”是啦，你如果早上再打來會更好”，說完費曼就把電話掛了。費曼的太太說”是誰打來了？”，費曼說”他們說我得了諾貝爾獎”他太太說”你別鬧了，到底是誰打來的？”(費曼在 1960 年和 Gweneth Howarth 結婚，而且一直維持到 1988 年費曼過世)

我想沒有人會不喜歡得到諾貝爾獎，但費曼最怕繁文縟節的正式場合，也討厭被媒體追著跑，他問人家可不可以拒絕接受這個獎，時代雜誌的記者跟他說你這樣會引起更大的新聞，你如果怕麻煩，就乖乖的去領獎吧。當時傳聞說你從瑞典國王手上領獎後不可以轉頭就走，要恭恭敬敬的面向國王退後走上樓梯，費曼說我才不要來這套，到時候我要倒退跳上樓梯來凸顯這種禮儀的荒謬，還好當時這種禮儀已經廢止了。當年 12 月費曼乖乖的從瑞典國王手中領到這個獎，並沒有搗蛋。在受獎的演說中費曼表示，他從純粹科學發現的喜悅中以及知道別人願意使用他的科學方法，其實他已經得到該得的獎，其餘的其實都沒有這麼重要。然而獲得諾貝爾獎隨之而來的知名度很難讓他清靜下來，他每次去一個地方演講都會有一大群不相干的人或媒體在場，令他不堪其擾。

如前所述，費曼主要是因為在量子電動力學的研究獲獎，但費曼後來在許多尖端的物理學研究上也有著很大的貢獻。前面提過他對弱作用力的研究在 1950 年代後期為當時物理界一片混亂的現象中找出一條出路。1960 代初期，Gell-Mann 大膽地提出了夸克理論，但沒有太多人相信真的有所謂的基本粒子存在，更不要說夸克理論中必須要有 $1/3$ 或 $2/3$ 個電子電荷的粒子，從來也沒有人看到過，Gell-Mann 自己一開始也持保留態度，認為夸克或許只是數學上方便的模型。費曼通常對於大家一窩蜂去做的事沒有興趣，所以並沒有參與太多原

子核內基本粒子的研究，但到了 60 年代晚期看到這個領域又是一片混亂的景象，他慢慢又開始覺得有些興趣。1968 年八月他到北加州去找他妹妹，順道前往剛開始運作的史丹佛直線加速器中心(SLAC)拜訪（其實 Joan 就住在 SLAC 對面），當時初步得到的碰撞數據讓研究人員很困惑，但費曼看了之後，回到旅館終於想到合理的解釋（有另一種比較誇張的說法是費曼看到數據後就立刻跪在地上雙手往天上指著說”我這一生就是在找這種能測試強作用力的實驗”），第二天他向實驗學家說，這些數據可以用他的一種簡單模型 (Parton Model) 去合理的解釋，漸漸的越來越多實驗證據顯示，費曼的 Parton 模型在現象上就是 Gell-Mann 夸克模型的簡化(Gell-Mann 在 1969 年因為對基本粒子的研究獲得諾貝爾獎)，到了 1970 年，夸克的存在已經廣被接受，但在此過程中，費曼的理論解釋扮演了關鍵的角色。

費曼從 1960 年代開始也對量子重力理論做了一些開創性的研究，量子重力的問題非常困難，到今天仍然沒有解決，但費曼的工作可以說是承先啟後，他延伸了愛因斯坦的重力理論，也啟發了如 Weinberg 及霍金等人後來對量子重力現象的研究。目前我們知道自然界有四種基本力，電磁力，弱作用力，強作用力，以及重力；費曼在 20 世紀中葉的 30 年間對這四種基本力的研究都有著卓越的貢獻。

費曼早年對藝術一點興趣也沒有，雖然 Arline 很有藝術天分，但他似乎只對科學有興趣，他稱自己從小是沒有文化的(uncultured)，因為他怕去學藝術或文學會被人家說他是娘娘腔 (sissy)。從在 Los Alamos 開始他迷上打鼓，常常在森林中瘋狂的模仿印地安人打鼓的節奏。在巴西時他也參加了當地的一個樂團負責打像煎鍋的一種稱為 frigideria 的民俗樂器，跟著樂隊參加嘉年華會的遊行，費曼似乎非常樂在其中。到了 Caltech 他曾跟著一位奈及利亞的音樂家學鼓，以後更常常跟 Leighton 家人一起練習打鼓，還參加了學校的演出。有一次

在 Caltech 演出後，一位舞蹈家請他和 Ralph Leighton 用鼓幫芭雷舞團伴奏，並在舊金山演出，他們竟然也辦到了而且非常成功。那位舞蹈家還用他們的打鼓的錄音配上芭雷舞蹈參加巴黎的一個國際大賽，並一路進軍到決賽，最後得到第二名，評審說他們在漸強的地方還不夠專業，費曼開玩笑的說他這個假的音樂家到了文藝之都巴黎終於被拆穿了。費曼在加州也慢慢開始喜歡作畫，去上了一段時間的課，一開始學得很慢，但他很努力的練習而漸入佳境，他特別喜歡畫人像，還在學校開過畫展，賣過一些得意的畫作，在導讀書籍中也收錄了幾幅費曼當年的素描作品，他用 Ofey 當筆名，怕別人知道他是個不務正業的大學教授。費曼對馬雅文化也很有興趣，也曾經畫了很多時間去研究馬雅的文字與科學。他還曾在帕賽迪那市公開演講”解密馬雅象形文字”，造成轟動。Gell-Mann 覺得輸人不輸陣，一週後也給了六次全世界各地語言之間的關聯性的精采演講

今年是挑戰者號太空梭失事 30 週年紀念，我們先來談一下太空梭的歷史。美國的太空梭是在 80 年代發展出來的一種多功能的低軌道太空船，1981 年哥倫比亞號太空梭首次成功發射並返回地球是全世界關注的頭條新聞，因為這意味著人類已經擁有一種可靠的太空交通工具，不久將可在太空中從事各種活動。一開始 NASA 建造了四艘可以真正使用的太空梭，分別是 Columbia (哥倫比亞號), Challenger (挑戰者號), Discovery (發現號), 和 Atlantis (亞特蘭提斯號)。1986 年挑戰者號失事後又建造了 Endeavour (奮進號)。總結而言，太空梭計畫 (1981-2011) 有很多了不起的成就，包括發射了各式各樣的人造衛星，哈伯太空望遠鏡，建造及維獲國際太空站，哈伯太空望遠鏡的維修等等，但同時太空梭的安全性及經濟效益也一直受到質疑。1986 年 1 月 28 日挑戰者號的升空是太空梭第 25 次任務，也是挑戰者號第 10 次任務，但在早上 11:38 分發射後 73 秒產生劇烈爆炸失事，七名太空人殉職。

幾天後費曼接到 NASA 的負責人 Graham 博士的電話，邀請他參加這個事件的調查委員會。費曼不喜歡政治，很討厭去華盛頓跟政府打交道，所以一開始就想要拒絕，但許多朋友說這件調查工作對國家非常重要，費曼的太太也說只有你去才能把事情做好，費曼後來說他很不謙虛的相信了她的話，但我覺得其實費曼心裡本來也想接受這個挑戰。這個委員會直接由雷根總統下令成立，所以是最高等級的調查委員會，由前國務卿 William P. Roger 主持。

費曼為了全力參與調查作業而推掉了手邊所有的事，其實費曼在 1979 年被診斷出得了癌症，1981 年為了救命冒險做了切除手術，切下來的腫瘤重達 6 磅 (2.7 kg)，之後費曼雖然大致復原，但身體一直不是很好。費曼參與 Roger Commission 的調查工作在三，四月間需要不斷的在首都華盛頓，加州，弗羅里達州，德州，阿拉巴馬州之間飛來飛去，不停地與工作人員晤談，蒐集資料，與調查委員開會，非常的勞心勞力，這段過程在導讀書中已有簡要的介紹，不在此贅述，但要強調的是費曼雖然年事已高，身體不好，但仍秉持著一貫的實事求是，追根究底的精神，在腐敗的官僚體系下認真負責的調查失事的真正原因以及 NASA 內部嚴重的管理疏失。不久真相漸漸的浮現，最直接造成失事的元兇是右側固態火箭上一處接縫上的橡膠環 (O-ring)，發射當天早上天氣很冷，橡膠環失去彈性，讓高壓高溫的燃燒氣體漏出，破壞了液態燃料箱而造成劇烈的爆炸。整個調查過程最富戲劇性的一刻是在 2 月 11 日電視轉播的調查會議中費曼公開示範問題的所在 (<https://www.youtube.com/watch?v=6Rwcbsn19c0>)，費曼先將橡膠環的樣本以鉗子夾住泡入冰水中 (零度 C)，過了一陣子將橡膠環取出移開鉗子，發現橡膠已經喪失彈性無法立刻恢復原來的形狀，因此在固體火箭上會失去封閉氣體的功能釀成災禍，這段經典的示範與談話相信會永遠流傳下去。

1987 年費曼癌症復發，10 月動了手術治療後情況一直不樂觀，1988 年二月病況惡化腎臟衰竭再度住院，但費曼拒絕再進行洗腎或手術，他說我才不要死二次，這樣太無聊了(“I’d hate to die twice. It’s so boring.”)。二月 19 日，一代奇才與世長辭，留給世人豐富無比的科學成就以及對他充滿傳奇色彩的一生無盡的追憶。

Copyright © 2016 胡維平 All rights reserved.

國立中正大學化暨生物系 2016/11/02 修訂