



物理學史研習會 (四)

手冊

主辦：東吳大學物理學系

協辦：教育部普通高級中學課程物理學科中心

臺中市 國立臺中第一高級中學 莊敬樓第一會議室

2014 年 10 月 25 日



前言

東吳大學物理學系一向認為物理學史在人類文化發展中具有重大意義，因而重視物理學史的教育。劉源俊教授曾多次講授物理學史。1999 年 3 月，北京清華大學郭奕玲教授應邀來校擔任客座教授一學期，講授「物理學史專題」，受到學生們歡迎。

2013 年 9 月 28 日及 10 月 5 日，本學系於東吳大學外雙溪校區接連舉辦「物理學史研習會」(一)及(二)，藉增進相關學者交流，嘉惠在校學子。又因為教育部「普通高級中學課程物理學科中心」參與協辦，得廣邀高中物理教師參加，裨益高中物理教育。

去年的活動獲得很好的迴響，可謂成功。於是，今年本學系遂在「普通高級中學課程物理學科中心」繼續協辦之下，再接再厲，10 月 18 日及 25 日各在東吳大學及國立臺中第一中學舉辦「2014 物理學史研習會」(三)及(四)。

這梯次的兩場研習會，我們邀請得中國大陸對物理學史有深入研究且有優秀著作的兩位教授前來，各報告兩個題目。楊建鄴教授退休自武漢華中科技大學物理學院；秦克誠教授退休自北京大學物理學院，去年研習會我們就邀請他，惜因故不能前來。

我們又邀請得在臺三位物理學史的愛好者共襄盛舉。他們是《吳健雄傳》及《楊振寧傳》的作者江才健，本系去年退休現為名譽教授的劉源俊，及曾審校出版數十本科學書籍的文藻外語大學副教授李精益。

由於去年高中教師反映，本次研習會為每節講演安排多一些的討論時間，也在最後一節安排「綜合討論」，希望對高中教學更有助益。本梯次研習會消息公布後，報名踴躍，相信又必是一項成功的活動。希望大家繼續支持，使本項活動能每年舉辦，成為東吳大學物理學系的一項特色活動。

東吳大學物理學系主任

巫俊賢 謹誌

中華民國 103 年 10 月 18 日

物理學史研習會（四）

手冊

目錄

- ☐ 前言
- ☐ 物理學史研習會（四）議程
- ☐ 講師簡介
- ☐ 秦克誠 郵票上的物理學史（PPT）
- ☐ 江才健 談吳健雄兼及歷史與文化（PPT）
- ☐ 楊建鄴 愛丁頓讓錢德拉塞卡欲哭無淚
- ☐ 李精益 個人研習物理學史之心得及建議（摘要）



物理學史研習會（四）

時間：2014 年 10 月 25 日（星期六）

地點：臺中市 國立臺中第一高級中學 莊敬樓第一會議室

主辦：東吳大學物理學系

協辦：教育部普通高級中學課程物理學科中心（臺中一中）

時 間	講 者	講 題
09:00~09:10	陳木柱（國立臺中第一高級中學校長）	開幕致詞
09:10~10:50	秦克誠（北京・北京大學退休物理教授） 討論	郵票上的物理學史
10:50 ~ 11:10 茶敘		
11:10~12:10	江才健（《吳健雄傳》及《楊振寧傳》作者） 討論	物理科學的第一夫人吳健雄 紀錄片
12:10 ~ 13:10 午餐		
13:10~14:50	楊建鄴（武漢・華中科技大學退休物理教授） 討論	逆境是物理學家遇到的常態—錢德拉塞卡案例研究
14:50 ~ 15:10 茶敘		
15:10~16:50	李精益（文藻外語大學通識教育中心副教授） 討論	個人研習物理學史之心得及建議
16:50~17:30	綜合座談：物理學史在教學上的應用	

講師簡介

秦克誠，北京大學物理學院退休教授。

1937 生。1953 年高中畢業，以第一志願考入北京大學物理系，被違反其志願分到氣象專業。1956 年提出退學，到中級物理實驗室（後改名現代物理實驗室）做實驗員，同時旁聽各門理論課。1978 年後初任北大物理學系講師，1980 年初赴美國 Stanford University 跟 Goodman 研究資訊光學。1990 年赴德國 Universität Mainz 訪問半年。1997 年底退休。

著有《郵票上的物理學史》。該書出版前在《大學物理》上連載，獲 2002 年（首屆）及 2006 年的全國大學物理教學優秀論文一等獎；出版後獲得 2005 年「科學時報讀書杯」科學文化科學普及最佳創意獎，2006 年吳大猷科普著作金簽獎。該書於 2014 年出增訂版，書名改為《方寸格致》。

翻譯有 D. Bohm 著《現代物理學中的因果性與機遇》、E. Hecht & A. Zajac 著《光學》上、下冊、Max Jammer 著《量子力學的哲學》、J. W. Goodman 著《統計光學》、Steven E. Koonin 著《計算物理學》、P. Gilbert & W. Haeberli 著《藝術中的物理學》等二十餘種俄文及英文書。協助趙凱華主編《物理學照亮世界》，與劉寄星主編《木鐸金聲集》，主譯 G. Fraser 主編《21 世紀新物理學》。



楊建鄴，武漢華中科技大學物理學院退休教授。

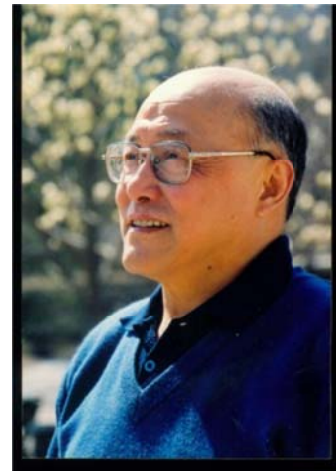
湖北省紅安縣人。1935 年生，1961 年蘭州大學物理系畢業。曾擔任紅安縣八里中學物理教師，1981 年到武漢華中科技大學物理學院任教，1996 年 3 月退休。

對物理學史、物理學家和諾貝爾獎得主的事蹟有特別的興趣。

主要著作 50 多種，包括：《傑出物理學家的失誤》（1986 年獲全國優秀暢銷書獎、湖北省科普一等獎）、《居里夫人傳》、《玻爾傳》、《窺見上帝秘密的人——愛因斯坦傳》、《物理學之美》（獲 2012 年吳大猷科普佳作獎、科技部優秀科普著作獎、北京市優秀科普著作獎）、《楊振寧傳》等。

譯著 16 種，包括：《愛因斯坦全傳》、《基本粒子物理學史》（A. Pais, *Inward Bound*，武漢出版社，2002）等。

主編有：《20 世紀諾貝爾獎獲得者辭典》（武漢出版社，1994）、《諾貝爾獎史話》（10 冊；武漢出版社，2001；臺灣世潮書店出版繁體字版，2003）《諾貝爾獎獲得者故事》（10 冊），武漢出版社，1995, 2006。



江才健，資深科學文化工作者。

1950 年出生於臺灣花蓮。輔仁大學理學士。

曾任《中國時報》科學記者、主編和主筆，及《知識通訊評論》發行人兼總編輯。

在臺灣大學新聞研究所任教，並於台大、中央、陽明、輔仁等大學兼任教職，講授「科學在文化中定位與挑戰」課。

著有《大師訪談錄》、《物理科學的第一夫人—吳健雄》、《規範與對稱之美—楊振寧傳》、《科學夢醒》。

2003 年以《規範與對稱之美—楊振寧傳》獲得科學類著作金鼎獎；2010 年以專欄《科學手記》獲得金鼎獎—最佳專欄寫作獎；2011 年獲得第三屆「星雲真善美新聞傳播獎」。

近年特別關心科學在不同文化中的定位和意義問題。



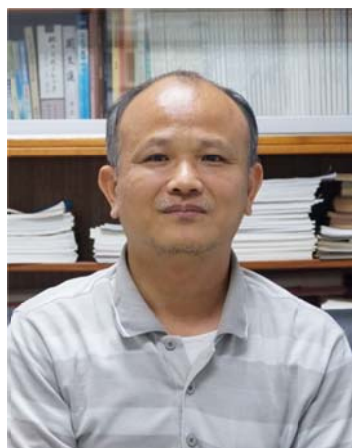
李精益，文藻外語大學通識教育中心副教授。

1960 年出生於臺灣桃園。台灣大學物理學士，清華大學物理碩士，美國 Uni. of Texas at Austin 物理博士。

自大學以來一直保持對科學/技術史、科學哲學及科學與人文社會學科間交互影響等課題的興趣。

近二十年來積極參與科學普及化的工作，撰寫文章及翻譯書籍；並曾審校數十本書，涵蓋題材廣泛。

對通識教育課程有一構想，希望在人類文明演進的架構中，探討科學、技術在其中扮演的角色，它們各自的重大發展，彼此間的互動乃至科技與經濟、社會、政治諸層面的關聯等課題。



郵票上的物理學史



Rutherford 曾說過：

“全部科學，要麼是物理學，要麼是集郵。”
(All science is either physics or stamp collecting.)



.....但是我偏要以郵票為媒體來講述物理學和物理學家的故事。

- 當然，盧瑟福的話的意思並不是說集郵和學物理是矛盾的。他只是強調了物理學的理性特徵：和其他學科相比，物理學不只是收集事實，而更著力於科學事實的解釋、理論體系的建立和演繹方法的運用。

為什麼以郵票為媒體？

- 郵票是百科全書，什麼內容都有。
- 郵票有美麗的畫面。
- 集郵是最受青少年歡迎的集藏活動。將對郵票的愛好與對學習、對專業的愛好統一起來。
- 集郵可以培養良好的學習習慣。

為什麼以郵票為媒體？

郵票上有著豐富的內容。從郵票上可以看到：

- 社會對物理學和物理學家工作的評價和承認；
- 美麗的畫面上對物理學原理的直觀、通俗解釋；
- 郵票上有豐富的物理學史內容；
- 郵票反映物理學與社會生活的聯繫；

對物理學和物理學家工作的評價和承認

- 郵票是國家的“名片”。每個國家和地區都把她認為最有價值的東西展示在郵票上。
- 因此，當我們在郵票上看到這麼多的物理學家“老朋友”，這麼多的物理題目（特別是近年），我們不禁感到一種愉悅，真是“他鄉遇故知”！
- 我們感到自豪，體會到物理學對人類進步起的偉大作用，感到我們的勞動得到了社會的承認。

郵票上有物理學原理的生動說明



- 開普勒第一和第二定律



多普勒效應

德國于1979年發行一套紀念諾貝爾獎得主誕生百年的郵票。

同一年內誕生三位諾貝爾獎得主！

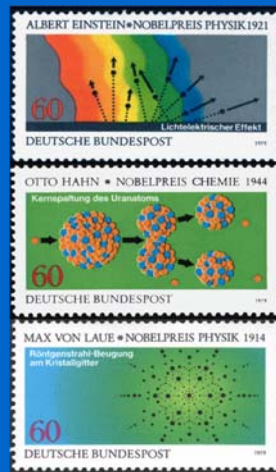
- 光電效應

$$mv^2/2 = hn - f$$

- 核裂變



- 勞厄圖

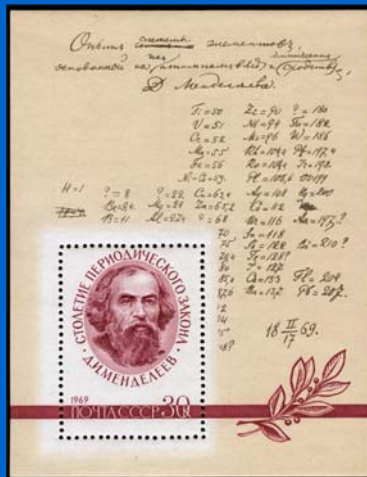


這些郵票圖完全可以進入課堂作為教學說明。真與美的完美結合！

郵票上有重要的物理公式和定律



有的重要定律不能用一個簡單公式表示



門捷列夫週期律



赫羅圖

郵票上有重要的物理模型

- 例如原子的有核模型，先後有長岡半太郎的土星環模型和玻爾的行星系模型。



20世紀下半葉四大模型

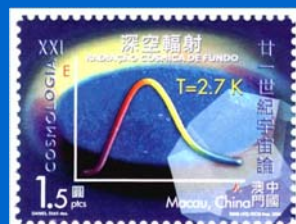
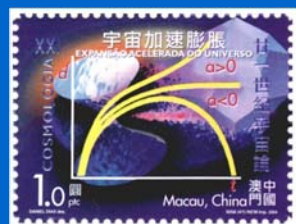
- 粒子物理學標準模型
- 宇宙學標準模型
- 地殼結構的板塊模型（大陸漂移）
- DNA的雙螺旋模型

都在郵票上有反映。

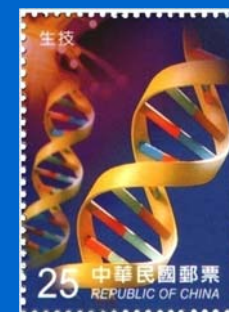
粒子物理學的標準模型



宇宙學標準模型



板塊結構模型和雙螺旋模型



郵票能迅速反映科學進展和科學界動態

- 2006年國際天文學聯合會通過了行星的定義，太陽系只有八大行星。



2009年諾貝爾獎得主



高 錕

W. S. Boyle

G. E. Smith

有時郵票上的內容是錯誤的。

這種錯誤也可以說明我們學習物理學。



彩虹。兩張郵票上的顏色排列順序相反。哪張是正確的？

美國郵票錯了。

有時郵票上的內容是錯誤的。

這種錯誤也可以說明我們學習物理學。

安培誕生200周年。

郵票哪兒錯了？

磁場不是由永久磁鐵產生，而是由與待測電流串聯的線圈產生，因此轉動力矩正比於 I 的平方。電錶不是安培表，而是瓦特表。



郵票上更有豐富的物理學史內容。

例如：

- 重要的物理學家，其生卒年月。
- 重要的物理實驗。
- 物理實驗儀器的發展。

重要的物理學家

從古希臘.....



米里都的泰勒斯



德谟克里特

到現代

電弱統一理論



夸克模型



愛因斯坦

特斯拉

玻爾

普朗克

希格斯

偉大的物理學家

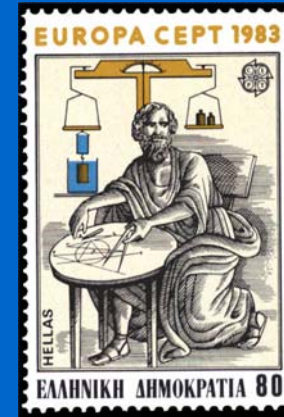
(象牙海岸2012)

缺的只有：

- 德國：Mayer, Clausius, Sommerfeld, London 兄弟
- 英國：Gilbert, Cavendish, Joule, Hooke, Dewar
- 法國：Carnot
- 美國：Henry, Gibbs, Feynman
- 俄羅斯-美國：Gamov
- 荷蘭：Uhlenbeck, Goudsmidt
- 西班牙：Coriolis

對他們的工作也反映得比較全面

例如：阿基米德



浮力定律



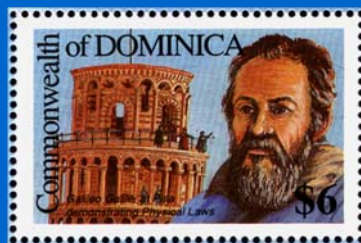
槓桿原理



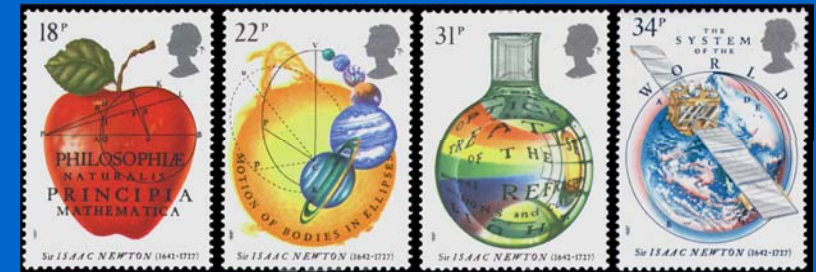
螺旋泵

又如伽利略的工作：

- 首次用望遠鏡觀察天空，觀察到許多天象。
- 慣性質量 = 引力質量。
- 擺的等時性。



又如牛頓的工作：

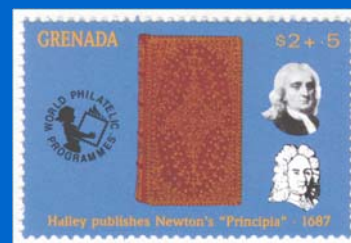


蘋果成了萬有引力的象徵



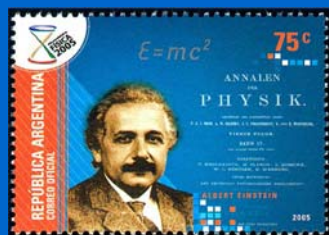
- 牛頓的假髮也成了蘋果

還反映了牛頓和哈雷的友誼

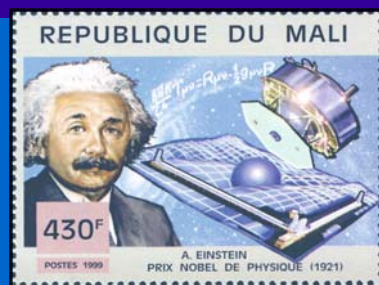


- 牛頓為人落落寡合，哈雷是他少數朋友之一。
- 哈雷對彗星的重現和週期的預言完全根據牛頓的理論。
- 沒有哈雷的幫助，牛頓的《原理》不可能出版。

又如愛因斯坦：



狹義相對論
布朗運動



廣義相對論
光電效應



還反映他的政治態度

- 愛因斯坦是哪國人？這是一個很長的故事。
- 他出生在德國。按出生說他是德國人。
- 但是他從小就討厭德國的軍國主義教育。1895年，他在瑞士上中學時，就申請了瑞士國籍，放棄德國國籍。
- 1914年，他當選普魯士科學院院士，去柏林工作。按照德國法律，他自動恢復了德國國籍。



1933年，愛因斯坦被迫離開德國，流亡美國。1940年，愛因斯坦歸化美國，成了一個美國公民。



- 愛因斯坦是猶太人，以色列把他看成自己的子民。1952年，愛因斯坦曾被邀請擔任以色列第二屆總統。



- 在他的晚年，愛因斯坦認為自己是一個世界公民。

德國發行愛因斯坦郵票的故事

- 每個與愛因斯坦有點關係的國家都願意愛因斯坦出現在自己的郵票上。德國也是如此。上世紀60年代，德國計畫以德國歷史上的文化名人為題發行一套普通郵票，其中包括愛因斯坦。這張郵票已經印好。

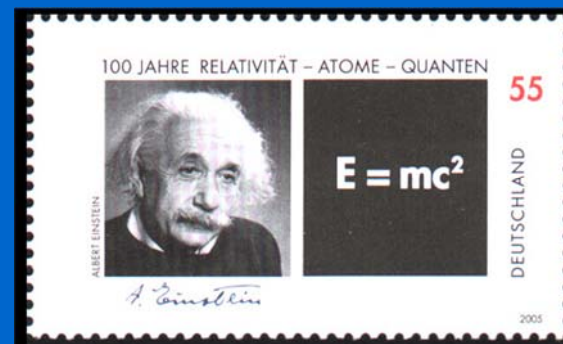


德國發行愛因斯坦郵票的故事

- 但是愛因斯坦的家屬提出抗議，因為愛因斯坦在遺囑中不允許德國政府把他的肖像用在貨幣和郵票上。德國郵局只得取消這張郵票的發行。
- 後來，1979年，愛因斯坦百年誕辰時，德國只能發行沒有愛因斯坦像的紀念郵票。



德國終於發行了有愛因斯坦像的郵票

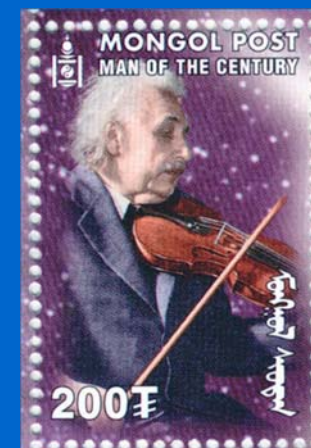


最後，2005年，愛因斯坦逝世50周年之際，德國終於發行了一張有愛因斯坦像的郵票。這張郵票莊嚴美麗。

郵票還反映他的家庭生活和風趣性格，



和他對小提琴的愛好。

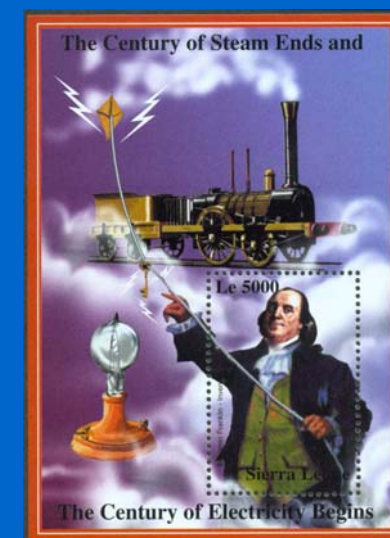


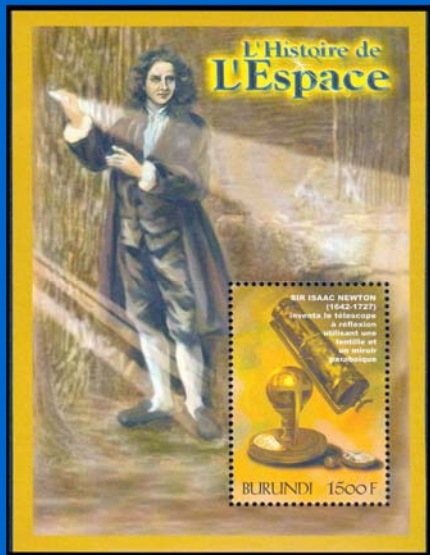
郵票上還有重要的物理實驗：

馬德堡半球



Franklin的風箏實驗





牛頓分光



奧斯忒發現電流的磁效應



傅科擺

莫培督率領考察隊遠征極區，驗證地球的形狀

科学史上两次远征



爱丁顿率领考察队验证广义相对论

盧瑟福

α 粒子散射實驗

和

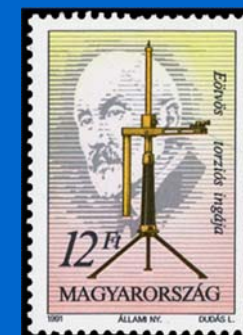
人工核嬗變實驗



郵票上反映物理儀器的發展

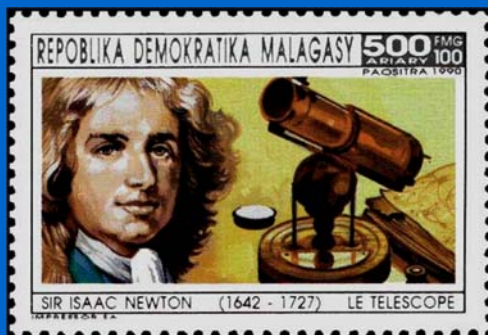
扭秤的發展：

卡文迪什發明扭秤，庫侖用扭秤建立庫侖定律，皮埃爾·居裡的靜電象限計實際上也是扭秤，厄特沃什用扭秤驗證萬有引力的平方反比特性和慣性品質與引力品質的嚴格正比關係。



望遠鏡的發展

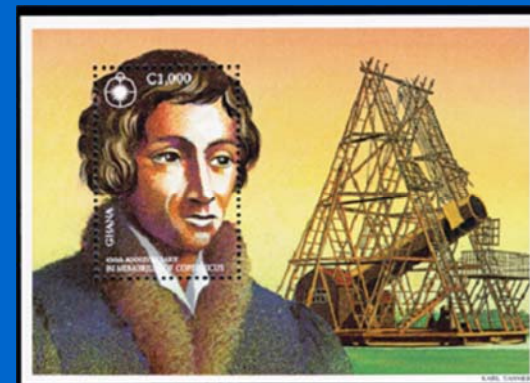
- 伽利略製造的折射望遠鏡



- 牛頓的反射望遠鏡
- 優點：無色散

赫歇爾的望遠鏡

——18世紀最大的望遠鏡



為了提高測程和解析度，望遠鏡越來越大型化。赫歇爾的望遠鏡孔徑為122 cm。

19世紀最大的望遠鏡

- 愛爾蘭人 W.P.Rosse 製造了19世紀最大的反射望遠鏡。鏡面直徑183 cm（6英尺），重4噸。
- 他用它發現了星系的旋渦結構，和蟹狀星雲的纖維結構。



20世紀最大的望遠鏡



- 左：Wilson 山天文臺望遠鏡，口徑 2.5 m。（海爾望遠鏡）
- 右：Paloma 山天文臺望遠鏡，口徑 5 m。
- 它們奠定了20世紀初美國在天文觀測上的領先地位。把許多河外星雲分解為恒星，哈勃定律就是用海爾望遠鏡發現的。

哈勃空間望遠鏡

- 航太技術的發展，又製造了空間望遠鏡，到太空去觀測，避免了大氣的干擾。
- 主鏡口徑 2.4 m，總重 11.6 噸。繞地軌道半徑為 600 km。
- 眾多成果。



加速器的發展



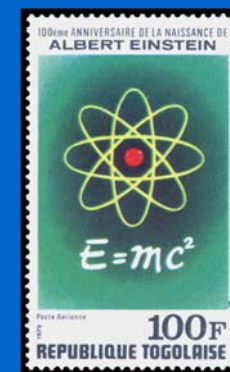
勞倫斯最早的迴旋加速器模型的直徑只有 11 cm，可以拿在手裡。上圖中德國 HERA（黑色圓圈）的直徑為 2 km，周長 6.3 km。

物理學與社會的聯繫

- 物理學是新技術的基礎
- 物理學改善了人類生活質量
- 物理學家的社會責任
- 物理學發展與社會政治的關係
- 發明權的爭奪

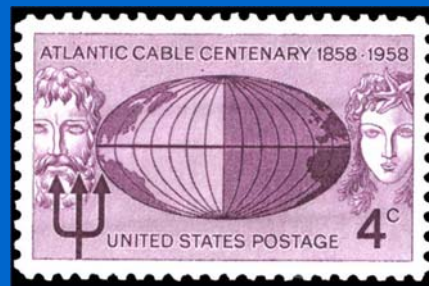
物理學是新技術的基礎

- 物理學和技術之間的關係可分為兩種模式：
- 技術—物理學—技術（熱機）。
- 物理學—技術—物理學（電氣化、核能）



核能的開發完全以愛因斯坦的公式 $E=mc^2$ 為基礎。

有的物理學家也是技術專家



我們只知道開爾文爵士是熱力學的奠基人，他也負責鋪設了大西洋海底電纜。

但是技術的濫用則造成災難。

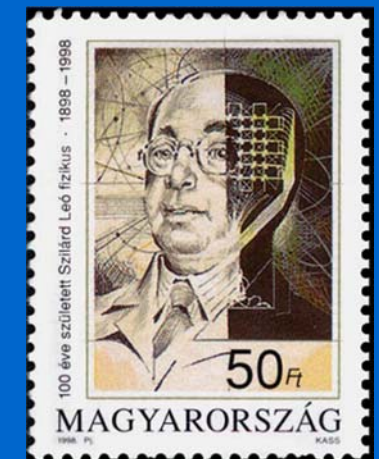
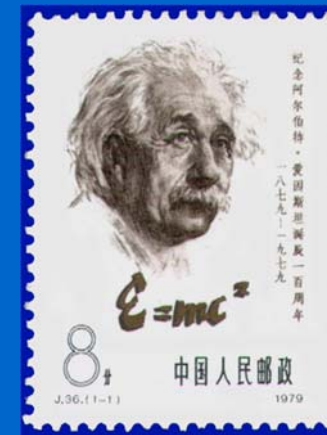


這些郵票記錄了發生在切爾諾貝利的災難。

物理學改善了生活質量



物理學家有強烈的社會責任心



- 愛因斯坦和西拉德都是例子。他們在人類面臨法西斯威脅時呼籲製造原子彈，而在德國投降後要求禁止核武器。

物理學家有強烈的社會責任心

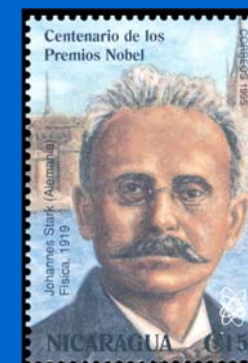


他們都是和平戰士

也有人品很次的



勒納



斯塔克

海森伯是個很有爭議的人物



物理學發展受到社會政治的制約

納粹迫害猶太科學家摧毀了德國的物理學中心地位，這張郵票記錄了物理學史上這一悲慘時刻，也記錄了納粹的愚蠢和兇殘。

- 這張郵票紀念玻恩與夫蘭克誕生100周年。他們：
- 都是諾貝爾獎得主；
- 都是猶太人；
- 都生於1882年；
- 都從1921年開始在哥丁根工作；
- 1932年納粹攫取政權後都流亡海外。



發明權之爭

——常常帶有民族主義的味道：

例：電話發明權



德國：賴斯



通常：貝爾
(加拿大)



義大利：莫伊奇

電燈發明權



通常：愛迪生
(美國)



德國：格貝耳



俄國：洛德金

無線電發明權之爭更打上冷戰烙印

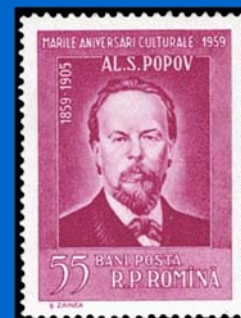
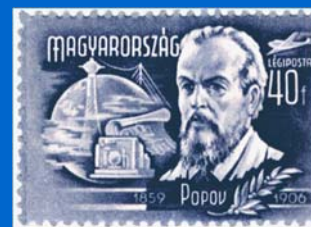


波波夫
對
馬可尼



- 列寧格勒的一位青年理論物理學家布朗斯坦寫了一本科普小書《無線電報的發明者們》，觸犯了蘇聯的禁忌，付出了生命的代價。他於1938年被處決。

“社會主義陣營”只稱波波夫



其他所有國家只稱馬可尼



例外是：



冷戰結束後

我們不必過於重視發明專利權之爭



物理學的基本研究才是最重要的。沒有麥克斯韋理論和赫茲的電磁波實驗，怎麼能發明無線電？

集郵還能養成良好的學習習慣：

- 利用郵癖，與收集郵票同步增長知識。
- 求全——拓寬知識面的內部動力。
- 持之以恆。
- 有條理。
- 良好的記憶力。
- 細心觀察。
- 獨立思考(郵票設計不一定正確)。

《郵票上的物理學史》

- 為了開發郵票的教學價值，我寫了一本書《郵票上的物理學史》。
- 以郵票為經，物理學史為緯，介紹物理學和物理學家。
- 共 66 節，約 2400 張郵票。
- 先在《大學物理》上連載了 6 年半，受到讀者和編輯部的鼓勵。
- 為了迎接世界物理年，於 2005 年出版。我自己排版，出黑白校樣。



感謝楊振寧先生和趙凱華先生



一次會上，楊先生在看趙凱華先生給他的本書的黑白樣。

楊振寧先生的題詞



這是一本極好的物理學史，印刷極精美。它也展示了長期精心策劃研究所能創建的美好成果。

楊振寧
2005年
六月

2006年獲得臺灣的 第三屆吳大猷科學普及著作獎

- 目前這是兩岸科普著作的最高獎。



楊振寧先生很關心這本書

- 是楊先生建議我申報吳大猷獎
- 得獎後楊先生也參加了我們的慶祝活動。



評委黃秉乾教授的評語、

- 本書特色為利用五彩繽紛的郵票，來達成一系列活潑生動的物理故事，娓娓道出由古希臘到現代物理學的要旨，和一些物理學家的研究心路歷程。由集郵的興趣導出對知識尋求、累積和演進的時光隧道。
- 本書的目的是結合郵票圖案設計的美，融合物理求真的美，來引起更多的人民大眾，尤其年輕的一代認識物理學與學習物理學。
- 本書行文流暢、簡潔，深入而淺出，圖案華麗，印刷精緻，引人入勝，讀來有愛不釋手之感，堪值推舉為本屆科普創作類金獎。

為何要出增訂版

- 物理學郵票更多了。2009國際天文年（伽利略用望遠鏡觀天400周年），2013年國際化學年（居里夫人獲得諾貝爾獎100周年），伽利略和居里夫人都是物理學家，又出了不少物理學郵票。
- 近年一個好趨勢是，以科學為主題的郵票越來越多。例如中國，2006年發行中國現代科學家第四組，2011年第五組；美國，2005、2008和2011年，先後發行3組美國科學家郵票。

為何要出增訂版

- 物理學在這幾年裡也有不少發展。例如：
- 行星有了明確的定義，太陽系不再是九大行星而是八大行星；
- 照相不再用底片，存在電荷耦合器件上，以致著名的底片生產商柯達公司申請了破產保護；
- 又一位華人高錕先生獲得諾貝爾物理學獎；
- 實驗發現了與希格斯玻色子非常相象的粒子；
- 觀測證實了宇宙在加速膨脹。

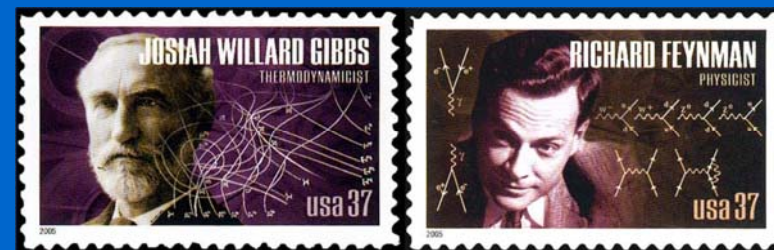
這些內容都應該介紹給讀者。高教出版社主動表示願意出增訂版。

為何要出增訂版

- 而且也為了紀念北大物理百年（北大物理系成立於1913年，當時叫格致科。）

為何要出增訂版

- 一些原來沒有郵票的物理學家，現在有了。



增訂版

- 對原來內容進行了修改、補充，有幾節完全改寫；
- 並且增加 4 節：熱機、能量和能源、物理化學和宇宙線；
- 郵票從2400張左右增加到4000張左右；
- 總字數增加一倍，從70萬字增加到140萬字。
- 已由高等教育出版社出版。

增訂版



目 錄

- 1. 希臘古典時期
- 2. 希臘化時期
- 3. 中世紀
- 4. 文藝復興和達·芬奇
- 5. 哥白尼的日心說
- 6. 第穀·布拉赫和開普勒
- 7. 伽利略
- 8. 真空和大氣壓
- 9. 笛卡兒和慣性原理
- 10. 牛頓
- 11. 牛頓的同時代人
- 12. 牛頓力學的進一步發展：分析力學和天體力學
- 13. 牛頓力學的進一步發展：連續媒質力學和變質量體力學
- 14. 光學的進展
- 15. 光譜學的建立
- 16. 應用光學
- 17. 電學的早期發展
- 18. 電流及其磁效應

- 19. 法拉第
- 20. 麥克斯韋的電磁理論
- 21. 赫茲和電磁波
- 22. 電磁學的應用：(1) 強電
- 23. 電磁學的應用：(2) 弱電
- 24. 電磁學的應用：(3) 無線電
- 25. 熱學的宏觀理論
- 26. 熱機
- 27. 能量和能源
- 28. 熱學的微觀理論
- 29. 原子論的確立
- 30. 門捷列夫和元素週期表
- 31. 物理化學
- 32. 對地球重力場的研究
- 33. 地球物理學
- 34. 物理學單位制
- 35. 理論物理學獨立成軍·物理學的數學工具
- 36. 19世紀與20世紀之交
- 37. 普朗克和能量子
- 38. 愛因斯坦和相對論
- 39. X射線的發現
- 40. X射線的本性
- 41. 電子的發現
- 42. 放射性的發現
- 43. 居里夫人
- 44. 盧瑟福
- 45. 玻爾和原子模型
- 46. 波粒二象性

- 47. 量子力學的建立
- 48. 1932年
- 49. 宇宙線
- 50. 人工放射性
- 51. 核裂變
- 52. 費米和核能
- 53. 希特勒政權下的德國物理學家
- 54. 曼哈頓計畫·核武器的發展
- 55. 核能作為動力
- 56. 原子核子物理學
- 57. 加速器·物理實驗的大規模化
- 58. 粒子物理學：實驗
- 59. 粒子物理學：概念和理論
- 60. 觀測天體的新手段：射電天文學和空間天文學
- 61. 天體物理學和宇宙學
- 62. 電子學
- 63. 微波和射電波譜學
- 64. 現代光學
- 65. 凝聚態物理學
- 66. 低溫物理學
- 67. 計算技術和物理學
- 68. 生物物理學
- 69. 醫學物理學
- 70. 物理學國際學術活動

談吳健雄兼及歷史與文化

江才健

於東吳大學

2014年10月18日



1983年3月22日吳健雄 袁家驪 攝於圓山飯店

我記得那個下午的陽光十分燦爛，也清楚記得楊先生陪我站在那時還沒有月台的長島石溪火車站外的陽光中等車，一面思索一面提出意見的神態。

摘自《物理科學的第一夫人 吳健雄》序



1989-1996

本及中肇丁、贈家袁、寧振楊士院院研中、(起左)新建余人行登報時國中：圖下
(攝仲建陳)
。會者記者新的「傳健雄吳」加李同共健才江者作記傳、筆主報
(供提司公版出報時)
。采丰雄健吳的究研學科持堅注專已代年〇四：圖右

光之界學理物



世問月下傳雄健吳 人夫禮居國中

崇推致一哲遠李、中肇丁、寧振楊主得獎爾貝諾 氣風究研學科子學年青迪啓盼 成完年六時費

【記者陳文芬台北報導】科學家袁家驊有「中國居里夫人」的稱號之外，在「物理研究的第一女王」、「核子王」，以及「世界最傑出女性實驗物理學家」的稱譽，然而，在科學專業領域的歷任色之於吳健雄，卻是阻難多於助力，健雄新書記者會上，中研院士袁家驊雄過往的歷程抱不平。

一九五〇年代吳健雄已在哥倫比亞大學，袁家驊說，若不是她在「宇」獲得世界公認的成就，哥大還不會的職銜。

而至今仍仍有爭議的是，吳健雄是政治假設的理論做出實驗證實，楊、諾貝爾獎，吳健雄卻被忽略，「吳健者江才健為此在著作中有一個專門的此事。」

吳健雄科
惟在學術研究路上

健雄說，他們夫婦與袁家驊結識多年，認為他的科技報導是國二，他的寫作忠實而準確，這本盡年心力，他尤其感謝余紀忠先生能花這樣的心力與時間去作此事。

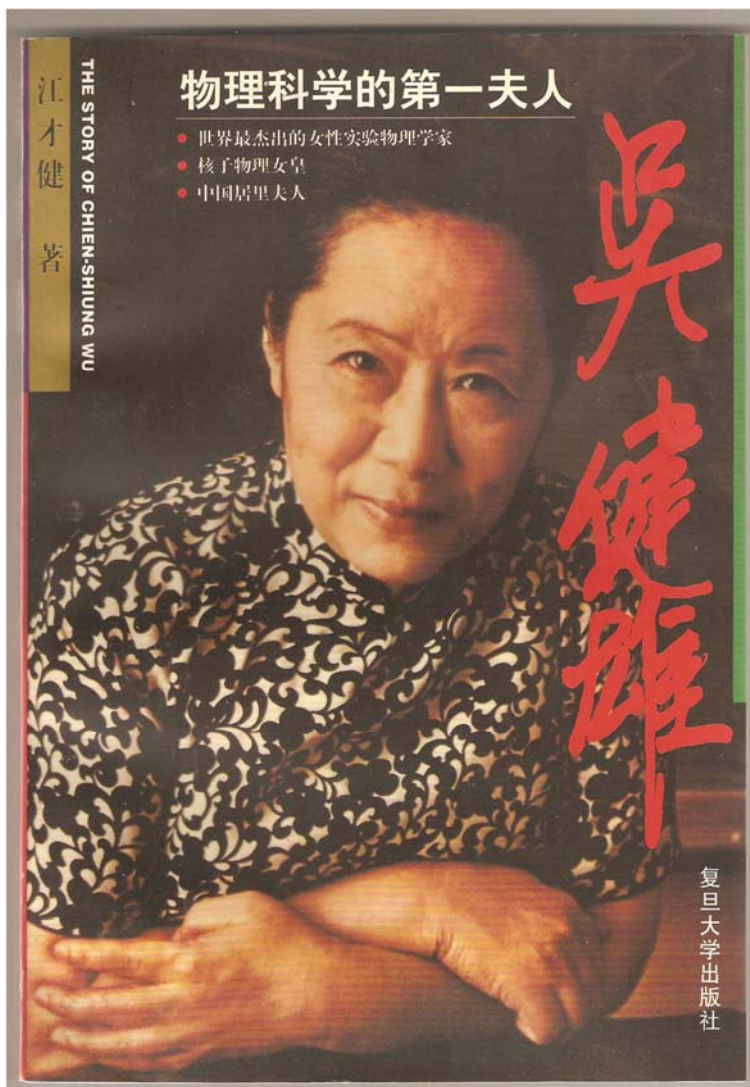
楊振寧說，這是全世界物理學界，新的文風，從多方面，如科學家的、社會背景、交遊、人對其印象、種看法，才能襯托完整觀出其全貌。

楊振寧說，他曾與江才健討論寫作知道她赴美訪談諸多與吳健雄在科相關的人士。他已讀過部份傳記內容。

日前為中研院士會議專程返國的袁健雄夫婦，昨因吳健雄身體微恙，由袁家驊代為出席記者會。中研院長李遠哲甚至等候。

與袁家驊夫婦有半世紀以上交誼的忠先生，委請余建新代為宣讀他對吳六十來專心從事物理研究的讚譽，望透過這本傳記，啓迪國內科學研究鼓勵青年學子步武先進，致力物理學發揚。

【記者陳文芬台北報導】世界最傑出實驗物理學家、素有「中國居里夫人」吳健雄女士傳記，將由時報出版公司出版。為了這部「吳健雄傳」，三獎得主楊振寧、丁肇中、李遠哲共發達他們對這位物理學家的推崇與敬重中國時報發行人余建新代表董事局前往向吳健雄夫婦、中研院士袁家驊報出版公司發行人孫思聰也出席會場者江才健，並在會中侃侃而談寫作此

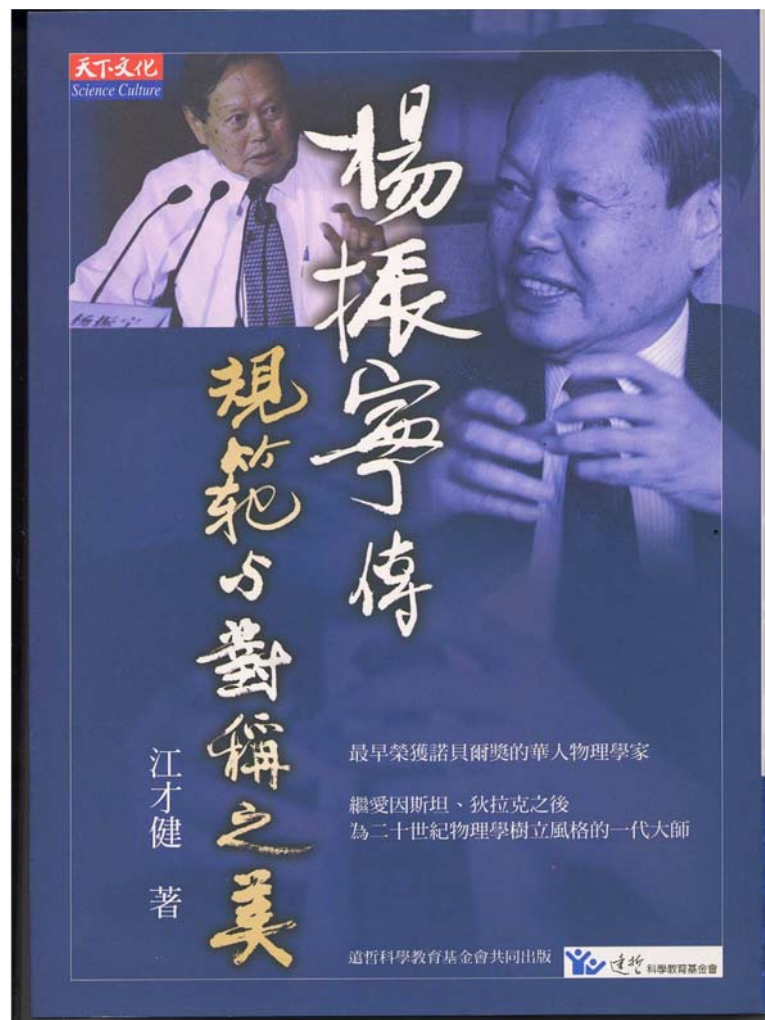


復旦大学出版社

談談寫吳健雄傳

寫傳記的建議

1.不要寫



1998-2002

談談寫吳健雄傳

寫傳記的建議

1.不要寫

2.找做理論的科學家好過做實驗的科學家

傳記寫作

1.授權寫作(Authorized)

- a.口述歷史
- b.筆記傳記

2.非授權寫作(Un- Authorized)

- a.無傳主同意
- b.與傳主合作

886-2-2872-4533

才俊:

NY Review of Books 的文章我的记忆是 3/10 是正確的,
但记忆可能解錯。

黄君国给你的意见我见过, 是在 Sweden 写的。

我想了想, 觉得你最好把稿子 你 给我看一下, 因为

① 可以避免错误

② 可以对轻重与取舍我会给出好的意见。

你不採取我的意见, 我不会在乎。

振宇

2001

9月17



買船票的故事

柏克萊的故事





左起：古葉時子、雄雄（左二）、海峽（左三）、瑪莎（左四）、左五：瑪莎、瑪莎、瑪莎、瑪莎、瑪莎



Dinner at International House in Berkeley, circa 1939.
Seated from left to right: Emilio Segrè, J. Robert Oppenheimer, and
Chien-Shiung Wu. (Lawrence Berkeley Laboratory)

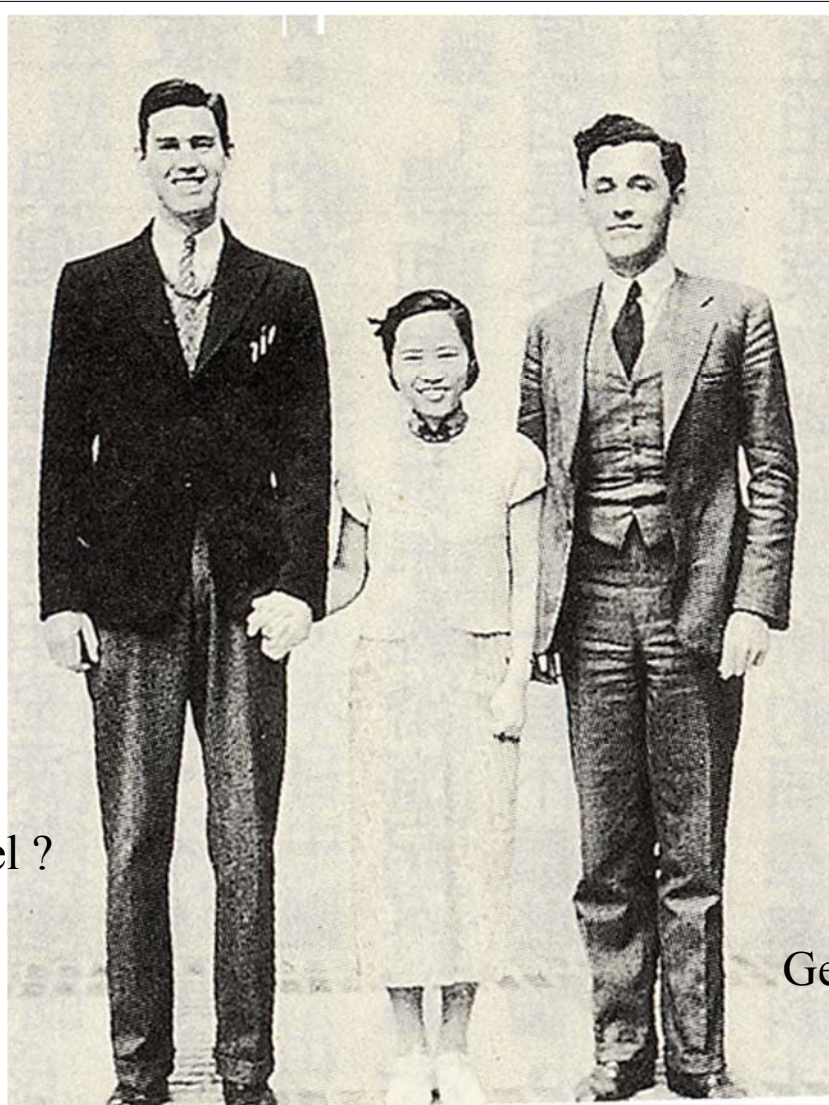
青春與愛情



青森洋館



青森洋館



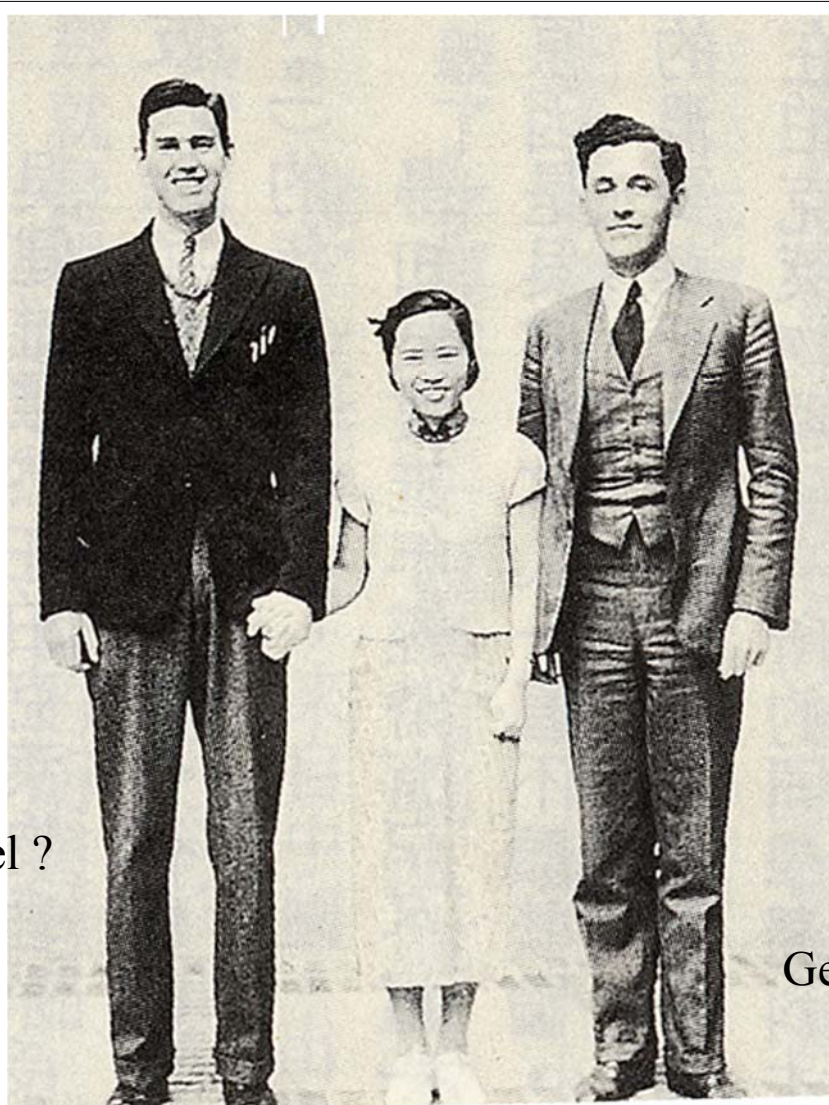
Stanley Frankel ?

George Volkoff



吳健雄與朋友

Adina 徐敬儀 吳健雄



Stanley Frankel ?

Bob Christy

George Volkoff

09/30/96 13:51
MARVIN L. GOLDBERGER

PHONE No. : 619 551 1262

NO. 446 002
Sep. 27 1996 7:55PM P01

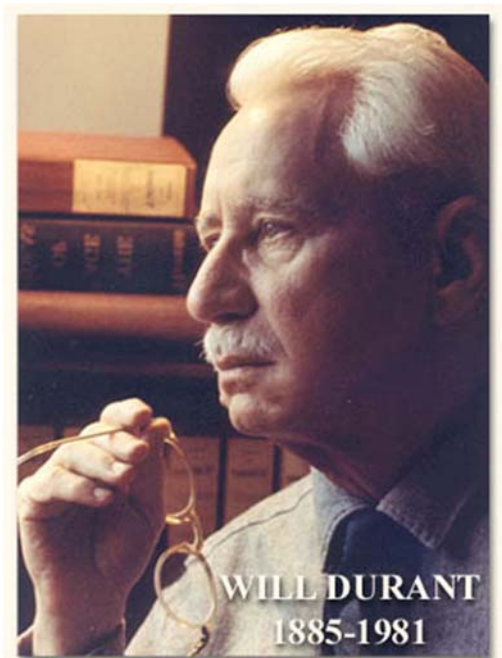
Frank,

You are absolutely correct about the size of Stan Frankel. He was smaller than both of us. It is ~~not~~ in fact a picture of Bob Christy who remarkably enough looks very much the same today at age ~ 80. From everything I've heard from that golden era at Berkeley, C.S. Wu was the belle of the ball, pursued by all the young men.

Mildred sends regards, as do I, to both of you.

.... looks very much the same today at age **80. From every thing I've heard from that golden era at Berkeley, C.S. Wu was the belle of the ball, pursued by all the young men.

才經: 這封 Goldberger 的回信。我仔細看了這信件, 三個人 Christy, Wu, Volkoff。



歷史的教訓(The Lesson of History)

歷史大部分是傳說, 小部分是臆測.

The Story of Civilization(11 Volumes)

歷史除名字之外,許多是假的.

小說除名字之外,多是真的.





與吳健雄女士的同航已是值得一誌的，物理學和這位由美國來的中國移民，一同成為我的伴航者，吳女士是如此沈醉於物理，就像我年輕時代一樣。

我懷疑她是否注意到機外滿月的光輝，而那美景也令我感動難忘。

Pauli 寫給他妹妹的信



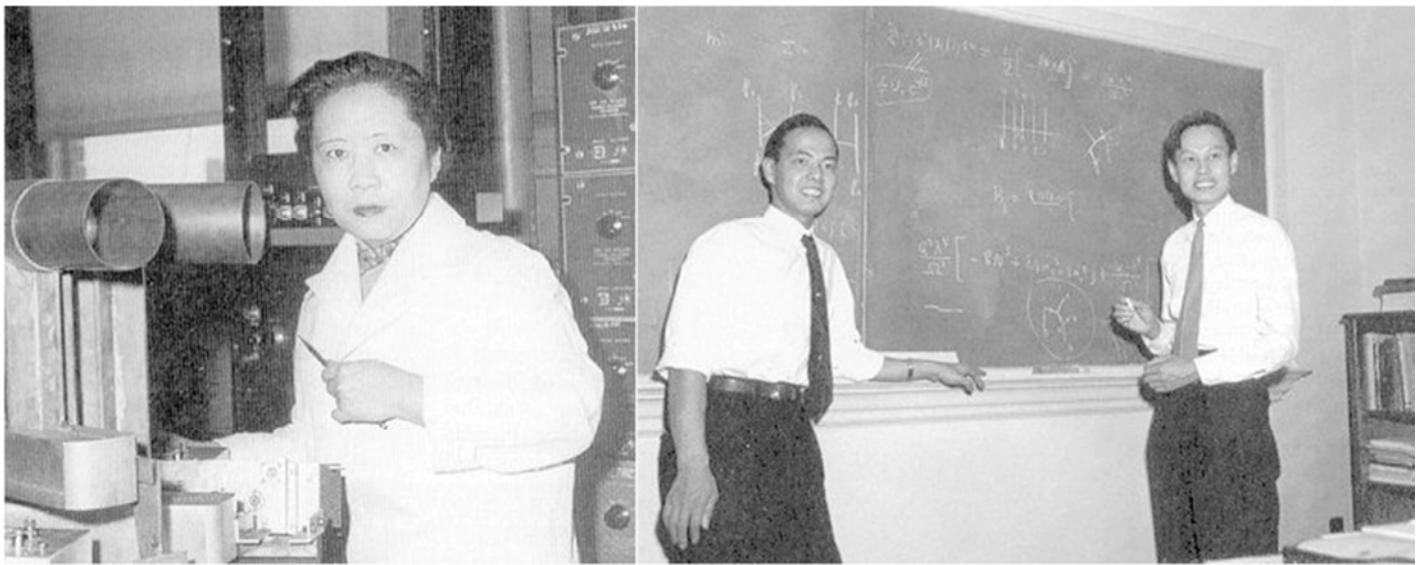
Wolfgang Pauli at the International Congress in Rehovoth, 1957
From left to right : ?, ?, R Peierls, ?, G Racah, Wolfgang Pauli, Dr Wu and C J Banner?



Dr. Wu attending an international conference on High Energy and Nuclear Structure in Rehovoth, Israel. 1967(1957?)

革命的不守恒宇宙





C. S. Wu

T. D. Lee

C. N. Yang

Award Ceremony Speech

Presentation Speech by Professor O.B. Klein, member of the [Nobel Committee for Physics](#)

- Your Majesties, Your Royal Highnesses, Ladies and Gentlemen.

The Nobel Prize in Physics to Professor Tsung Dao Lee and Professor Chen Ning Yang for this year is concerned with some of the fundamental physical principles, the so-called parity laws - in the first place the symmetry of Nature with respect to right and left - in their application to elementary particles and their reactions.

.....

.....

The first of these experiments was carried out by the Chinese physicist, Mrs. C.S. Wu and her collaborators. Very schematically it consisted in the following

Parity and chivalry in nuclear physics

Forty years ago, the world of physics was stunned by the discovery that nuclear beta-decay does not respect symmetry between left and right. But the credit for this conclusion has not been properly attributed.

Nicholas Kurti and Christine Sutton

On 15 January 1957, the physics department of Columbia University in New York held a press conference, and the following day headlines on the front page of *The New York Times* declared "Basic concept in physics reported upset in tests. Conservation of parity in nuclear theory challenged by scientists at Columbia and Princeton Institute." It was unusual in those days for scientific results, however important, to be announced first at a press conference rather than at a scientific meeting or in a professional journal. The scientific paper appeared a month later on 15 February 1957 in *Physical Review*, and this fortieth anniversary of publication provides a good opportunity to look at those controversial events.

The great excitement was triggered by results from an experiment suggested the previous summer by theorists T. D. Lee and C. N. Yang to test the conservation of parity in weak interactions. Lee, from Columbia University, and Yang, from the Institute for Advanced Study in Princeton, had been considering one of the most puzzling effects of the time, the so-called $\theta-\tau$ paradox. θ and τ are two short-lived 'strange' subatomic particles, so called because although they are made readily in particle collisions through strong interactions, they decay only on the longer timescales typical of weak interactions. The additional puzzle was that they have exactly the same mass, but can decay to states of different 'parity'.

Parity refers to a complete inversion in space, which has the effect, for example, of turning a right-handed corkscrew into a left-handed one. A system that has right-left symmetry will not change under the parity operation and is said to have positive parity, whereas a handed system, such as a corkscrew, does change and is said to have negative parity. The θ and τ decayed to sets of particles with opposite parity (two pions and three pions respectively), implying that they could not be the same particle, unless parity could somehow change in the weak decays. However, physicists believed that parity is conserved (stays the same) in all basic physical processes.

Lee-Yang hypothesis

In 1956, as more conventional explanations for the $\theta-\tau$ puzzle were unsuccessful, Lee and Yang began to consider seriously the alternative of parity non-conservation and set out to discover whether there were other weak interactions in which parity was not conserved. After working through a great deal of

experimental evidence from nuclear beta-decay, they realized that no experiment had measured an effect that would change hands under parity. The key would be to measure something that changes, such as momentum, relative to something that does not, such as direction of spin.

In June 1956, Lee and Yang submitted a paper to *Physical Review* in which they suggested ways of testing for parity conservation. One idea was to measure the electron emission in β -decay from oriented nuclei to see if the intensity changed when the polarizing field was reversed. Any asymmetry would be proof of parity violation.

The NBS test

In the United States, the National Bureau of Standards (NBS) was one of only two places where nuclear orientation work, by Ambler, Hudson and Temmer, was being done. C. S. Wu, a colleague of Lee at Columbia University and an authority on β -decay, approached Ambler, who three years earlier had polarized γ -decaying cobalt-60 (^{60}Co) nuclei in his thesis work at the Clarendon Laboratory in Oxford. As a result it was decided late in July that the parity experiment would be carried out at NBS by Ambler, Hudson, Hayward (an experimental nuclear physicist), Hoppes (his research assistant), all from the NBS, and Wu.

Although the technique of γ -ray nuclear orientation experiments at millikelvin temperatures was well established by 1956, β -decay experiments presented special difficulties. Because of the strong absorption of β -rays, the scintillation detector had to be inside the cryostat and the light pulses transmitted to a photomultiplier at room temperature. For the same reason, the β -activity had to be concentrated in a 50- μm outer layer of the single-crystal cooling substance. To prevent this exposed layer from warming above the temperature of the bulk of the crystal, the thermal insulation had to be much better than in the γ -ray experiments. Thus it was not until December 1956 that the forward-backward asymmetry of the β -emission, on reversing the polarizing field, was first observed. The reason for describing these difficulties is that at the time many people thought that there was no more to the experiment than for Wu to turn up at NBS and receive from Ambler and Hudson a cerium magnesium nitrate crystal doped with ^{60}Co —and parity conservation tumbling.

Indeed, in his Rutherford memorial lecture in 1958, P. M. S. Blackett said "It took Wu and colleagues 48 hours to show

experimentally that the β -particles emitted from magnetically oriented ^{60}Co nuclei were emitted asymmetrically with regard to the direction of the magnetic field." But he also pointed out that experimentalists were discouraged by the theorists from wasting their time on experiments that were bound to confirm parity conservation.

On 12 January 1957 the paper was ready to be sent to *Physical Review*. In those days it was usual to list authors in alphabetical order, unless one was the leader of the team or the originator. But, in this instance, it would have been unseemly for the 'A' and the 'H' authors to suggest such an order; the proposal would have had to come from the 'W' author. When this did not happen, the chivalrous suggestion was made that as Wu was the only woman she might sign first. (One wonders whether 40 years on such a suggestion would be regarded as an easily made example of affirmative action or a sexist remark!) So the authors of the paper describing the NBS parity violation experiment were listed as Wu, Columbia University, and underneath, on a separate line, Ambler, Hayward, Hoppes and Hudson, NBS.

This gave the impression that Wu was the principal author, and as a result the experiment was and is often referred to as the 'Wu experiment'. This attribution was first made by Garwin *et al.*, whose paper on parity violation in meson decay followed the paper by Wu *et al.*. They thanked Wu for "reprints of her results of the ^{60}Co experiments", rather than the NBS results. When in 1978 Wu was chosen as the first physics recipient of the prestigious Wolf Prize, the NBS experiment was cited as "her most famous work".

The purpose of this note is to state for the record that the NBS parity violation experiment was a collaborative team effort in which nuclear physicists and cryophysicists pooled their knowledge and expertise to carry out an experiment proposed by Lee and Yang, thus confirming their hypothesis that parity is not conserved in β -decay. In writing this article, we relied on published papers, unpublished or personal information and some not so shabby reminiscences of one of us (N.K.). We are grateful to Ralph Hudson for putting us right on some facts.

Nicholas Kurti and Christine Sutton are at the Physics Department of the University of Oxford, Oxford OX1 3RH, UK.

1. Lee, T. D. & Yang, C. N. *Phys. Rev.* **104**, 241 (1956).
2. Blackett, P. M. S. *Proc. R. Soc. B* **50**, 251 (1959).
3. Wu, C. S., Ambler, L., Hayward, R. W., Hoppes, D. D. & Hudson, R. P. *Phys. Rev.* **105**, 1413 (1957).
4. Garwin, R. L., Lederman, L. M. & Weinrich, M. *Phys. Rev.* **105**, 1415 (1957).

575

correspondence

Value for money

Sir—Scientists are currently judged by the number and quality of their publications. Using such criteria, Robert May's 'Review of world science' finds that the economically developed nations fare well, whether the results are expressed in terms of citations per person or a relative citation index. In today's economic climate, he suggests that the United Kingdom obtains the 'best value for money' at 168.2 citations per million pounds sterling. Such a figure implies that each publication costs £5,945 or US\$9,530. May further suggests that better value for money is associated with university institutions.

Several of my South African colleagues in the life sciences at university institutions have provided me with their average costs per publication. These range from \$500 to \$2,400. The average is \$2,000. This is not a very realistic figure because chemicals are purchased from outside South Africa and are subject to 10% import duty and 14% value-added tax. So the real cost for each publication is \$1,520.

So what is the quality of these publications? These colleagues are publishing in journals with impact factors from 1.7 to 5.2. This suggests that we are

producing 6 papers for each produced in the United Kingdom, and 7 for each produced in the United States. If we include the cost of the manpower involved, we arrive at 24 and 28 publications respectively for the same investment—South African lecturers receive \$14,000 a year (less than a quarter of salaries on offer in the United States as judged by classified advertisements). I should like to suggest that funding agencies in Europe and the United States should invest in South African science in our universities for real 'value for money'.

J. P. Dean Goldring
Department of Biochemistry,
University of the Witwatersrand,
1 Jan Smuts Avenue,
Johannesburg, South Africa
e-mail: 089gold@comnet.wits.ac.za

1. Lewontin, G., Anderson, J. R. & Lee, J. *Nature* **375**, 671 (1995).
2. May, R. *Science* **275**, 798–799 (1995).

History of parity violation experiment

Sir—The Commentary article 'Parity and chivalry in nuclear physics' refers to the two first publications demonstrating the non-conservation of parity in the weak interactions^{1,2}. The article is summarized by

the subhead "Forty years ago, the world of physics was stunned by the discovery that nuclear beta-decay does not respect symmetry between left and right. But the credit for this conclusion has not been properly attributed." The purpose of the Commentary was "...to state for the record that the NBS (National Bureau of Standards) parity violation experiment was a collaborative team effort in which nuclear physicists and cryophysicists pooled their knowledge and expertise to carry out an experiment proposed by Lee and Yang, thus confirming their hypothesis that parity is not conserved in β -decay".

We have always regarded this epochal experiment as a team effort. When we wrote in 1957, "[w]e are also indebted to Professor C. S. Wu for reports of her preliminary results in the Co-60 experiment which played a crucial part in the Columbia discussions immediately preceding this experiment", we did not intend to apportion credit among the authors of the Letter reporting the Co-60 results. Our own experiment, "Observations of the failure of conservation of parity and charge conjugation in meson decays: the magnetic moment of the free muon", was reported by Wu's Friday-lunch report of the status of the Co-60 experiment and was performed that Friday night, 4 January 1957, to

Tuesday morning 3 January, and our Letter was written that day. Had we heard the word from Ambler, we would have thanked "Dr E. Ambler for reports of his preliminary results..." and we could as well have written the phrase without the "her". As for the 1978 Wolf Prize to Wu, citing the Co-60 experiment as "her most famous work", a prize for lifetime achievement awarded to Ambler could properly cite the same experiment as "his most famous work".

Wu died in New York on 16 February 1997. At a memorial service on 22 February, every speaker gave credit for the Co-60 experiment both to Wu and to the NBS team. For instance, C. N. Yang said: "In 1956 she and her collaborators at the NBS did one of the most exciting measurements..." and T. D. Lee: "Forty years ago she and her colleagues at NBS overthrew the principle of conservation of parity".

In 1973, Wu herself published a marvelously informative and warm discussion of the Co-60 experiment, followed by a briefer presentation by one of us of the meson experiment³ and also by V. L. Telegdi⁴.

In that account, Wu details the origin of the Co-60 parity experiment in early spring 1956 when T. D. Lee described to her the possibility that the $\pi^+\pi^0$ particle decay anomaly could be due to the violation of

parity conservation in the weak interaction. Wu suggested to Lee that the best bet for testing this hypothesis in β -decay was demagnetization-cooled Co-60, and she decided to work full-time on that. In preparing for the experiment, she and her Columbia colleagues immediately remastered the spin of Co-60 and, on 4 June, Wu called Ambler to find out whether he would be interested in a collaboration; Ambler accepted with enthusiasm, and work began at NBS. Before going to NBS for the first time in mid-September, Wu had done experiments at 4 K on the detector designed to detect β particles from a source at milli-Kelvin temperature, had made detailed studies of magnetic field effects on the β counting and had studied backscattering from the cerium magnesium nitrate (CMN) crystal source backing.

Wu also grew two Co-60 specimens, one with the β -emitting thin surface layer containing a few microcuries of Co-60, the other with Co-60 throughout the crystal for preliminary studies of γ anisotropy from polarized nuclei. But the surface warmed rapidly because of conduction of residual helium, and the NBS team used a CMN shell to shield the surface. By Christmas Eve, the electron asymmetry was "reproducible and huge" but rigorous checks were still to come. (R. P. Hudson says that according to the log books, this

occurred on the night of 26 December, personal communication 13 March 1997.) Wu writes: "The period between 1st and 2nd and January 8th was probably the most tense in our whole experimental venture", but these meticulous experimenters finished all the experimental checks and gathered at about 2 a.m. on 9 January to celebrate the great event.

Kurti and Sutton write: "In those days it was usual to list authors in alphabetical order, unless one was the leader of the team or the originator." It would not be amiss to regard Wu as the originator of the experiment, given the facts as related above. But the NBS team of Ambler, Hayward, Hoppes and Hudson, as well as Wu, were full collaborators and deserve full credit.

Richard L. Garwin
Columbia University,
New York, New York 10027, USA
Leon M. Lederman
Illinois Institute of Technology,
Chicago, Illinois 60616, USA

1. Kurie, N. B. *Science* **108**, 575 (1957).
2. Wu, C. S., Ambler, L., Hayward, R. W., Hoppes, D. D. & Hudson, R. P. *Phys. Rev.* **105**, 1413 (1957).
3. Garwin, R. L., Lederman, L. M. & Weinrich, M. *Phys. Rev.* **105**, 1415 (1957).
4. Wu, C. S. *Advances in Experimental Physics*, Gamma Volume 10 (1973), from which the information of the exact time-paragraph is drawn.
5. Garwin, R. L. *Advances in Experimental Physics*, Gamma Volume 10 (1973).
6. Telegdi, V. L. *Advances in Experimental Physics*, Gamma Volume 10 (1973).

correspondence



圖國美的歐資恆守不稱字行進作合健與和▲
照、(右)勒伯安：家學理物位三的局導導家
。(左)森德哈、(二右)溫

因為歷史，
太過無緣，
內部的時
年下半期
(左)森德哈
溫，持續

寧、李政道所提出的「字稱不
守恆」理論假設，也傳揚、李
二人成為兩位諾貝爾獎得主
的中國人。(他們得獎時仍持
中華民國護照，都未入美國籍
，因此諾貝爾獎的正式紀錄
上，只有他們二人的國籍是中
國)。
吳健雄沒有和楊、李一同得
獎，是極不合情理之事。當時
在物理學界評價諾貝爾獎，比較
出名之人士如「美國原子彈之
父」與本海斯都公開表示了不
滿。但是吳健雄終其一生都沒
能得到諾貝爾獎，其中的曲折
因緣，也是頗令人感嘆的。
吳健雄一九五六年和四位美
國國家標準局科學家的合作關
係，一直並不融洽，這其中原
因甚多，在此就不說了。不過
實驗成功後光環全在吳健雄一
人身上，則不是柯提、沙谷所
說的「諾貝爾獎神所造成」。
為了寫吳健雄傳記，我曾經

在華盛頓當
面訪問過她
合作的四位科
學家。無論是
一九八九年十
二月和我見面
的安伯勒，或
是一九九〇年
三月分別見到
的另外三人，都
一致同意，若
不是吳健雄來
找他們，他們
絕不會也沒有
能力來進行這
個實驗。後來
做了國家標準
局局長的安伯
勒說的話比較
謹慎，其他三人
對吳健雄有些
太高，但是包
括諾貝爾獎最
友誼的哈德森
在內都一致認
為，他們和吳健
雄不是同一等
級的科學家。
這些當年在
國家標準局科
學家的不快，
主要來自實驗
成功

後，他們常被描述為一群幫忙
的技術人員，而不是合作的科
學家。這個印象固然是來自吳
健雄的沒有刻意提他們，也與
吳健雄在科學上的名聲地位
與他們相去太遠有關。當然吳
健雄和他們合作關係的不睦，
以及處理論文排名順序的姿態
過高，都是第一火藥。
其實當時就算論文的排名是
以字母順序，恐怕光環還是會
集中在吳健雄身上，原因是「
字稱不守恆」實驗中，固然低
溫物理技術具有關鍵影響，但
是這也是一個原子核物理的實驗
，楊、李在論文中固然曾提議
做這個實驗，但是熟悉實驗物
理的人就會知道，這完全無損
於吳健雄在整個實驗設計中的
原創構想貢獻，而且她也是最
先有科學上的透視，看出這個
實驗有關鍵重要的科學家。以
上這兩點，是對她此一工作有
深入認識的楊振寧也都同意的
。

柯提一九五八年文章的不悅
，反映的正是當時英國，特別
是牛津科學家的情緒。英國牛
津大學在科學界並非省油的燈
，科學界有相當廣泛的傳言，
認為牛津大學和瑞典科學院關
係密切，他們強烈施壓，說如
果那要同時頒發給吳健雄的
物理學家，就不能只給吳健雄
一人，這也就無法符合諾貝爾
獎每年每項不超過三人獲獎的
成規了。
吳健雄一生的實驗工作成就
，並不只「字稱不守恆」一項
，而且影響物理科學深遠且遠
，但是諾貝爾獎給獎原則則是
決一項突破(最早明文規定是
科學大發現)，而非終生成就
。一九八〇年諾貝爾獎頒給另
兩位物理學家的實驗成就，由
於其發展與「字稱不守恆」密
切相關，許多大科學家都以為
，根據諾貝爾獎過去一些給獎
例子，那一次應該將吳健雄也
括在內才對。



在實驗室中的吳健雄(1940年代)

的科學成就，不得不諾貝爾獎
已不重要。但是即使是最近淡
利名利的科學家，也沒有真能淡
視這個特殊的，這亦是人情之
常，而我知道吳健雄確實也是
在乎的。
最近許多人，有諾貝爾獎提
名權的楊振寧和丁肇中，都曾
提名吳健雄。一九九二年丁肇
中在他瑞士日內瓦實驗的歐
洲粒子物理中心，為吳健雄的
八十壽慶辦了一項國際會議，
特地請了幾位傑出女性物理學
家，其中有一位是現在瑞典諾
貝爾獎委員會五位成員之一，
可說用心良苦。
雖然吳健雄終與諾貝爾獎無
緣，但是今年的四月十日英國
「自然」雜誌刊出的一封投書
，清楚說明了吳健雄對「字稱
不守恆」實驗，在知識和技術
方面的深刻認知和經驗。寫這
封投書的是當年和吳健雄同在
哥倫比亞大學，後來因另外一
項工作得到諾貝爾獎的加文·
貝爾(Gavin)和李德曼(J. L.
DeMunnich)。他們二人在一九
五七年初因得悉吳健雄實驗得
到肯定結果，才以反推思惟做
了一個很漂亮的實驗。
投書中說明，吳健雄當年那
個實驗，雖然是與另外四位科學
家合作，但是原創構想和科學功

能則完全是吳健雄一人的。這
兩位頂著諾貝爾獎學術桂冠美
國科學家的投書，我相信已足
以有效的壓制英國和牛津科學
家的傲慢與偏見。
其實在那場慶典當舉行以前
，我已經在科學界一分刊物寫
了一篇長文，指出牛津大學那
封投書的偏頗和誤謬，我那位
物理學的朋友應該知道此事，
但是好像仍不忘於牛津大學
「二人之偏見」這似乎亦反映
了我們信心的不足。我想當我
們自己開始慢慢有比較多深入
扎實的研究，也許便可以逐漸
重建一些自信，而不是老聽著
別人的意見，才能決定我們自
己日子裡是應種草還是種樹。

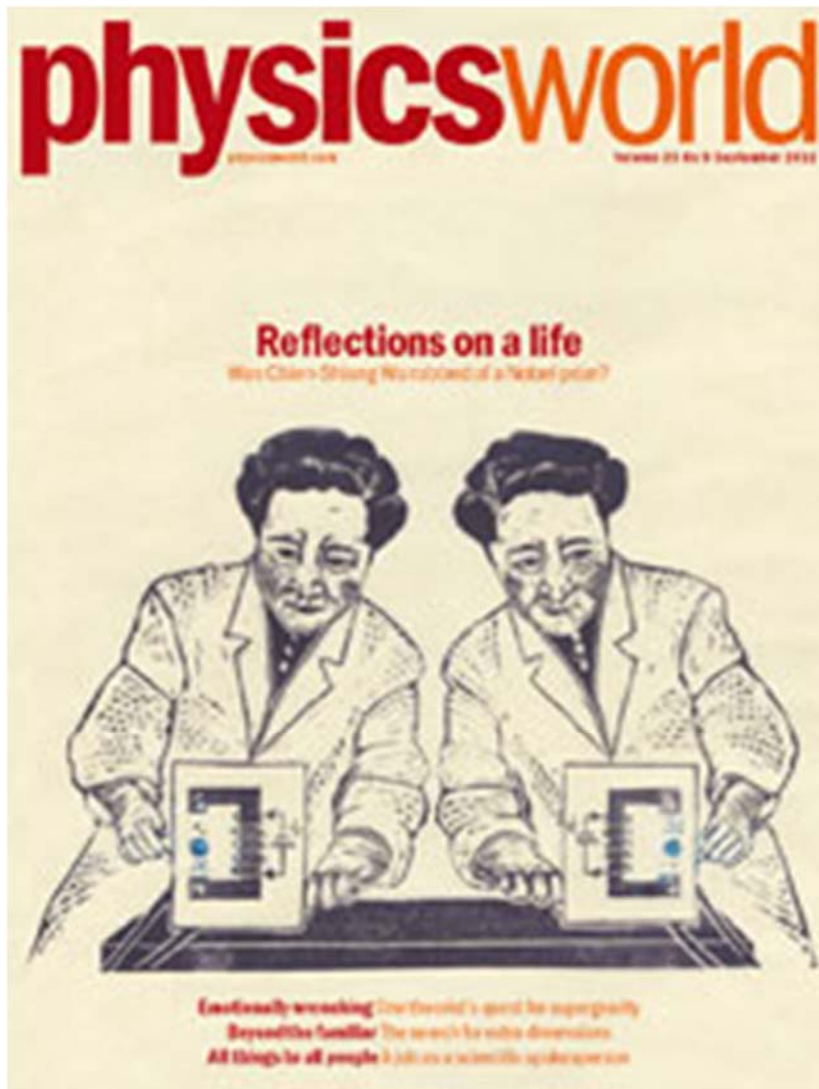
From: dalehoppes@comcast.net [mailto:dalehoppes@comcast.net]
Sent: Thursday, April 12, 2012 3:57 AM
To: chiantc@k-review.com.tw
Subject: Re: From Chiang Tsai Chien
Dear Mr. chiantc:

I hope someone else from NIST has written to you describing the situation here. I am fighting infections and would not be able to speak with you on camera, but I will supply as much in formation as I can. First, Ray Hayward died several years ago, although his widow persists. I am told that Dr. Hudson has poor short-term memory, but I don't know if he can communicate. Dr Ambler is apparently in good mental health, although he lives in one of the coastal islands off the Carolinas. I think Dr Schooley has alerted him to your project. The grounds of the old NBS have long been the home of a District of Columbia University. I do not know the condition of the actual site, but it was recently dedicated a historical physical site, I was not able to attend and don't know if the building has been diverted to a new use. A reconstruction of a portion of the actual cryogenic apparatus was made at the NIST Gaithersburg site, where you may have seen it in 1989.

I am sorry that I can not be more helpful; perhaps you will find a younger reception at Columbia. I grew rather fond of Dr. Wu during the time she worked with us and would like to see her properly honoured

Sincerely,
Dale Hoppes

9/2012 02:22 PM, chiantc@k-review.com.tw wrote:
Dear Dr. Hoppes:
I remembered I didn't meet with you when I was writing the biography of Madame Chien Shiung Wu. That was in 1989 - 1990 which was 23 years ago.
I met and talked with Dr. E. Ambler on 8th December 1989 and also with Dr. R. W. Hayward on 22th March and Dr. R. P. Hudson on 23th March 1990.
Time passed fast and this year is the centennial anniversary of Madame Wu's birth and I was directed a project to make a documentary film for her.
We planned come to Washington DC on end of June or early July, I hope we can have an interview with you for our documentary film during that time.
Although the Chinese biography of Wu was published in 1996, the English edition was not done due many reasons. I know the World Scientific publisher in Singapore will publish the English edition of my book this year, I will more than happy to sent a copy to you when it was published.
I always remembered the warmly reception Dr. Hayward gave to me when I met him in that spring day 22 years ago. I don't know if you still contact with him and how is he?
With best regards!
Sincerely,
Chiang Tsai Chien



• Credit where credit's due?

- It is often said that physicist Chien-Shiung Wu, who was born 100 years ago, should have received a [share in the 1957 Nobel Prize for Physics](#) but missed out as a result of [gender discrimination](#). **Magdolna Hargittai** investigates the truth of the matter
- Sep 13, 2012



- I often lecture on famous female scientists and if I do not mention Chien-Shiung Wu, someone almost invariably asks why. This shows how well known she is among scientists. Not only is Wu highly respected – she is known to some as the "First Lady of Physics" or the "Chinese Marie Curie" – but there is a general opinion that it was an injustice that she did not receive the Nobel Prize for Physics together with Tsung-Dao Lee and Chen Ning Yang in 1957 for her part in the experiment that proved that parity is violated in the weak force. But was this really an example of gender discrimination? To find out, I decided to look into this question and weigh up the evidence.
- Born in China in 1912, Wu's father was himself an advocate of gender equality, founding one
- of the first schools in China that admitted girls, and he instilled the value of education in his
- daughter. In 1934 Wu received her bachelor's degree in physics, graduating at the top of her
- class from the National Central University in Nanjing. She then did a few years of research
- but, unsatisfied with the opportunities for physicists in China at that time, moved to the US
- where she completed a PhD at the University of California at Berkeley in 1940, and then took
- up a brief research position. In 1942 she married Luke Chia-Liu Yuan, who was the grandson
- of the first president of the Republic of China.

left-right symmetry. So, why did she choose to do this difficult experiment? I had answered this question in an eulogy dated April 1997 (figure 1) after her death which translates as

"The research works of Ms. C.S. Wu were well known for their precision and accuracy. But her great success was due to another more fundamental reason: In 1956 people did not want to do experiments to test parity conservation. Why was she willing to do such a difficult experiment: Because she had the penetrating perception that even if parity conservation is not overthrown, this fundamental law of nature must be tested. Herein resides her greatness."

吳健雄的工作以精準著稱於世，但是她的成功還有更重要的原因：一九五六年大家不肯做測試宇稱宇恆的實驗，為什麼她肯去做此困難的工作呢？因為她独具慧眼，認為宇稱宇恆即使不被推翻，此一基本定律也應該測試。這是她過人之處。
楊振寧 九七年四月

Now about the label "*the Wu experiment*": In the first half of 1957 the three most important big conferences in physics naturally were all

dominated by the new subject of parity nonconservation. Record shows the list of invited speakers at these three conferences as follows:

- 1) 1957 APS NY Meeting (Jan. 30 to Feb. 2): *Wu, Lederman, Telegdi, Yang.*
- 2) VII-th Annual Rochester Conference (April 15-19): *Lee, Frauenfelder, M. Goldhaber, Wu, Barkas, Pless, Skinner, Lederman, Wright, Kaplon, Goebel, Werle.*
- 3) 1957 APS Washington Meeting (April 25-27): *Lee, Wu, Garwin, Telegdi, Crowe.*

Wu spoke *for the experiment* at all three conferences, showing that she was the *accepted leader* of that experiment, *accepted by her collaborators*, and *accepted by the community of physicists*. Hence the name "*the Wu experiment*".

吳健雄其他重大科學實驗成就

向量流守恆

(Conservation of Vector Current)

雙貝塔衰變

(Double β -decay)

對吳健雄實驗的評價

The Experiments have always been Designed with Great Elegance and,by Virtue of their Elegance,a high Esthetic Quality.

Polykarp Kusch

(1955 Nobel Laureat)

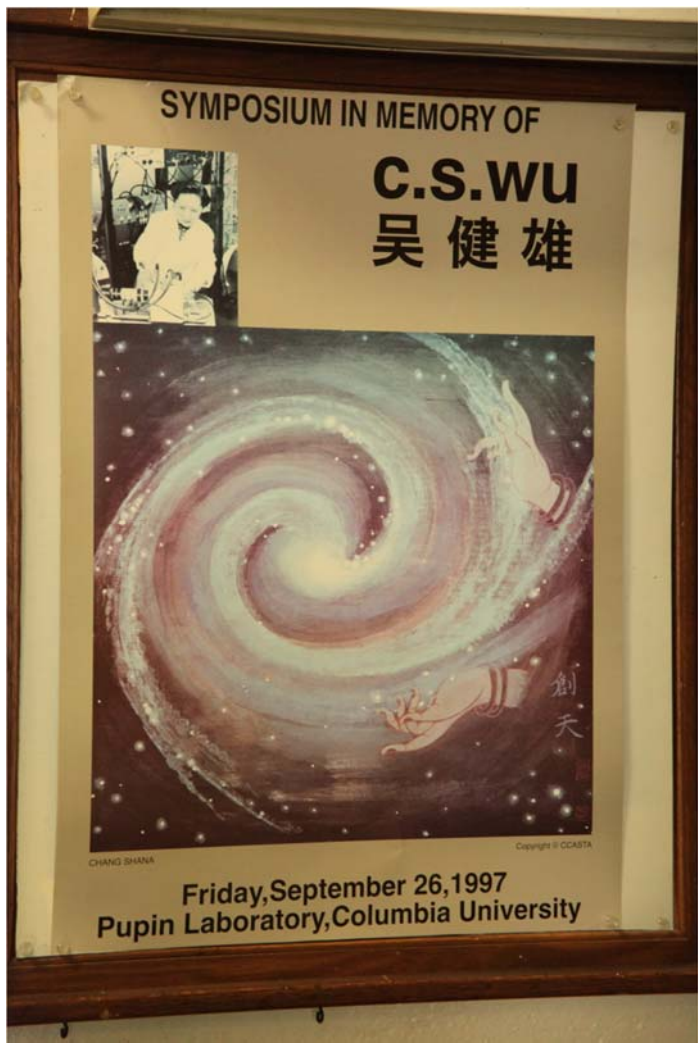
實驗的設計總是極端的優雅，優雅中帶著很高的美感特質。



Dr. Chien-Shiung Wu

吳 健 雄

1912 — 1997

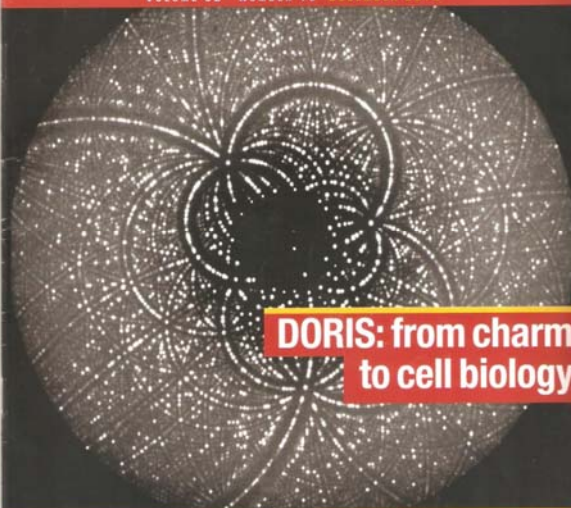




CERN







DORIS: from charm to cell biology

IPAC'12
Accelerator people get together in New Orleans
p25

CERN
Art and science: strange collisions in the library
p32

ENLIGHT NETWORK
Catalysing European hadron therapy p19

CS Wu: First Lady of physics research

Chien-Shiung Wu is the subject of a new biography that marks her centenary. The author talks about how the book came about.

It has been many years since the first idea of writing this biography occurred to me. During this period, I have talked to many people about Chien-Shiung Wu: some knew her a little, most had only vague understandings; some asked me why I should write a biography of Wu, and some even asked who Wu was!

In 1956, Wu was the first to perform a rather difficult and precise experiment, and confirmed the hypothesis [of parity violation] proposed by C N Yang and T D Lee. Yang and Lee became the first two Chinese Nobel laureates. Although Wu did not share the prize – to the surprise of many – she was acknowledged as one of the most distinguished experimental physicists in the world.

Wu went to the US in 1936. By the time she earned a PhD in 1940, her achievements and insights in research had already received the highest admiration from many professors at the University of California, Berkeley, such as the great American scientists Robert Oppenheimer and Ernest Lawrence. As a result, she was invited as a non-citizen of the US to participate in the top-secret "Manhattan Project", working on atomic bombs, and made critical contributions to the project.

Because of her significant achievements and her profound influences in physics, Wu was often called "the Chinese Madame Curie", "the First Lady of Physics Research" and the "Queen of Nuclear Research". In 1975, she broke the white-male-president tradition and became the first female president of American Physics Society.

Wu visited Taiwan on the invitation of Academia Sinica in 1983, after an absence of 18 years. I met her for the first time as a science reporter for the *Reading Times*, which served as the beginning of the adventure of writing her biography. She had retired from Columbia University in 1980 after 36 years. As professor emerita,



Chien-Shiung Wu, right, with Wolfgang Pauli in the early 1940s. (Image credit: Pauli Archive/CERN.)

her major research activities slowed down gradually. She was in her 70s – a good time for reflection.

I received much encouragement when planning this biography, particularly from C N Yang, who mentioned that a distinguished scientist such as Wu deserves to have a good biography. I discussed this proposal with Wu two years later. Always matter-of-fact, modest and never seeking fame, she declined. Only after many verbal and written persuasions, and the argument put forward by Luke Yuan [her husband] that her biography would help in inspiring Chinese youth in addition to publicizing her achievements, was she finally convinced.

With the inspiration of Yang, I realized the importance of using an objective narrative in writing this book. As a result, I did not rely only on her own account but would interview her colleagues, students, friends, relatives and even competitors, and make reference to many documents and literature. This turned out to be a time-consuming undertaking. I started the official interviews with Wu in New York in September of 1989. They were unexpectedly rough. I had imagined a rather romantic setting, with Wu vividly recounting her life and events. With the tape recorder turning and my pen moving, the Sun would be setting slowly. But this almost never happened in the tens of interviews in more than a year!

Wu never wrote a diary. While wholeheartedly immersed in her scientific experiments in the past years, she never considered recording this process for the

Chien-Shiung Wu was born on 31 May 1912 in Liuhue, near Shanghai. In 1957, Wu and her colleagues published their historic paper, "Experimental test of parity conservation in beta decay", which established for the first time the non-conservation of parity. The study of nuclear beta decay was a central focus of Wu's research. In 1949 and 1950, through a series of beautiful experiments, Wu measured the allowed and forbidden beta spectra, corrected many previous mistakes and firmly established Fermi's theory. Almost single-handedly she cleared up the confusion in beta decay that had existed for one and a half decades. (CERN Courier April 1997 p21.)

world, and therefore had no memory of many events. In addition, she was down-to-earth and of few words. The medicine that was lowering her blood pressure also affected her memory. The many hours of interviews and reminiscences were not enough to reconstruct her past.

I flew more than 30,000 miles, all over the world, to interview more than 50 individuals in China, Hong Kong, Europe, the US and Canada. The tape recording of tens of hours was followed by telephone calls to confirm details.

I used objective narrative as much as possible, avoiding subjective opinion or novel-style descriptions. Basically, this book conforms to the current trend in biographic writing: using a style closer to news reporting. In a way, its writing could be regarded as an attempt to test the idea that "news serves as a footnote of history".

● Tsai-Chien Chiang, author of *Madame Chien-Shiung Wu: The First Lady of Physics Research* (translated by Tang-Fong Wong, World Scientific 2012). This article is extracted with permission from the September 2012 issue of *Asia Pacific Physics Newsletter*, which also includes an article on Chien-Shiung Wu's scientific achievements. See www.worldscientific.com/toc/appn/01/02.



Madame Chien-Shiung WU The First Lady of Physics Research



Chinese biographies of scientists were usually written in a naive and superficial way, therefore not worth reading. This book, however, seriously and honestly presents the humanity and background of the success of Wu Chien-Shiung. It opens a new era of such biographies.

Chen Ning Yang, Nobel laureate

This book presents an unbiased account of Wu's life as well as lasting achievements in physics. Her deep views and observations, creativity and determination made her a most successful scientist and a distinguished human being. The author has done serious research, and has written accurately and eloquently. It is an accurate, in-depth masterpiece of study about the life and unusual achievements of one of the world's greatest physicist.

Samuel C. C. Ting, Nobel laureate

The life of Professor Wu is indeed an enviable, rich history of a distinguished scientist, full of admirable achievements and struggles. Her scientific career had many exciting incidents worth studying by young scientists. I am very happy to see this masterpiece of Chiang Tsai-Chien. He did his research diligently on the life of Wu, and wrote the book with discipline and professionalism. I believe that this biography will inspire many young scholars to advance forward, and make many young people understand that there are not many more meaningful careers than scientific research.

Lee Yuan-Tseh, Nobel laureate

Chiang

Madame Chien-Shiung WU The First Lady of Physics Research

Tsai-Chien Chiang

Translated by
Tang-Fong Wong



Madame Chien-Shiung WU
The First Lady of Physics Research



World Scientific
www.worldscientific.com
8289 hc

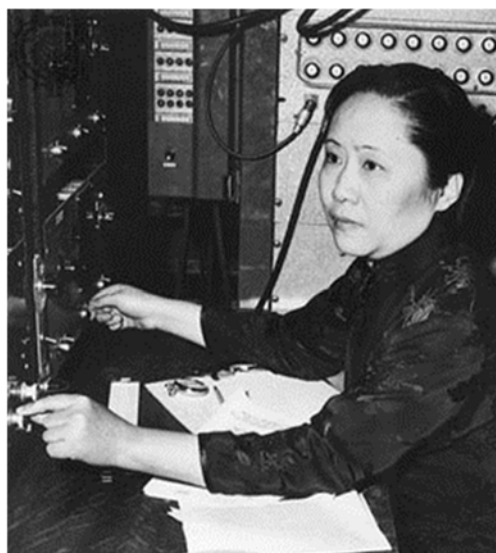


World Scientific

中國的居禮夫人

還是

世界的吳健雄



談談寫吳健雄傳

寫傳記的建議

1. 不要寫
2. 找做理論的科學家好過做實驗的科學家
3. 早一點留下影像畫面

寫傳記的心得

1. 科學使女性更聰明
2. 女性使科學更聰明

愛丁頓讓錢德拉塞卡欲哭無淚

用權威作論證是不能算數的，權威做的錯事多得很。

——卡爾·薩根

1935 年 1 月 11 日下午，在英國倫敦皇家天文學會會議上，年輕的印度天文學家錢德拉塞卡（Subrahmanyan Chandrasekhar，1910—1995）當眾宣讀了自己在研究中的新發現：“相對論性簡併”理論。這項理論將會導致關於恒星演化的一個驚人而有趣的結論。25 歲的錢德拉塞卡自信他已經作出了一項驚人的重要發現。

可是，他萬萬沒有料到他發言之後，他一貫敬重的愛丁頓（Arthur Stanley Eddington，1882—1944）立即在會上嘲弄地宣稱：

“我不知道我是否會活著離開這個會場，但我的論文所表述的觀點是，沒有相對論性簡併這類東西。”

愛丁頓當時不僅在天文學界是功績顯赫的領袖人物，而且在相對論方面也是知名的權威；但 25 歲的錢德拉塞卡卻只是剛剛獲得博士頭銜的無名之輩。在這一場勢力極懸殊的“論戰”（實際上幾乎沒有真正“戰”過）中，“真理”的天平完全傾斜在愛丁頓一邊，錢德拉塞卡幾乎是落荒而逃。

但天文學後來的發展卻明白無誤地證實，錢德拉塞卡是正確的，愛丁頓錯了。而且，由於愛丁頓的錯誤，加上他的權威性影響，天文學在恒星演化方面的研究至少被耽誤了 20 到 30 年！

回憶這段歷史，想必很有意義。

（一）

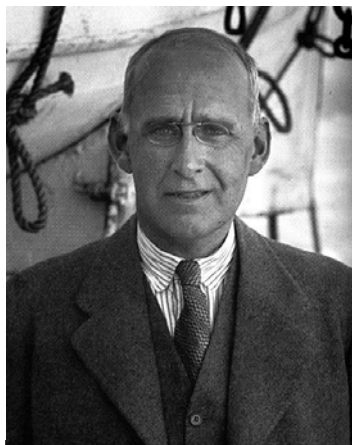
爭論的起因是關於白矮星（white dwarf，dwarf 的意思就是“侏儒”、“矮子”）的看法，所以我們先簡單介紹一下白矮星。

20 世紀 20 年代，美國天文學家亞當斯（Walter Sydney Adams，1876—1956）利用分光鏡研究雙星天狼星中的天狼星 B 時，發現這是一顆十分奇特的恒星。它的奇特之處是亮度低（遠不如天狼星 A 那麼亮，只有後者亮度的 10^{-4} ），但表面溫度卻很高，大約在 8000°C 左右（太陽表面溫度只有 6000°C ），與天狼星 A 的表面溫度相差不多（天狼星 A 為 10000°C 左右）。溫度高而亮度低，這說明天狼星 B 的表面積要比天狼星 A 小得多，據計算只能是天狼星 A 表面積的 $1/2800$ 左右。這樣，天狼星 B 的體積很小，與地球相仿；但是，它的質量卻大的驚人，與太陽相仿。所以天狼星 B 的密度也高得驚人，大約是 10^6 克 / 釐米³，大大高於人們熟悉的物質的密度。例如，這個密度高於地心物質幾萬倍！

亞當斯的發現說明天狼星 B 屬於一類全新的恒星，它與普通恒星相比簡直

像一個侏儒，正根據這一特點，天文學家把這種恒星稱為“白矮星”。沒過多久，人們又陸續發現了許多其他的白矮星。

在亞當斯發現白矮星前 4 年，英國物理學家盧瑟福已經證明，原子的大部分質量集中在極小的原子核裡。核外廣大的空間被在一定軌道上高速轉動的電子佔據。白矮星的超高密度，似乎只能想像為原子被壓“碎”了，即原子核外沿軌道運動的電子被壓得不再沿原來的軌道高速轉動，也不再佔據核外廣大空間，而被壓得緊靠著核，好像成了一種自由運動的電子。但科學家們一時接受不了這種設想，因而大部分天文學家對白矮星的存在持懷疑態度。



英國物理學家和天文學家愛丁頓。

愛丁頓根據白矮星的特點，算出天狼星 B 的表面引力應該是太陽的 840 倍，是地球的 23500 倍。如果真是如此，則根據愛因斯坦的廣義相對論，天狼星 B 發出的光線，其愛因斯坦“紅移現象”（red shift），就會比太陽光的紅移大得多，因而也就明顯得多。為此，愛丁頓建議亞當斯對天狼星 B 的紅移現象作一次測試。1925 年，亞當斯進行了測試，結果他測定的紅移，與愛丁頓預計完全相符。從此以後，人們不再懷疑白矮星的存在了。

但是，形成白矮星的物理機制仍然是一個謎。這個謎使當時的天文學家和天文物理學家，包括愛丁頓在內的許多人，百思不得其解。正在這時，與天文學似乎毫不相關的量子力學的一項新的成果，卻為天文學家們提供了一個滿意的解釋。

1926 年，義大利物理學家費米（Enrico Fermi，1901—1954，1938 年獲得諾貝爾物理學獎）和英國物理學家狄拉克（Paul Adrie Maurice Dirac，1902—1984，1933 年獲得諾貝爾物理學獎）分別在利用量子力學的方法研究“電子氣”時證明：在高密度和（或）低溫條件下，電子氣的行為將背離經典定律，而遵守他們兩人重新表述的量子統計規律（即費米-狄拉統計規律）。在新的量子統計規律裡，壓強-密度關係與溫度無關，壓強值僅為密度的函數，即使在絕對零度，壓強仍然有一定的值。量子統計規律剛一公佈，英國理論物理學家福勒（Sir Ralph Howard Fowler，1889—1944）立即將這一理論應用於白矮星這種特殊的物質狀態。

在白矮星的條件下，電子離開了正常情形下的運動軌道，被“壓”到一塊兒，成了所謂“自由”的電子，而原子核則成了“裸露”的核，這種狀態稱為“簡併”（degeneracy）態。福勒證明，高密度白矮星中電子氣的“簡併壓力”非常大，大得足以抵抗引力的收縮壓力；並且還證明，在白矮星那樣的壓力和密度條件下，物質的能量確實比地球上普通物質的能量高得多。福勒還證明，任何質量的恒星到它們的晚年時，都將以白矮星告終。1926 年 12 月 10 日，福勒在英國皇家學會公佈了他的發現。

福勒的這一發現，是當時剛誕生的量子力學的一個合理的外推，它的結論使愛丁頓十分滿意。愛丁頓和許多天文學家認為，與白矮星有關的問題完全解決了；人們再不必為它耽心了。

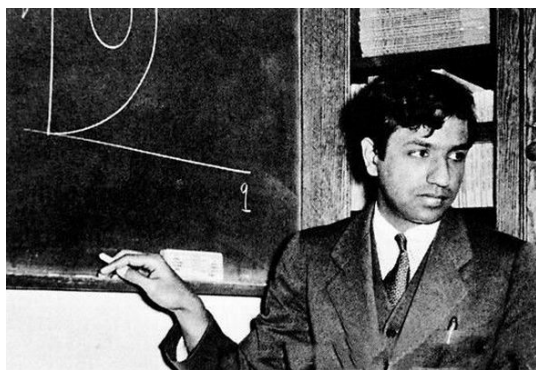
有趣的是，科學史上有無數事例說明，每當科學家認為某一個重大發現，已

經被“萬無一失”的理論解釋得令人驚奇的滿意時，巨大的危機就會爆發。這次也不例外。正當人們感到歡欣滿意之時，印度一位到英國求學的年輕人錢德拉塞卡卻有了不同的看法。

1928 年，德國理論物理學家索末菲（Arnold Sommerfeld，1868—1951）訪問印度，這時正在馬德拉斯大學讀書的錢德拉塞卡聽了索末菲的講演後，才知道什麼是費米-狄拉克統計。由於福勒的論文中有該統計的應用，於是他仔細閱讀了福勒的文章。雖然當時錢德拉塞卡的各方面知識很欠缺，但他已經擁有的知識卻足以使他對福勒的結論產生疑問。於是他決心繼續鑽研這個愛丁頓認為“已經完全解決了的問題”。

經過幾年的研究，他有了比較明確的新觀點。星體到晚期由於引力超過星體內部核反應產生的輻射壓力，星體被壓縮而變小，星體物質處於簡併態；由於這時物質粒子相距愈來愈近，因而根據“泡利不相容原理”，粒子間將產生一種排斥力與引力相抗衡，在一定的條件下，它們處於平衡狀況，於是形成白矮星。但錢德拉塞卡的研究發現，當考慮到相對論效應時，由於星體中不同物質粒子的速度差不能大於光速，所以當星體由於收縮而變得足夠密時，不相容原理造成的排斥力不一定能抗衡引力。這兒有一個臨界質量 $1.44 M_{\odot}$ （ M_{\odot} 代表太陽質量。開始時，錢德拉塞卡計算的臨界質量是 $0.91 M_{\odot}$ ），如果星體質量超過這個臨界質量，星體的引力將大於排斥力，恒星將在成為白矮星之後，繼續收縮……，並不一定像福勒設想的那樣，所有恒星的晚期均以白矮星告終。

（二）



年輕時的錢德拉塞卡。

1930 年，錢德拉塞卡帶著兩篇論文來到了英國劍橋大學。一篇論述的是非相對論性的簡併結構，另一篇則論述了相對論簡併機制和臨界質量的出現。福勒看了這兩篇文章，對第一篇他沒有什麼意見，贊同錢德拉塞卡已取得進展；然而第二篇所說的相對論簡併以及由此而生的臨界質量，福勒持懷疑態度。福勒把第二篇論文給著名天體物理學家米爾恩（Edward Arthur Milne，1896—1950）

看，徵求他的意見。米爾恩同福勒一樣，也持懷疑態度。

雖然兩位教授對錢德拉塞卡的結論持強烈懷疑態度，但錢德拉塞卡通過與他們的討論和爭辯，愈加相信臨界質量是狹義相對論和量子統計結合的必然產物。1932 年，錢德拉塞卡在《天文物理學雜誌》發表了一篇論文，公開宣佈了自己的觀點。

1933 年，錢德拉塞卡在劍橋大學三一學院獲得了哲學博士學位，並被推舉為三一學院的研究員。幾年來，他與米爾恩已經建立了密切的工作聯繫和深厚的友誼，他也逐漸熟悉了愛丁頓。愛丁頓經常到三一學院來，與錢德拉塞卡一起吃飯，一起討論問題，愛丁頓幾乎瞭解錢德拉塞卡每天在幹什麼。

到 1934 年底，錢德拉塞卡關於白矮星的研究終於勝利完成。他相信他的研

究一定具有重大意義，是恒星演化理論中的一個重大突破。他把他的研究成果寫成兩篇論文，交給了英國皇家天文學會。皇家天文學會作出決定，邀請他在 1935 年 1 月的會議上，簡單說明自己的研究成果。

會議定於 1935 年 1 月 11 日星期五舉行，錢德拉塞卡躊躇滿志，自信在星期五下午的發言中，他宣佈的重要發現將一鳴驚人。但在星期四晚上發生了一件事，使錢德拉塞卡感到疑惑和不安。那天傍晚，會議助理秘書威廉斯小姐把星期五會議的程式單給他時，他驚訝地發現在他發言之後，愛丁頓接著發言，題目是“相對論性簡併”！錢德拉塞卡曾多次與愛丁頓討論過相對論性簡併，並且將他所知道的公式、數字都告訴了愛丁頓，而愛丁頓從來沒有提到過他自己在這一領域裡的任何研究，明天他竟然也要講相對論性簡併！錢德拉塞卡覺得，“這似乎是一種難以置信的不忠誠行為”。

晚餐時，錢德拉塞卡在餐廳裡碰見了愛丁頓，錢德拉塞卡以為愛丁頓會對他作出某些解釋，但是愛丁頓沒有任何解釋，也沒有提了任何道歉。他只是十分關心地對錢德拉塞卡說：

“你的文章很長，所以我已要求會議秘書斯馬特作出安排，讓你講半個小時，而不是通常規定的 15 分鐘。”

錢德拉塞卡很想趁機問一下，愛丁頓在他自己的論文中寫了些什麼，但出於對他的高度尊敬，他不敢問，只是回答說：“太感謝您了。”

第二天會議前，錢德拉塞卡和天文學家威廉·麥克雷（William Hunter McCrea，1904–1999）正在會議廳前廳喝茶，愛丁頓從他們身邊走過。麥克雷問愛丁頓：

“愛丁頓教授，請問相對論性簡併指的是什麼？”

愛丁頓沒有回答麥克雷的問題，卻轉身向錢德拉塞卡微笑說：

“我要使你大吃一驚呢。”

可以想見，錢德拉塞卡聽了這句話後，除了感到納悶以外，大約多少會有些不安。

下午會議上，錢德拉塞卡簡短介紹了自己的研究：一顆恒星在燒完了它所有的核燃料之後，將全發生什麼情形？如果不考慮相對論性簡併，恒星最終都塌縮為白矮星。這正是當前流行的理論。但是，當人們考慮到相對論簡併的時候，任何一顆質量大於 $1.44 M_{\odot}$ 的恒星在塌縮時，由於巨大的引力超過恒星物質在壓縮時產生的簡併壓力，這顆恒星將經過白矮星階段繼續塌縮，它的直徑越變越小，物質密度也越來越大，直到……

“啊，那可是一個很有趣的問題。”他明確地宣稱：“一顆大質量的恒星不會停留在白矮星階段，人們應該推測其他的可能性。”

米爾恩對錢德拉塞卡的發言作了一個簡短的評論後，大會主席請愛丁頓講“相對論性簡併”，愛丁頓開始發言了。錢德拉塞卡懷著異常緊張的心情，等待著這位權威的裁定。愛丁頓在發言快結束時說：

錢德拉塞卡博士已經提到了簡併。通常認為有兩種簡併：普通的和相對論性的。……我不知道我是否會活著離開這個會場，但我的論文所表述的觀點是，沒

有相對論性簡併這類東西。

錢德拉塞卡驚呆了！怎麼愛丁頓從來沒有同他討論過這一點呢！？在那麼多的相互討論中，愛丁頓至少應該表白一下他的觀點才對呀！這對於錢德拉塞卡不啻為迎頭一棒。但是，愛丁頓並沒有辦法駁倒錢德拉塞卡的邏輯和計算，他只是聲稱，錢德拉塞卡的結果過於稀奇古怪和荒誕。錢德拉塞卡認為，超過臨界質量的恒星“必然繼續地輻射和收縮，直到它縮小到只有幾公里的半徑。那時引力將大得任何輻射也逃不出去，於是這顆恒星才終於平靜下來”。愛丁頓認為這個結局簡直荒謬透頂。

錢德拉塞卡說的這種最終結局，實際上就是現在已被廣泛承認的黑洞（black hole），這個名稱是 30 多年後於 1969 年由美國科學家惠勒（John Wheeler, 1911—2008）正式定下的。但 1935 年 1 月 11 日的那天下午，愛丁頓斷然宣佈它是決不可能存在的。他的理由是：“一定有一條自然規律阻止恒星作出如此荒謬愚蠢的行為！”

一場爭論，就這樣以迅雷不及掩耳之勢爆發了。

（三）

1935 年 1 月 11 日的下午，對於錢德拉塞卡來說，真是一個慘澹得可怕的下午。他曾經心疼地回憶過那天下午會議結束後的慘況，他寫道：

在會議結束後，每個人走到我面前說“太糟糕了。錢德拉，太糟糕了。”我來參加會議時，本以為我將宣佈一個十分重要的發現，結果呢，愛丁頓使我出夠了洋相。我心裡亂極了。我甚至不知道我是否還要繼續我的研究。那天深夜大約一點鐘左右我才回到劍橋，我記得我走進了教員休息室，那是人們經常聚會的場所。那時當然空無一人，但爐火仍然在燃燒。我記得我站在爐火前，不斷地自言自語地說：“世界就是這樣結束的，不是砰的一聲巨響，而是一聲嗚咽。”

第二天上午，錢德拉塞卡見到了福勒，把會議上發生的事情告訴了他。福勒說了一些安慰的話，其他一些同事也私下安慰錢德拉塞卡。錢德拉塞卡不喜歡這些“關懷”，因為從大家說話的語氣中，他聽出人們似乎都已經肯定愛丁頓是對的，而他肯定是錯了。這種語氣讓錢德拉塞卡受不了，因為他相信自己肯定是對的。愛丁頓反對他的結論，卻提不出任何充足的理由，愛丁頓唯一的理由就是他不相信大自然會“作出如此荒謬愚蠢的行為”。但這種“理由”在錢德拉塞卡看來未免有些滑稽可笑。

愛丁頓沒有停止對錢德拉塞卡的“錯誤”的批評。1935 年在巴黎召開的國際天文學會會議期間，愛丁頓再次在講話中批評錢德拉塞卡的研究結果，說那簡直是異端邪說，而所謂“臨界質量”在愛丁頓看來簡直是愚蠢可笑之極。錢德拉塞卡出席了這次會議，但會議主席沒有讓他對批評作出回答。錢德拉塞卡感到自己受到了不公正的待遇；他認為大家之所以贊同愛丁頓的意見，是因為他是權威，名氣很大；而之所以反對他的結論，只不過是因為他是一個年輕的無名小卒。這公正嗎？

錢德拉塞卡的想法是合乎事實的，這可以從麥克雷在 1979 年在 11 月寫的一封信中看得十分清楚。麥克雷在信中寫道：

我記得在一次皇家天文學會的會議上，愛丁頓發表了講話，使我大吃一驚的是這是一種不能應戰的爭論。……當我聆聽了愛丁頓的講話以後，我不可能考慮他所說的所有含義，但是我的直覺告訴我，他可能是對的。

麥克雷接著以勇敢的精神解剖了自己：

使我感到羞愧的是我沒有試圖去澄清愛丁頓引起的爭論。假如是其他人而不是愛丁頓引起這樣的爭論，我想我會去澄清的，從表面上看，大家都滿意愛丁頓的發言，既然大家都滿意，坦白地講，我也情願事態如此發展，更何況我不是研究恒星結構的。然而，我承認我知道一些狹義相對論，我本應該從這方面深入研究一下愛丁頓提出的問題。

錢德拉塞卡知道，他和愛丁頓爭論的是一個物理學問題，只在天文學學圈子裡爭，是爭不出一個子丑寅卯來的。他決定求助於玻爾、泡利這些量子力學的開拓者們。1935 年，大約是 1 月下旬，錢德拉塞卡寫了封信給他的好友羅森菲爾德（Léon Rosenfeld，1904—1974）。羅森菲爾德那時正在哥本哈根工作，是玻爾的助手。錢德拉塞卡在信中將他和愛丁頓爭論的焦點作了詳細的介紹後，接著寫道：

“如果像玻爾這樣的人能作一個權威性的聲明，那末，對這個爭論的解決將有很大的價值。”

可惜的是玻爾當時正在忙於研究原子核，以及與愛因斯坦爭論量子力學的完備性問題，根本沒有精力專心地研究一個新課題，所以無法滿足錢德拉塞卡的願望。但羅森菲爾德在幾次通信中，將他與玻爾幾次初步的討論結果告訴了錢德拉塞卡。他們認為愛丁頓的意見沒有什麼價值，並且高度評價了錢德拉塞卡的觀點。羅森菲爾德在一封信裡寫道：

“在我看來，你的新工作非常重要。我認為除了愛丁頓以外，每個人都會承認它建立在完善的基礎上。”

羅森菲爾德還建議錢德拉塞卡把爭論的焦點告訴泡利，請這位被譽為“物理學的良知”的大師進行仲裁。錢德拉塞卡覺得這個主意不錯，就把他的相對論簡併的推導，以及愛丁頓的論文等有關資料，寄給了泡利，泡利給了令人鼓舞的回答。他認為，把他的不相容原理應用於相對論系統時，沒有任何可以猶豫的；他認為愛丁頓的主要錯誤是在把不相容原理應用於相對論性的情形時，過分地依賴天體物理計算的結果。不幸的是，泡利的主要興趣不在天體物理學，因此他不願意捲入這場爭論。

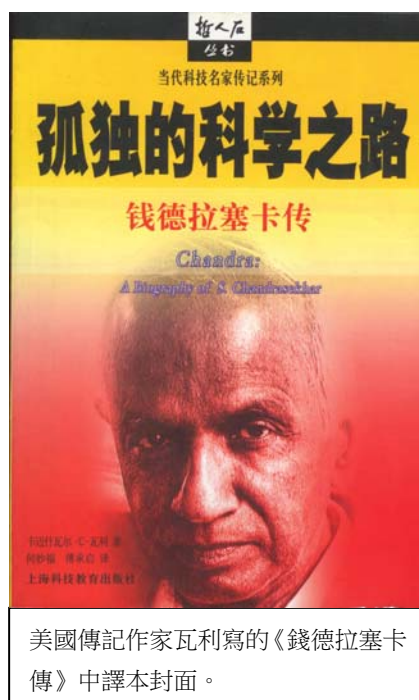
由於玻爾、泡利等物理大師不願介入，結果正如錢德拉塞卡預料中的一樣，混亂一直在天文學中蔓延，而且持續了 20 年！錢德拉塞卡想從玻爾等人那裡得到權威性評述，他的原意並非想讓人們相信他的理論的正確性（對此他幾乎沒有懷疑過），而是想儘快消除天文學中的混亂。

由於物理學家們無心介入，錢德拉塞卡的處境變得十分不利，他幾乎失去了在英國尋找一個職位的任何機會，人們對愛丁頓的嘲笑記憶極深。沒有辦法，他只得於 1937 年來到美國，很幸運的是他在芝加哥大學找到了一個教職。與此同時，錢德拉塞卡決定暫時放棄恒星演化的研究，但他堅信他的理論總有出頭露面的一天。於是他把他的整個理論推導、計算、公式等，統統寫進了一本書中，這

本書的書名是《恒星結構研究導論》(An Introduction to the Study of Stellar Structure)，1939 年芝加哥大學出版社出版。

寫完了這本書以後，他改弦更張，開始研究星體在星系中的幾率分佈，後來又轉而研究天空為什麼是藍顏色的。有趣的是，錢德拉塞卡後來似乎十分滿意這種不斷轉換研究領域的做法，以致他後來又全面地研究了磁場中熱流體的行為、旋轉物體的穩定性，廣義相對論，最後他又從一種全然不同的角度回到了黑洞理論。1983 年，他終於因為“對恒星結構和演化過程的研究，特別是因為對白矮星的結構和變化的精確預言”，獲得了諾貝爾物理學獎。但這已是他最初提出這種理論後的 48 年了！

(四)



美國傳記作家瓦利寫的《錢德拉塞卡傳》中譯本封面。

美國傳記作家歐文·斯通 (Irving Stone, 1903—1989)，說得好：

人生的命運是多麼難以捉摸啊！它可以被幾小時內發生的事而毀滅，也可以由幾小時內發生的事而得到拯救。

我們的確可以從歷史上找到許許多多歐文·斯通所說的被“毀滅”或被“拯救”的例子。有時候這種毀滅和拯救完全取決於命運，人幾乎沒有機會去改變它；但在更多的情形下，命運卻可以取決於經事人本身。法國著名作家蒙田 (Michel de Montaigne, 1533—1592) 曾意味雋永地說過：

命運對於我們並無所謂利害，它只供給我們利害的原料和種子，任那比它更強的靈魂隨意變轉和利用，因為靈魂才是自己的幸與不幸的唯一主宰。

錢德拉塞卡後來的經歷，可以說是蒙田說法的一個佐證。1935 年 1 月 11 日那天下午突然落到錢德拉塞卡頭上的嚴重打擊，有可能毀掉一個的人生；但對於具有“更強的靈魂”的錢德拉塞卡，這一嚴重的打擊卻給了他一個千載難逢的機會，使他悟出了一個深刻的道理。一個什麼樣的深刻道理呢？且看他 1975 年（距 1935 年整整 40 年！）一次演講中提出的一個令人深思的問題。

1975 年 4 月 22 日在芝加哥大學一次演講中，錢德拉塞卡作了題為“莎士比亞、牛頓和貝多芬：不同的創造模式”的演講，在演講中他提出了一個十分奇特的現象：文學家和藝術家，如莎士比亞和貝多芬，他們的創作生涯不僅一直延續到晚期，而且到了晚年他們的創作昇華得更高、更純，他們的創造性也在晚年得到了更動人的發揮；但科學家則不同，科學家到了 50 歲以後（甚至更早），就基本上不再會有什麼創造性了。

1817 年，貝多芬 47 歲，在此前他有好久沒有寫什麼曲子了，這時他卻對人說：

“現在我知道怎麼作曲了。”

錢德拉塞卡對此評論說：“我相信沒有一個科學家在年過 40 歲時會說：‘現在我知道怎樣做研究了。’”

英國著名數學家哈代（Godfrey Harold Hardy，1877—1947）曾經說：

我不知道有哪個數學奇蹟是由 50 開外的人創造的，……一個數學家到 60 歲時可能仍然很有能力，但希望他有創造性的思想則是徒勞的。

他還說過：“一個數學家到 30 歲已經有點老了。”

英國著名生物學家赫胥黎也講過，“科學家過了 60 歲，益少害多”。有意思的是，當英國物理學家瑞利【原名約翰·威廉·斯特拉特（John William Strutt），尊稱瑞利男爵三世（Third Baron Rayleigh），1842—1919】67 歲時，他的兒子問他對赫胥黎的話有什麼看法時，瑞利回答：

如果他對年輕人的成就指手畫腳，那可能是這樣；但如果他一心一意做他能做的事，那就不一定益少害多。

錢德拉塞卡還舉了一個驚人的例子——愛因斯坦。他指出，愛因斯坦是公認的 20 世紀最偉大的物理學家之一，1916 年他發現了舉世震驚的廣義相對論，那時他 37 歲。到 20 年代初，愛因斯坦還做了一些十分重要的工作。但從那個時期往後，“他就裹足不前，孤立于科學進步潮流之外，成為一位量子力學的批評者，並且實際上沒有再給科學增添什麼東西。在愛因斯坦 40 歲以後，沒有任何跡象表明他的洞察力比以前更高了。”

科學家為什麼不能像偉大的文學家、藝術家那樣不斷地具有創新精神呢？這正是錢德拉塞卡感到有興趣的地方。錢德拉塞卡通過自己奇特的經歷，找到一個答案，那就是：

“由於沒有更恰當的詞，我只能說這似乎是人們對大自然產生某種傲慢的態度。這些人有過偉大的洞見，作出過偉大的發現，但他們此後就以為他們的成就，足以說明他們看待科學的特殊方法必然是最正確的。但是科學並不承認這種看法，大自然一次又一次地表明，構成大自然基礎的各種真理超越了最強有力的科學家。”

錢德拉塞卡舉愛丁頓和愛因斯坦為例：

以愛丁頓為例，他是一位科學偉人，但他卻認為，必然有一條自然定律阻止一個恆星變為一個黑洞。他為什麼會這麼說呢？無非是他不喜歡黑洞的想法。但他有什麼理由認為自然規律應該是怎樣的呢？同樣，人們都十分熟悉愛因斯坦的那句不贊成量子力學的話：“上帝是不會擲骰子的。”他怎麼知道上帝喜歡做什麼呢？

錢德拉塞卡的話是極有啟發性的。真正偉大的發現固然是由一些有“傲慢”精神的人作出的，他們正是敢於對大自然作出評判才作出了偉大的發現。但是，要想持續不斷地在科學探索作出新的發現，又必須對大自然保持某種謙虛精神。

有一次，當曾任英國首相的邱吉爾聽說工黨領袖艾德禮為人很謙虛時，他不無妒意的說：

“他有許多需要謙虛的地方。”

這句話用到科學家頭上倒是非常合適的。對待大自然，一位科學家，無論他曾經作出過多麼偉大的發現總“有許多需要謙虛的地方”！

但要長期保持謙虛精神並不那麼容易。僅僅知道“需要謙虛”是不能保證一個人真正的謙虛的，似乎還應該有一定的方法、程式，保證人們時時刻刻不得不謙虛。有什麼樣的方法可以保證這一點呢？錢德拉塞卡提出了一個良方，他說：

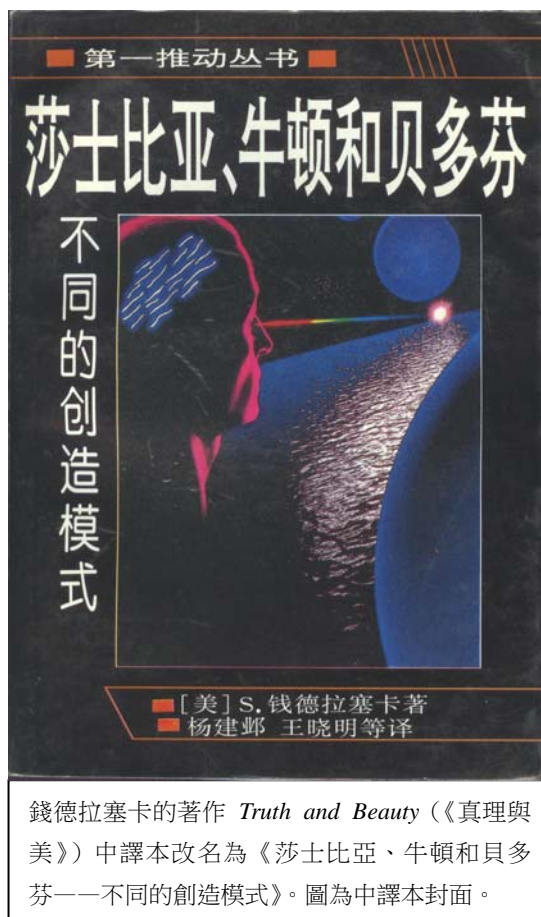
“每隔十年投身於一個新領域，可以保證你具有謙虛精神，你就沒有可能與青年人鬧矛盾，因為他們在這個新領域裡比你幹的時間還長！”

這肯定是錢德拉塞卡通過自己的經歷得出的體會。1935 年的打擊，使得他不得不離開他研究了近 7 年的恒星演化領域，轉而研究其他新領域。這種被迫的轉向，想不到給錢德拉塞卡帶來了意外的好處，使他終生習慣、後來甚至喜歡不斷轉換自己的研究領域，並且也使他明白了一個長期令人迷惑的奧秘：科學家的創造性生涯為什麼遠比文學家和藝術家短？

當錢德拉塞卡晚年回憶 1935 年的這場爭論時，他似乎已經忘了當年的絕望心情，而頗為感謝愛丁頓當年給他的沉重打擊（請讀者注意，錢德拉塞卡和愛丁頓終生保持著親密的友誼），使他幸運地放棄了原來的專業，下面是他的一段回憶：

假如當時愛丁頓肯定自然界有黑洞存在，他就會使這個領域成為一個十分令人注目的研究領域，黑洞的許多性質也可能提前 20 到 30 年發現。那麼，理論天文學的形勢將大不相同。但是，我並不認為這樣對我會是有利的，愛丁頓的稱讚將使我的地位有根本變化，我會很快變得十分有名氣。但我確實不知道，在那種誘惑和魅力面前我會變得怎麼樣。

錢德拉塞卡的體會，以及許多偉大科學家未能保持謙虛的教訓，應該說是科學史中令人矚目的事情，它會為我們帶來許多有益的經驗和教訓。



回首來時蕭瑟路 跼望彩霞映滿天 ——一個人研習物理學史之心得及建議

李精益

文藻外語大學通識教育中心副教授

首先，我將回顧自學生時代迄今個人研習物理學史的歷程，以及發表相關文章^[1]、翻譯書籍^[2]與擔任審[訂]校[閱]工作^[3]的經驗；另將談及今年暑假期間看過的幾本物理學史書籍^[4]所觸發的感想（如：物理學史讀物的「層級」問題）。

其次，我將談及當前台灣隨處可見因缺乏物理學史素養而造成的問題，並舉高中《基礎物理[一]》課本中的蓋天說宇宙模型及對 α 粒子本質的認識為例，說明一般認知與歷史真相及專家見解之間的巨大差異，進而論述物理學史在教學上應用時可能存在的限制。

再次，我將指出當前台灣物理學史（及範疇更廣的科學史）領域存在的不健康現象：一方面相關資源非常缺乏，另一方面卻未能善用現有成果且將珍稀資源重複用於少數方面造成浪費（將著重論及所謂的「費曼現象」）。此現象若任其繼續而不加改善，則非但影響物理教學，且將對學子及一般人造成嚴重誤導。

復次，針對前述現象，我將提出如下建議：（一）引起師生重視；（二）充實基本文獻（如出版 Segre 的兩本物理學史名著；海峽兩岸攜手並進）；（三）先廣博再精深（如先出版《物理學史》、再出版物理大師傳記）；（四）積極開拓資源（如成立基金會）；（五）建立交流平台；（六）培養接班人才。

最後，若前述建議尚有可取之處，希望在同好的集體努力下，使台灣物理學史領域在不久的將來呈現出繁榮興盛局面，並對物理教學產生實質助益。

^[1] 如：在《科學月刊》上發表〈以古鑒今談夸克〉（1996年5月）、〈當代中國科學事業的種樹人——葉企孫〉（1999年7月）和〈誰是「中國物理學之父」？〉（2000年4月）等。

^[2] 如：《史蒂芬·霍金》（立緒文化出版公司，1996）和《薛汀格的貓》（牛頓出版，1997）等。

^[3] 如：審訂《原子中的幽靈》和《生命是什麼？》（貓頭鷹出版社，2000年），校訂《科學的榮耀——諾貝爾物理學獎百年回顧》（科技圖書，2002年11月。），審[校]訂「諾貝爾獎百年鑑」叢書物理部分共十冊（《微觀絕唱——量子物理學》、《認識原子核——核物理與放射化學》、《觀微探幽——X射線與顯微術》、《追尋自然之律——20世紀物理學革命》、《發明之源——物理學與技術》、《絕對零度的奇蹟——超導超流與相變》、《睿智神工——基本粒子探測》、《探索物質最深處——場論與粒子物理》、《宇宙佳音——天體物理學》、《無所不在的磁——粒子磁矩與固體磁性》，世潮出版，2002-5年，台北）及「諾貝爾獎殿堂·百年史話」系列中的《諾貝爾獎的搖籃——卡文迪西實驗室》和《走向微觀世界——從湯木生到蓋爾曼》（世潮出版，2003年，台北）；另曾審訂「牛津科學肖像」系列中的《牛頓》（世潮出版，2004年）及校訂《科學的歷程》（科技圖書，2010年）。

^[4] 《從X射線到夸克》（E. Segre 著，夏孝勇等譯，上海科學技術文獻出版社，1984）、《量子、貓與羅曼史：薛定諤傳》（John Gribbin 著，匡志強譯，上海科技教育出版社，2013）、《玻思研究》（厚宇德著，人民出版社，2012）、《麥克斯韋——改變一切的人》（Basil Mahon 著，肖明譯，湖南科學技術出版社，2011）和《20世紀物理學（第1卷）》（L. M. Brown、A. Pais 及 B. Pippard 編，劉寄星主譯，科學出版社，2014）。[九月開學後曾閱《早期中國物理發展之回憶》（吳大猷述，上海科學技術出版社，2006），將一併討論。]

參考用圖



(左) 中國古籍周髀算經之一頁，內有天圓地方之說。(右) 蓋天說認為宇宙是天圓地方。

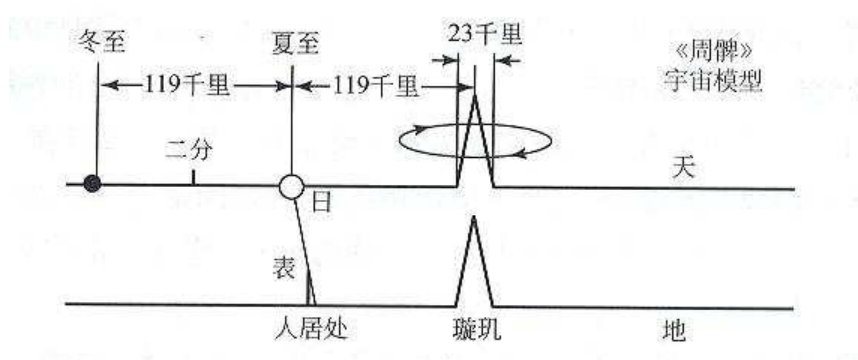
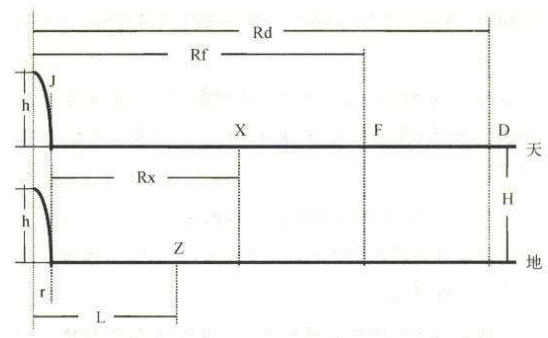


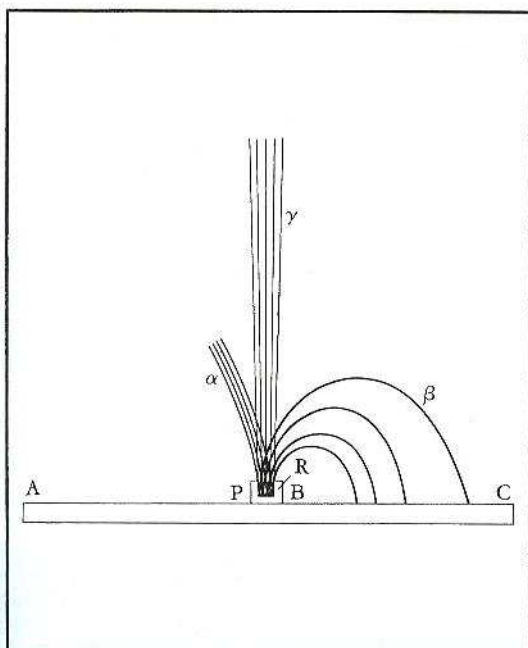
图 4-2 《周髀》的宇宙模型



周髀算經宇宙模型示意图及参数

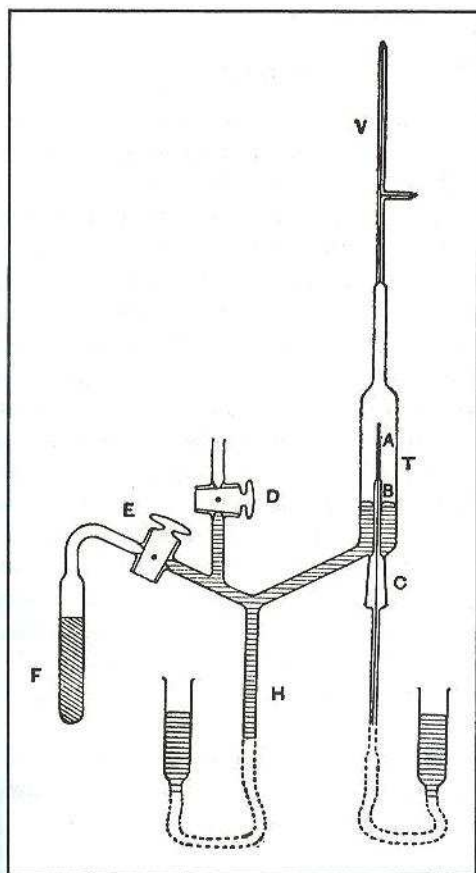
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| J 北极(天中) | Z 周地(洛邑)所在 |
| X 夏至日所在(日中之时) | F 春、秋分日所在(日中之时) |
| D 冬至日所在(日中之时) | r 极下璇玑半径=11 500 里 |
| Rx 夏至日道半径=119 000 里 | Rf 春、秋分日道半径=178 500 里 |
| Rd 冬至日道半径=238 000 里 | L 周地距极远近=103 000 里 |
| H 天地距离=80 000 里 | h 极下璇玑之高=60 000 里 |

科學史專家認定的周髀算經宇宙模型



三種射線： α 、 β 和 γ

Figure 3.3 The three kinds of rays: α , β , and γ . They are distinguished by their trajectories in a magnetic field at right angles to the direction of motion. The α rays (helium nuclei) are positively charged; β rays (electrons) are much lighter and negatively charged; γ rays, analogous to x-rays, are quanta of electromagnetic radiation (photons). As they are neutral, they are not deflected by the magnetic field. Rutherford was responsible for the nomenclature. [From Marie Curie, *Thesis* (Paris: Gauthier-Villars, 1904).]



Rutherford 和 Royds 用於證實 α 粒子性質的儀器

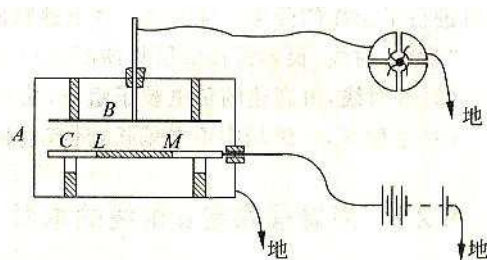
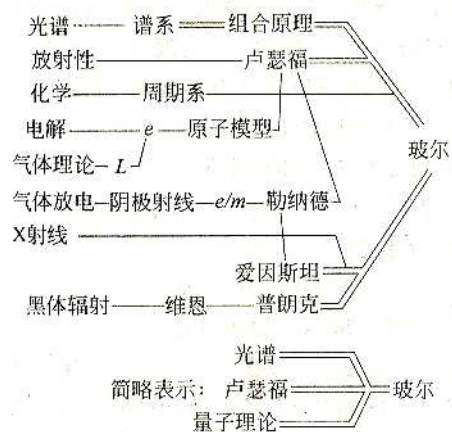
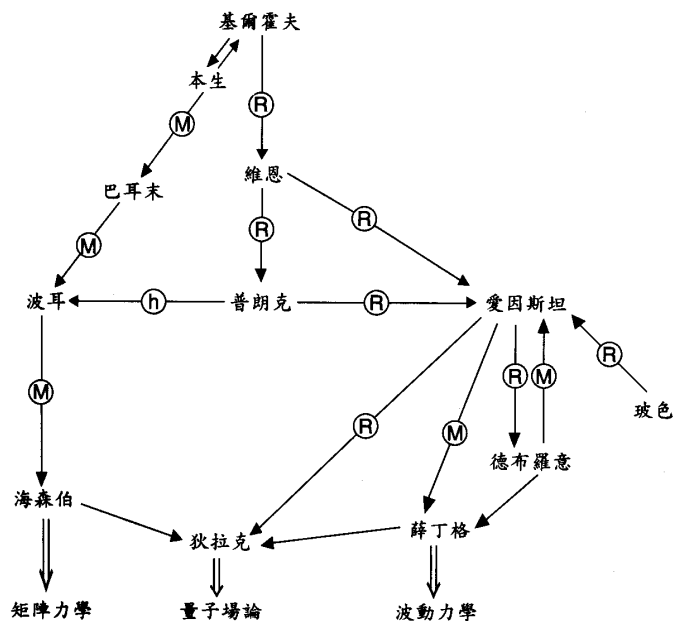


图 9-1 卢瑟福测量铀盐辐射的实验装置

Rutherford 發現鈾輻射至少有兩種的儀器

Figure 6.1 Rutherford and Royds' apparatus for demonstrating the nature of alpha particles. The needle A contains radon whose alpha particles emerge from the glass and fill the tube T with helium at low pressure. The helium, pushed by the mercury in the discharge tube V, shows the characteristic emission spectrum. [From *Philosophical Magazine* 17, 281 (1909).]



(左) 量子理論的歷史發展脈絡

(上) Bohr 原子理論的淵源



图 1-35 牛顿站在巨人的肩上①

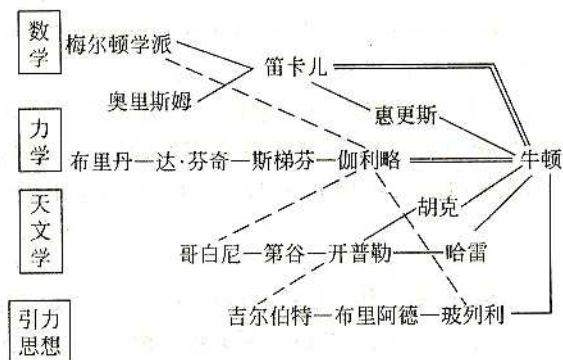
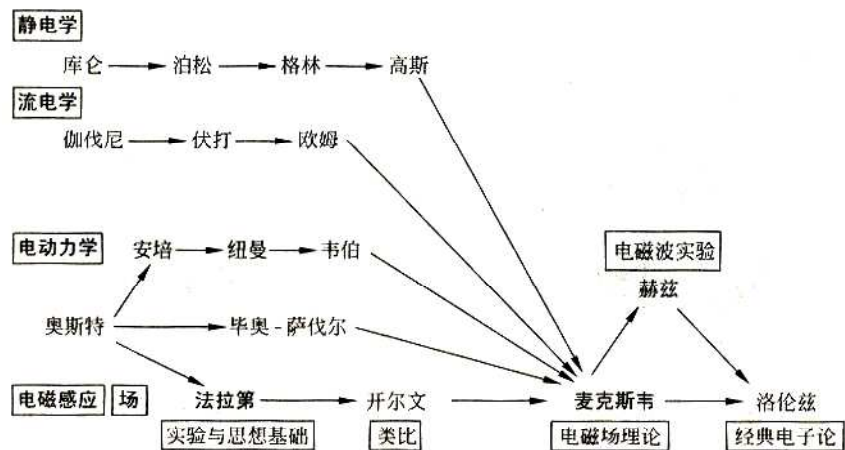


图 1-36 牛顿和前人的关系

牛頓理論的思想淵源



電磁場理論的淵源和發展歷程

封面圖案說明

封面圖案由四十四位重要物理學家的圖片或相片依成就的大致先後順序組圖而成，他們是：

第一列：Galileo **Galilei**, Robert **Hooke**, Isaac **Newton**, Christiaan **Huygens**, Daniel **Bernoulli**, Joseph-Louis **Lagrange**, Charles-Augustin **de Coulomb**, Alessandro **Volta**, James Prescott **Joule**, Thomas **Young**, Augustin-Jean **Fresnel**, Nicolas Léonard Sadi **Carnot**, Michael **Faraday**, Rudolf Julius Emanuel **Clausius**.

第二列：James Clerk **Maxwell**, Ludwig Eduard **Boltzmann**, William Rowan **Hamilton**, William Thomson (Lord **Kelvin**), Hendrik Antoon **Lorentz**, John William Strutt (Lord **Rayleigh**), Max **Planck**, Josiah Willard **Gibbs**, Albert **Einstein**, Ernest **Rutherford**, Heike Kamerlingh **Onnes**, Niels **Bohr**, Louis **de Broglie**, Max **Born**, Werner **Heisenberg**.

第三列：Erwin **Schrödinger**, Wolfgang **Pauli**, Paul **Dirac**, Enrico **Fermi**, 湯川秀樹 (**Hideki Yukawa**), Lev **Landau**, 朝永振一郎 (**Sin-Itiro Tomonaga**), Julian **Schwinger**, Richard **Feynman**, John **Bardeen**, 楊振寧 (**Chen Ning Yang**), 李政道 (**Tsung Dao Lee**), 吳健雄 (**Chien Shiung Wu**), Murray **Gell-Mann**, Steven **Weinberg**.