物理學史研習會（二）

手冊

主辦：東吳大學物理學系

贊助：Friends of Soochow, USA

協辦：教育部普通高級中學課程物理學科中心

東吳大學第一教學研究大樓 源流講堂

2013 年 10 月 5 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，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。

本學年，「東吳之友基金會」（Friends of Soochow）資助本校理學院舉辦學術活動的經費輪到由本學系使用，本學系乃決定於 2013 年 9 月 28 日與 10 月 5 日，一連舉辦兩次「物理學史研習會」，希能嘉惠在校學子，並拓廣教師視野。本項活動亦獲得教育部「普通高級中學課程物理學科中心」協助辦理，於是廣邀高中物理教師參加，期能裨益高中物理教育。

本研習會原本邀請三位大陸學者來臺——北京清華大學物理學系退休教授郭奕玲、沈慧君以及北京大學物理系退休教授秦克誠。秦教授因故不克前來，乃推薦河北大學科學技術史研究所的厚宇德教授與會。研習會又邀請到幾位在臺學者共襄盛舉，包括：清華大學退休講座教授閻愛德、臺灣大學物理學系高涌泉教授以及本校物理學系劉源俊教授與任慶運副教授。

特別值得一提的是，郭奕玲教授熱情可佩，他以八二之高齡與沈教授聯袂提早來到東吳大學，除支持本研習會之外，更不辭辛勞應邀到臺灣各地高中與大學講演。他從物理學史的角度生動切入，啟迪後進對物理學的興趣，效果明顯，為本研習會增添許多光彩。

本研習會發佈消息後，報名踴躍，很快即額滿；相信必是一項成功的活動。如果學員們反應良好，本項活動未來或將每年陸續舉辦，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

蕭先雄　謹誌

中華民國 102 年 9 月 28 日

物理學史研習會（二）

手冊

目錄

□ 前言

□ 物理學史研習會（二）議程

□ 講師簡介

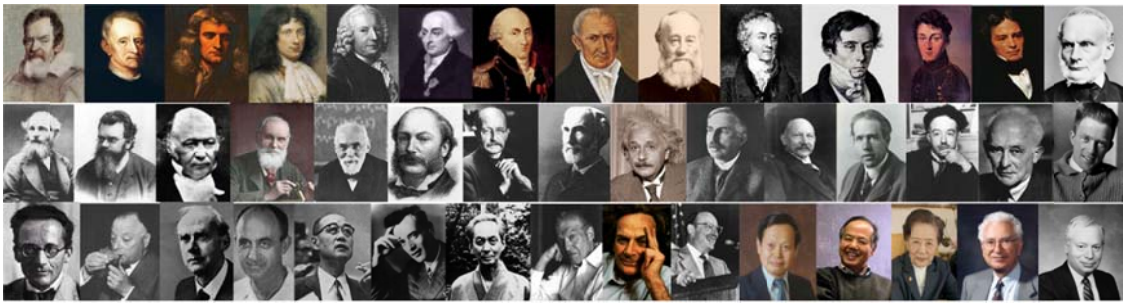
□ 郭奕玲/沈慧君　諾貝爾物理學獎的啟迪（提綱）

□ 高涌泉　關於日心說與地心說的討論（大要）

□ 秦克誠　郵票上的物理學史（提綱）

□ 錢致榕/劉源俊　中華民國百年來物理學的發展

□ 封面圖案說明



物理學史研習會（二）

時間：2013 年 10 月 5 日（星期六）

地點：臺北市士林區外雙溪 東吳大學第一教學研究大樓 源流講堂

主辦：東吳大學物理學系

贊助：東吳之友基金會（Friends of Soochow, USA）

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	**蕭先雄**（東吳大學物理學系主任）	**開幕致詞**
09:10~10:40	**郭奕玲**（北京‧清華大學物理學系退休教授） **沈慧君**（北京‧清華大學物理學系退休教授） **討論**	**諾貝爾物理學獎的啟迪**
10:40 ~ 11:00　茶敘		
11:00~12:30	**高涌泉**（臺灣大學物理學系教授） **討論**	**關於日心說與地心說的討論**
12:30 ~ 13:30　午餐		
13:30~14:30	**任慶運**（東吳大學物理學系副教授） **討論**	**物理演示教學在歐洲的傳統**
14:30~16:00	**厚宇德**（河北大學科學技術史研究所教授） **討論**	**郵票上的物理學史**
16:00 ~ 16:20　茶敘		
16:20~17:50	**劉源俊**（東吳大學物理學系名譽教授） **討論**	**中華民國百年來物理學的發展**

講師簡介

郭奕玲，北京清華大學物理系退休教授。
1931 年生於上海，原籍江西省南康市。
1949-1952 年在北京清華大學物理系學習，1952 年畢業後留清華大學物理教研組任教，1992 年退休。退休後的 20 餘年，一直在北京清華大學開設選修課，並在上海、江蘇、浙江、黑龍江、遼寧、山東、廣東、廣西、湖北、福建等地巡迴講學。
曾任：大慶石油學院、上海師範大學、華東地質學院、東吳大學等 10 餘所院校的兼職教授或客座教授以及《大學物理》編委、中國物理學會教學委員會委員等職務。
著有《近代物理發展中的著名實驗》、《諾貝爾物理學獎，1901－2010》、《物理學史》等 30 餘部著作。

沈慧君，北京清華大學物理系退休教授。
1935 年生於天津，原籍浙江省慈谿市。
1953 年入清華大學學習，1958 年畢業於清華大學工程物理系，後留校任教至 1995 年退休。退休後一直與清華大學物理系郭奕玲教授合作，在全國各地巡迴講學。
曾任：中國物理學會理事、北京物理學會常務理事兼副秘書長、《物理通報》編委、贛南師範學院等校兼職教授。
著有《大學物理習題討論課指導》、《經典物理中的著名實驗》、《物理學史話》、《X 射線與顯微術》、《物理學史》等 20 餘部著作。

高涌泉，臺灣大學物理學系教授。
1956 年生。
國立台灣大學物理系畢業（1978）。University of California at Berkeley 博士（1985，指導教授：鈴木真彥（Mahiko Suzuki）；研究專長：粒子物理）
1991 年起於國立台灣大學物理系任教迄今。多年來從事科普寫作，投注心力於台灣科學教育。為《科學人》專欄作家，也是臺北市科學出版事業基金會（出版《科學月刊》）董事。
著有《另一種鼓聲—科學筆記》、《武士與旅人—續科學筆記》。

厚宇德，河北大學宋史研究中心、科學技術史研究所教授、研究生導師。中國科學技術史學會理事。
1963 年生。
畢業于東北師範大學物理系，做過 23 年高校物理教師（助教、講師、副教授、教授）；後於北京科技大學獲得科學技術史博士學位。2009 年曾受紐約李氏基金資助在劍橋李約瑟所訪學。主要研究古今物理學史，撰寫過浙江省高等教育重點教材《物理文化與物理學史》，曾出版科學思想史著作《溯本探源—中國古代科學與科學思想史專題研究》及人物研究著作《玻恩研究》。發表過科學技術史類文章 70 餘篇。

任慶運，東吳大學物理學系副教授。
生於 1953 年。
交通大學電子物理學系畢業（1975），美國 University of Maryland 博士（1992）。
曾任東吳大學物理學系主任、教務處課務組組長。
興趣與專長在理論物理、哲學、佛學、文史、經典教育。
著有《物理數學》講義，與劉源俊合編《科學經典選讀》。
未竟關於佛學研究著作包括《肇論古注匯釋》等四種。

劉源俊，東吳大學物理學系教授。
1946 年生於雲南昆明，原籍江蘇青浦。
臺灣大學理學士（1966），美國 Columbia University 大學物理學博士（1972）。
在東吳大學物理學系任教已逾 40 年。曾任東吳大學物理學系主任、理學院院長、教務長、校長（1996-2004）。又曾任臺北市立教育大學校長（2006-2008）。
在美國留學期間參與發起《科學月刊》，回臺後曾擔任總編輯、社長、理事長等重要工作二十餘年。
曾獲教育部「社會教育獎章」（1982）、教育部「教學特優教師獎」（1989）、中華民國物理教育學會「物理教育傑出貢獻獎」（1990, 2008, 2012）。
興趣與專長主要在物理教育、教育理念與制度、文化發展、高等教育。
著有《量子物理綱要》、《釋說新語》，與任慶運合編《科學經典選讀》。

諾貝爾物理學獎（科學獎）的啟迪

北京清華大學　物理系
郭奕玲　沈慧君
2013年10月5日

諾貝爾物理學獎是現代物理學偉大成就的縮影

- 折射出了現代物理學發展的軌跡和趨勢。
- 瞭解諾貝爾物理學獎（科學獎）的具體內容和獲獎者的成功經驗，特別是這些獲獎者的成長和治學過程、他們取得突破的關鍵、他們的創新精神和思想情操；
- 分析其成功的內因和外因，可以得到多方面的啟迪。
- 諾貝爾物理學獎（科學獎）包含了極其豐富的教育資源，這些資源很值得發掘和利用，尤其是對科技人才的培養，有著難以估量的價值；
- 多年來我們嘗試用之于大、中學生勵志教育。

我們正與廣州的華南師範大學合作

以北京清華大學原來的選修課

《科學家成功之路》為基礎，開設名為《諾貝爾科學獎的啟迪》的研討課

部分選課學生和幾位自願幫忙的研究生

副校長沈文淮

合作開課的許桂清博士

《諾貝爾科學獎的啟迪》
是一門研討性選修課

- 我們的宗旨是：說明學生通過諾貝爾獎的事例瞭解什麼是科學？什麼是科學事業？認識科學家，理解科學家，認同科學家，激發學生投身科學的熱情，引導學生樹立遠大理想，合理規劃人生。
- 利用微博，開設網頁交流。
- 上课方式：互動式講座、讀書報告、辯論、文藝表演、分組討論、诗歌朗诵。

“Education is not filling a pail,
but the lighting of a fire.”

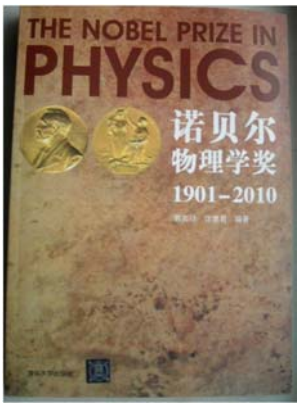
William Butler Yeats

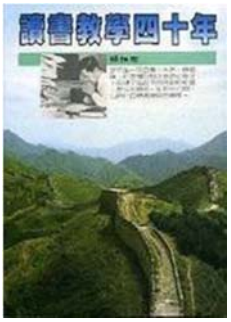
教育不是把桶灌滿，
而是把火點燃

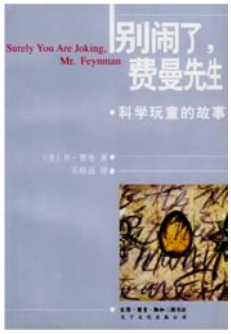
--葉芝

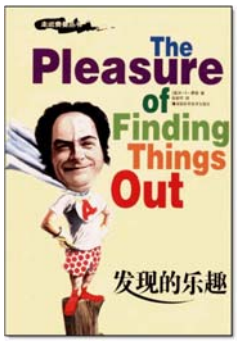
蘇格拉底：教育不是灌輸，而是點燃火焰。

教材與參考資料









文獻資料選讀https://mail.qq.com

DVD光碟（內部參考）

- 世紀輝煌 諾貝爾科學獎百年回顧
- 楊振寧講：我的學習和研究經歷
- 周光召在紀念DNA雙螺旋結構發現50周年大會上的講話
- 楊福家講：治學與人生
- 朱邦芬講： 如何學習、如何創新
- 科學人生 鄒承魯
- 科學人生 白春禮

約4GB, 需時大約6小時

《諾貝爾科學獎的啟迪》之六個主題

1　从华裔科学家的经历看成功的要素
2　从世纪之交物理学的几大发现看机遇与挑战
3　从物理实验的三把尖刀（X射线衍射、分子束方法和粒子加速）看科学家的奋斗精神
4　从几个诺贝尔奖摇篮看学派、导师和学风的重要性
5　从玻尔、海森伯和费曼的经历看科学家的精神风貌
6　从天体物理学、材料科学和分子生物学的发展看创新与学科交叉

《諾貝爾科學獎的啟迪》之六個主題

1　成功的要素
2　机遇与挑战
3　实验是基础
4　诺贝尔奖摇篮
5　科学家的精神风貌
6　创新与学科交叉

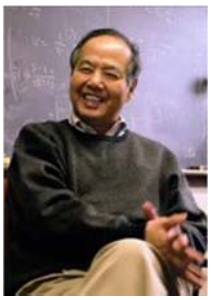
諾貝爾科學獎的啟迪　第一讲

成功的要素

我們將通過幾位著名科學家的切身體驗和他們對青年人的殷切囑託來闡述科學家成功的要素。

楊振寧　李政道

1957年物理學獎



丁肇中

1976年物理學獎

錢永健

2008年化學獎

高錕

2009年物理學獎

1986年楊振寧教授親自給科學院研究生講

《幾位元物理學家的故事》

最後他對成功的要素作了分析

成功三要素

- Perception
- Persistence
- Power
- 三P精神 人生哲理
- 具有普遍意義

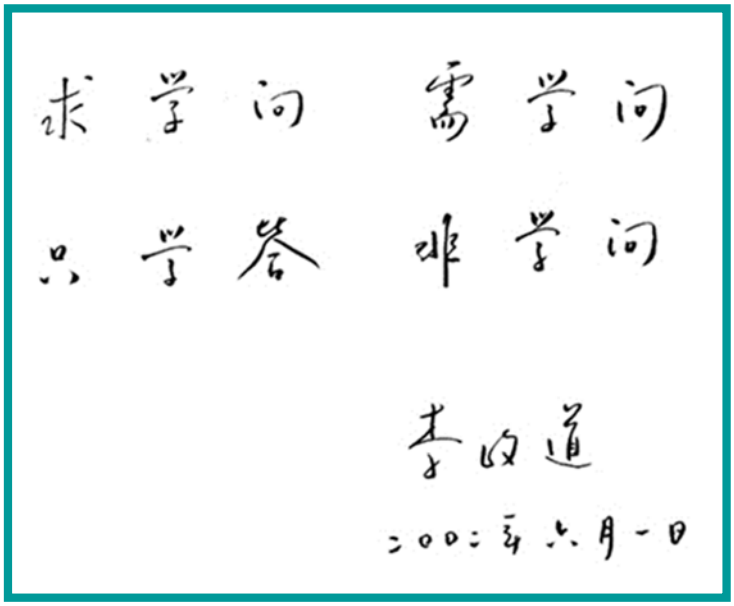
李政道在吴大猷教授的关怀下迅速成长，请读吴大猷先生写的几段《回忆》

- “1945年春天，忽然有一个胖胖的、不到二十岁的孩子来找我，拿了一封介绍信。…这个孩子叫李政道。…
- “那时，恰值学年中间，不经考试，不能转学。我便和教二年级物理、数学课的几位老师商量，让李随班听讲考试，他若及格，则等到暑假正式转入二年级时，可免读以前课程。….

- “李应付课程，绰绰有余，每天课后都来我处请我给他更多的读物和习题，他求知如此心切，简直到了奇怪的程度。
- “有时，我风湿病发作，他替我捶背。他还常帮我做些家务琐事。
- “我无论给他什么样难的书和题目，他都能很快地读完做完，并又来要更多的。
- “我从他作题的步骤及方法上，很快发现他思想敏捷的程度，大大异乎常人。”

伯乐发现千里马

李政道教授的题词



学问学问
学必须有问

问中有学

许多知识学问
就是反复讨论
出来的

这十二个字言简意赅，请同学们记住并且认真领会。敢于提出问题，善于提出问题，科学素质就是这样培养出来的。

李政道的机遇：

- 出生于书香门第
- 遇到了好老师
- 抗战胜利
- 吴大猷的推荐

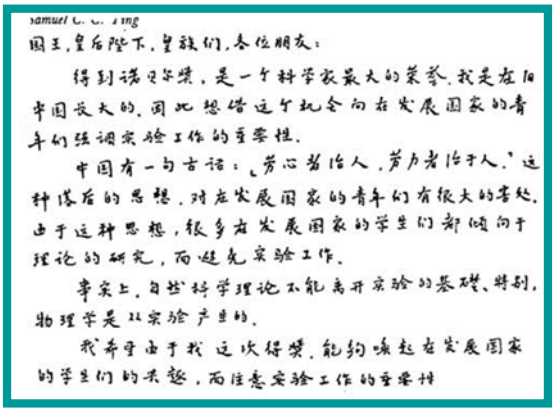
要把握机遇，还需要靠自己的努力，只有经过长期磨练，有足够准备的人，才能把握住机遇！丁肇中的宝贵经历可供大家借鉴！

李政道教授在给青年学生做报告时讲道：

- “一个人的成功有着各种各样的因素，其中“机遇”也许是最重要的，也是最难驾驭的，尽管成功的机遇不可预定，但它的几率却可以大大增加。”

丁肇中在山東大學與學生談科學人生

- “興趣是最好的老師”
- “假如你對一個東西有興趣，你才可能全身投入，我認為，興趣是最重要的”


Samuel C. C. Ting

國王，皇后陛下，皇族们，各位朋友：

得到诺贝尔奖，是一个科学家最大的荣誉。我是在旧中国长大的，因此想借这个机会向在发展国家的青年们强调实验工作的重要性。

中国有一句古话：“劳心者治人，劳力者治于人。”这种落后的思想，对在发展国家的青年们有很大的害处。由于这种思想，很多在发展国家的学生们都倾向于理论的研究，而避免实验工作。

事实上，自然科学理论不能离开实验的基础。例如，物理学是从实验产生的。

我希望由于我这次得奖，能够唤起在发展国家的学生们的共鸣，而注意实验工作的重要性

丁肇中的演講詞

丁肇中教授給我們的提示

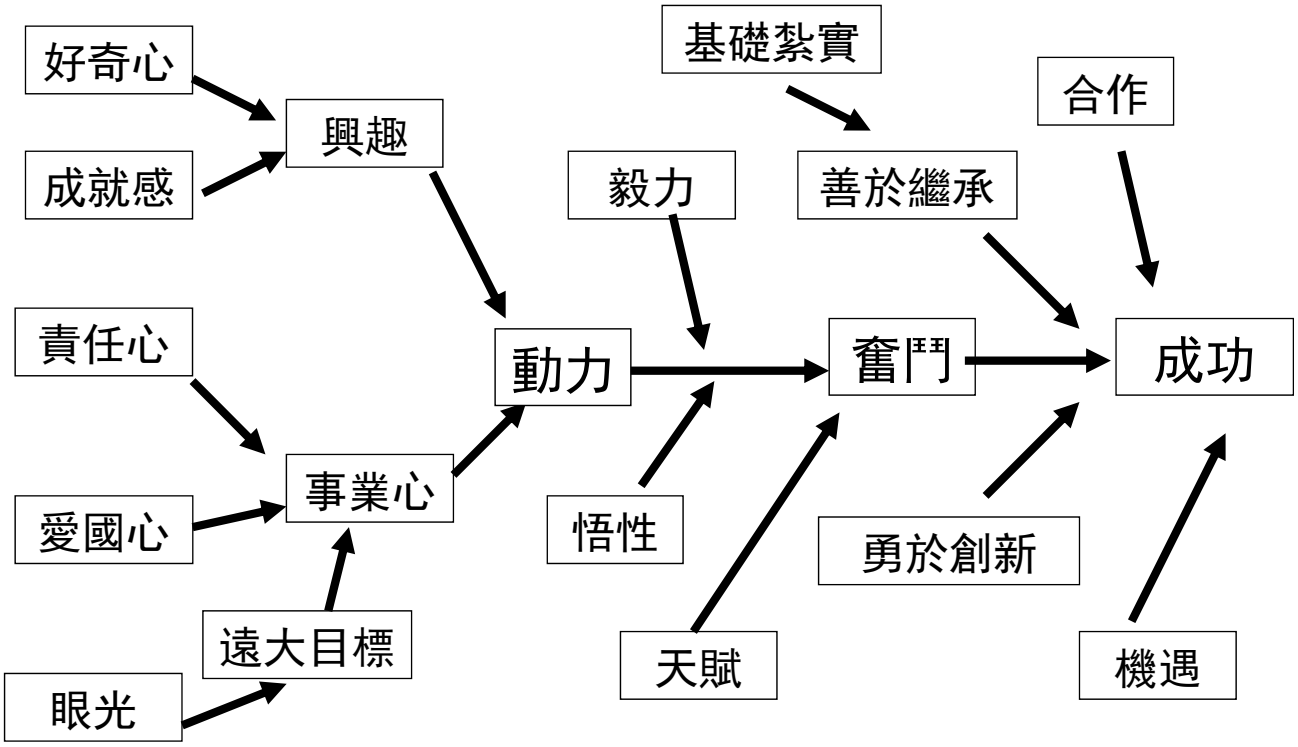
- 好奇心是科學探索的原動力
- 興趣是最好的老師
- 我們要向丁肇中教授學習，從小就樹立遠大理想，努力奮鬥，全身心投入学习，善於集中注意力
- 將來做出一番驚天動地的事業

- 這不是一句空話，是擺在我們年輕人面前實實在在的事情
- 當然目前首先要打好基礎，鍛煉體魄

事業心和遠大理想

- 孟子：“天將降大任於斯人也，必先苦其心志，勞其筋骨，餓其體膚，空乏其身”
- 從小就應該樹立遠大理想
- 沒有抱負和夢想的人難以成就大事業
- 要自覺地磨練自己的意志、能力和耐力
- 要樹立長遠目標，這個目標必須是跳一跳才能摘得著的桃子
- 国家和人民養育了你，你應該感恩和回報，應該有責任感

成功的要素



《諾貝爾科學獎的啟迪》之六個主題

1 成功的要素
2 机遇与挑战
3 实验是基础
4 诺贝尔奖摇篮
5 科学家的精神风貌
6 创新与学科交叉

諾貝爾科學獎的啟迪　第二講

機遇與挑戰

- 我們的方法：個例研究
- 三大發現：

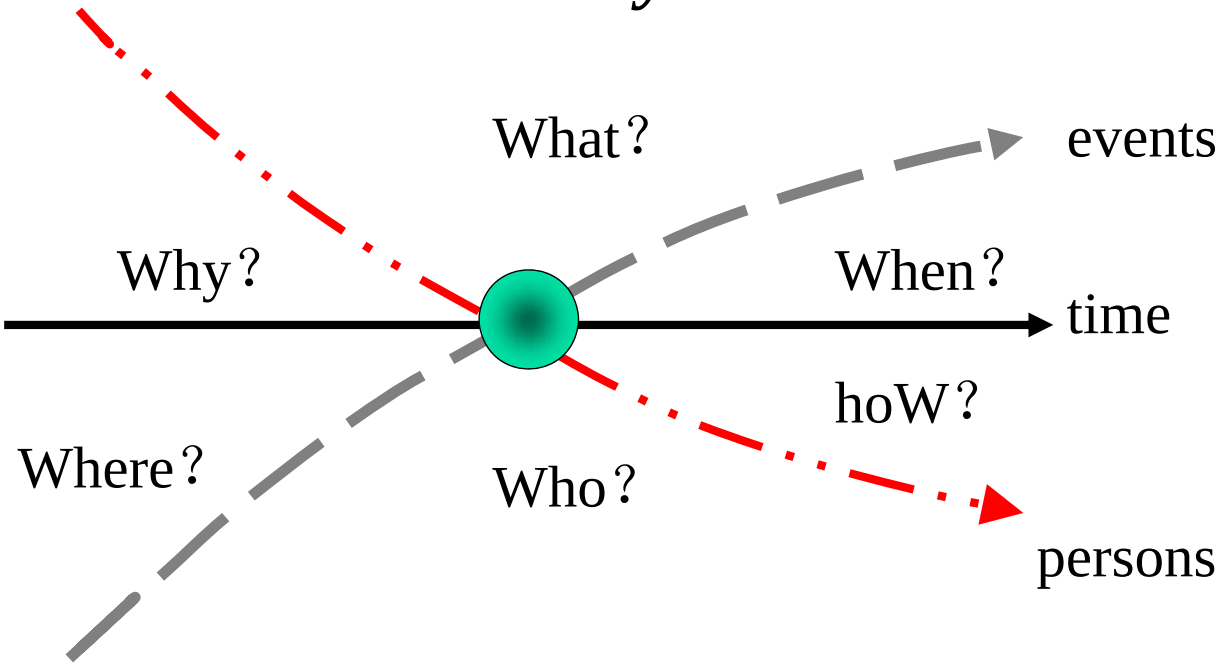
倫琴发现X射線；貝克勒耳发现放射性；JJ湯姆生发现電子

- 普朗克與能量子的發現
- 愛因斯坦與狹義相對論的創建
- 抓住機遇，迎接挑戰

我們的方法是：個例研究

6個W

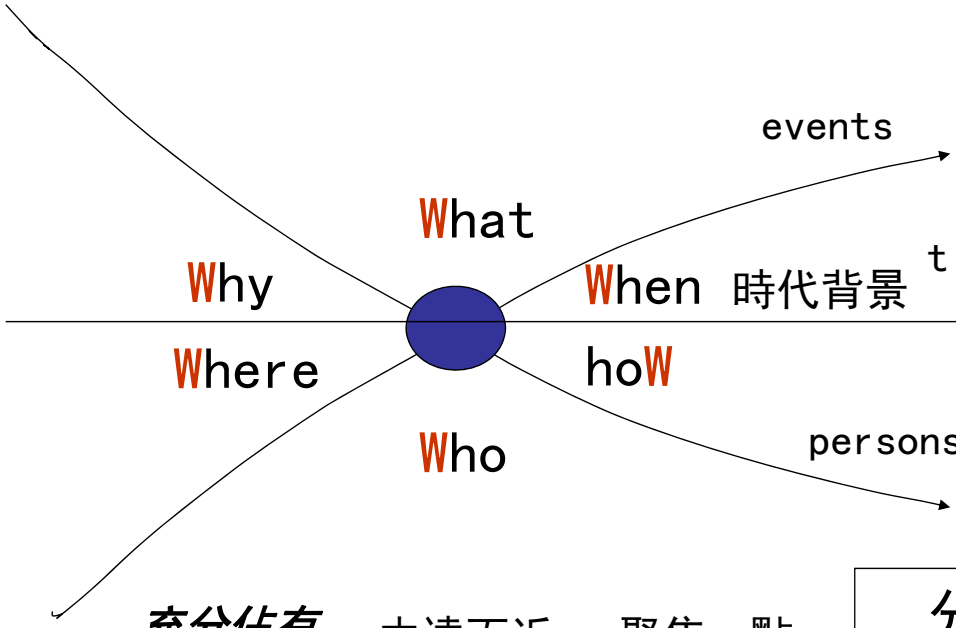
Case study



時代背景

思想發展

社會聯繫



創造源泉

經驗體會

抓住要害

吸取精華

充分佔有歷史資料

由遠而近　聚焦一點

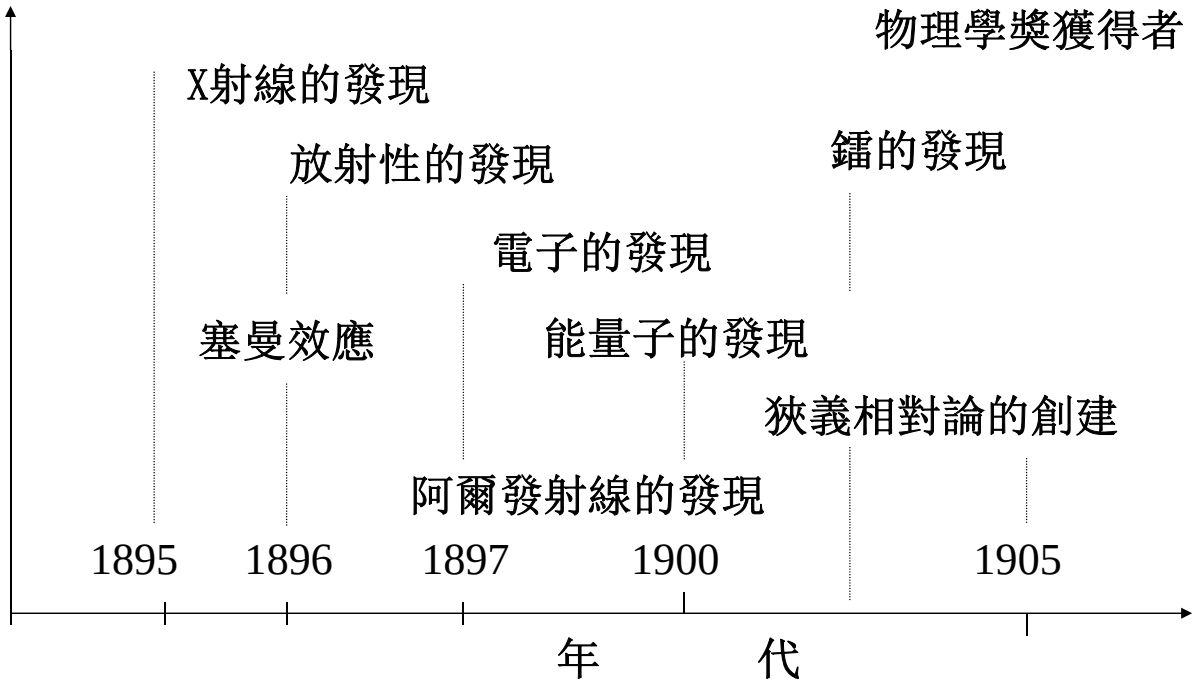
由表及裡　細緻分析

分析其外因和內因

時代背景

19/20世紀之交物理學的新發現

共有11位諾貝爾物理學獎獲得者



電氣工業的萌芽

電氣照明

高壓輸電

低壓氣體放電

陰極射線的發現

乙太說

微粒說

X射線的發現

放射性的發現

電子的發現

1895年

1896年

1897年

點擊打開

1858年發現

電子的發現是歷史的必然，X射線和放射性呢？

X射線是陰極射的伴生物，在研究陰極射線的過程中必然碰到X射線

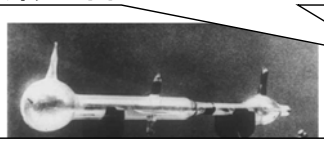
的三大發現

為什麼是在研究陰極射線的過程中發現X射線？
為什麼在19世紀末發現X射線？
為什麼是倫琴？

為什麼19世紀末科學家熱衷於陰極射線？
為什麼說電子的發現是必然的？
為什麼是JJ湯姆生，而不是其他眾多的陰極射線研究者？

線

倫琴發現X射線



放射性的發現是偶然還是必然？
為什麼貝克勒爾自己說：“在我的實驗室裡發現放射性是完全合乎邏輯的？”

貝克勒爾發現放射性

- 狹義相對論的創建是必然的還是偶然的?
- 為什麼是愛因斯坦而不是別人?
- 怎樣看待愛因斯坦的天才?

經典理論與實驗的矛盾迫使科學家出紛紛在找出路

洛倫茲

馬赫

龐加萊

朗之萬

愛因斯坦

物理學革命的重任歷史地落到了沒有思想包袱的年輕物理學家 - - 愛因斯坦身上

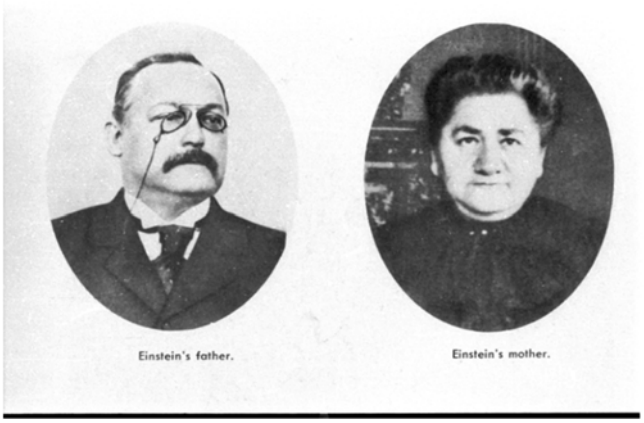
1905年愛因斯坦在瑞士首都伯恩專利局的桌旁

物理學已經達到了這樣的高度，以致於沒有愛因斯坦，也會有別的什麼人建立狹義相對論。

但是令人驚奇的是，這麼多關鍵性的發現卻是由這位名不見經傳的年輕人一下子在不到一年的時間裡做出的。

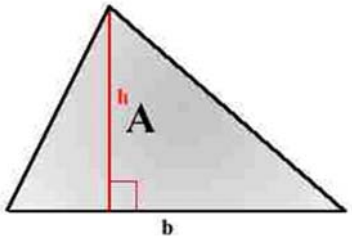
（這要從愛因斯坦的童年說起）

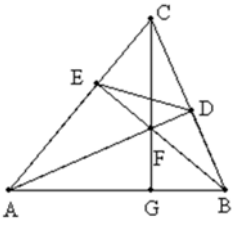
為什麼是阿爾伯特·愛因斯坦創建相對論？



- 阿爾伯特的父親海爾曼·愛因斯坦是猶太人，有很強的數學天賦，但因無錢上大學不得不棄學經商
- 1877年起在烏爾姆擺電工貨攤，後改經營電氣器材，因不善經營，事業很不景氣
- 母親保朗很有音樂才能

阿爾伯特從小繼承了父親的數學天賦和母親的音樂細胞



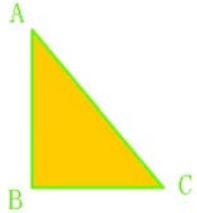


愛因斯坦12歲就對歐幾里得幾何著了迷

愛因斯坦年約14歲

愛因斯坦後來回憶道：“這種明晰性和可靠性給我造成了一種難以形容的印象。”

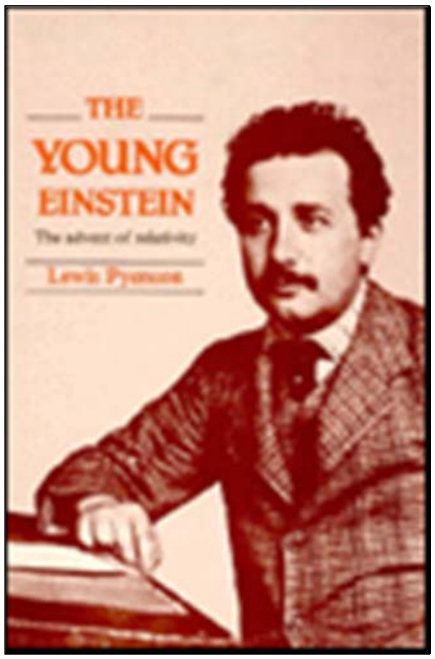
$AC^2=AB^2+BC^2$，
他用全新的方法（相似三角形）自己作出了證明



16歲通過自學掌握了微積分

愛因斯坦從中學起就以探究的精神對待學習，一邊學習，一邊研究

- 1895年（16歲）思考人以光速追隨光波的運動
- 1898年對韋伯教授不講麥克斯韋電磁場理論表示不滿，認為理論體系應作修改
- 1899年打算做實驗檢驗乙太運動的影響
- 他一直在思考怎樣使物理學擺脫困境
- 其中包括乙太問題、輻射問題和動體電動力學問題



抓住機遇　迎接挑戰

- 進入大學是人生一個重要的轉捩點，今後的道路還很長，要迅速做好從中學到大學的轉變
- 打好基礎，德智體美，全面發展
- 培養興趣，慎重確立專業方向
- 我們要做好準備，迎接科技大發展
- 機遇無處不在，希望大家勇敢面對挑戰

怎樣看待機遇？

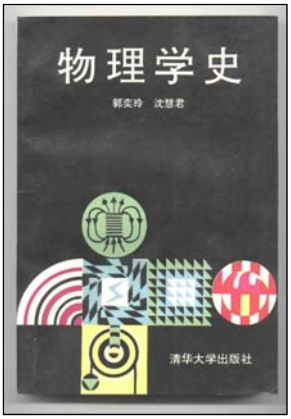
怎樣尋求機遇？

怎樣把握機遇？

這是人生道路上的一個很值得**思考**的問題

機遇也可以說是一種偶然性，但是在偶然性中體現了必然性。各種科學發現往往具有一個共同的特點，那就是勤奮和創新精神。只有不畏勞苦沿著陡峭山路攀登的人，才有希望達到光輝的頂點。

（ 錢三強教授：《物理學史》序）



錢三強
1991.7.25.

《諾貝爾科學獎的啟迪》之六個主題

1　成功的要素
2　机遇与挑战
3　实验是基础
4　诺贝尔奖摇篮
5　科学家的精神风貌
6　创新与学科交叉

諾貝爾科學獎的啟迪　第三講
物理實驗的“三把尖刀”

□科學技術的發展離不開物理實驗技術的進步，在這方面頒發了多項諾貝爾獎，其中粒子加速器、雷射器和X射線绕射等三項尤其值得關注。

物理實驗的“三把尖刀”

□盧瑟福　勞倫斯　萊德曼
（粒子加速器
和亞原子粒子的發現）

□拉比　湯斯　肖洛　漢斯
（雷射器　鐳射光譜學
光頻梳技術　陷阱技術）

□勞厄　布拉格父子
（X射線绕射）

幾點啟示

《諾貝爾科學獎的啟迪》之六個主題

1　成功的要素
2　机遇与挑战
3　奋斗精神
4　诺贝尔奖摇篮
5　科学家的精神风貌
6　创新与学科交叉

《诺贝尔科学奖的启迪》（四）

诺贝尔奖的摇篮

- **为什么贝尔实验室会不断涌出诺贝尔奖水平的科研成果？**
- **为什么英国剑桥大学的 卡文迪什实验室和分子生物学实验室会成为诺贝尔奖的摇篮？**
- **科学传统与科学作风**
- （卢瑟福—核物理学的开拓者）

卢瑟福真不愧为是核物理学的开路先锋

- 他确实是推动波涛的人，而不是骑在波峰坐享成果的。
- 他经过长期艰苦的奋斗，拨快了放射学和核物理学的发展步伐。
- 如果有人认为这一切来得容易，我可以再赠给他西格里的一段描述卢瑟福的话：
- “对于发现者来说总是有无数条道路供他选择，然而通往最后成果绝不是一条一目了然的直路… … 卑贱、烦锁、单调的研究是常规工作，即使对卢瑟福也是如此。
- 但有朝一日，当实验者的耐性和毅力经受住了考验，艰苦奋斗终将导致辉煌成就。”

剑桥—维也纳之争

- 1919—1921年间，奥地利的维也纳镭研究所——由梅尔（S.Meyer）领导——也传来了人工核转变的消息，但结果与卡文迪什实验室所得不同，宣称任何物质都能产生转变—要什么有什么，引起全世界的轰动。

- 经过核实，证明维也纳研究所的结果是伪造的.

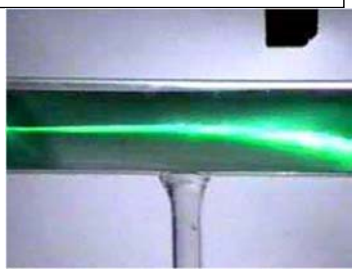
卡文迪什实验室的科学精神经受住了考验

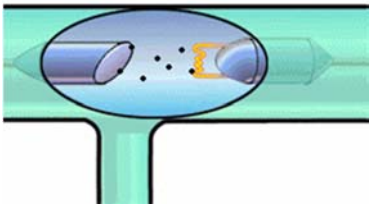
- 查德威克注意到，维也纳研究所的研究人员并没有亲自做实验，而是找了一些斯拉夫族妇女观察闪锌屏。理由有两条，一是妇女更专心，二是斯拉夫族妇女眼盼睁得又圆又大，适于观测。实验结果事先告诉了那些妇女，而她们为了取得管理人员的高兴，按预期的结果给出读数。
- 查德威克当时并不了解这一点，而是设法参与了实验。卡文迪什实验室的规矩是专门找生手或不懂行的人读数，事先不得知道结果。他就按卡文迪什实验室的办法组织实验，不告诉她们将会得到什么结果，也不讲放射源、吸收屏和靶子在那里，要她们见到闪烁就记下来。
- 果然不出所料，结果和卡文迪什实验室所得一样。

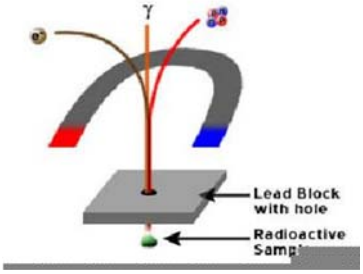
科学来不得一点虚假，在科学史上伪科学不乏其例

19/20世紀之交，新發現層出不窮

- 由於X射線、貝克勒爾射線、α射線和β射線相繼發現，人們紛紛宣稱尋找到了各種奇奇怪怪的射線，其中有所謂的N射線、磁射線和J射線。

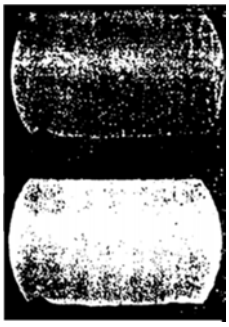


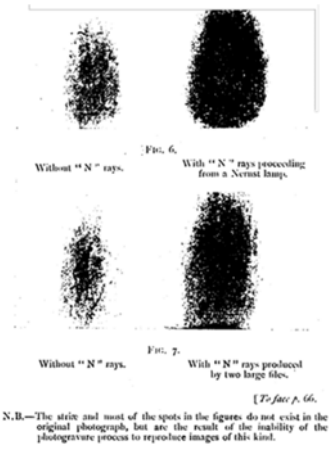




N射線的“發現”

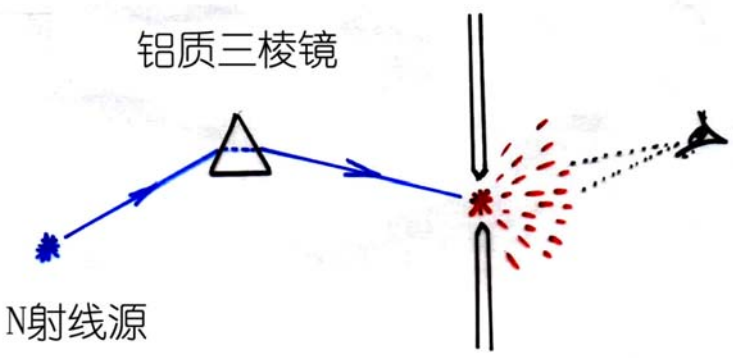
- 法國南錫（Nancy）的布隆諾（Blondlot, 1849-1930），是法國科學院通訊院士，曾經在1991年測定電磁波的速度，證明X射線是電磁波
- 1903年“發現”了一種新射線，取名為N射線，宣稱這種射線具有神奇的功能



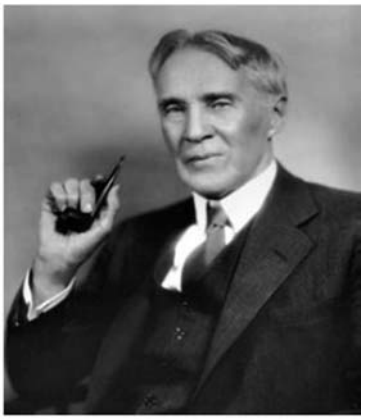


科學騙局—N射線的前前後後

- 圖示N射線實驗的一種做法
- N射線經鋁質三棱鏡折射後
- 可使電火花突然變亮
- 但是，觀察者不能直接觀察，必須側視電火花
- 觀察者必須心靜，否則不靈
- 只有拉丁人種才有足夠靈敏的視力



科學騙局－N射線的前前後後



罗伯特·伍德

- N射線的奇異特性震驚全球，幾年裡布隆諾發表了一二十篇論文，出版了專輯，法國科學家爭相投入這項研究，形成了熱潮。但是法國以外，沒有人能夠重複布隆諾的結果。
- 美國物理學家武德感到事情蹊蹺，親自到南錫來考察。
- 他親臨現場，測試布隆諾實驗的真實性
- 例如，用手擋住通道，或者偷偷地拿走棱鏡，布隆諾卻沒有察覺。
- 由此判定，所謂的N射線完全是實驗者的一種幻覺。
- 法國科學院要求布隆諾公開答辯，布隆諾不敢出面，從此隱姓埋名，躲到鄉間，了此一生。
- 一百年後，科學界發表專文，告誡後人。

This Month in Physics History

September 1904: Robert Wood debunks N-rays

Shortly after the discovery of X-rays in 1895, there was a flurry of research activity in the area, with many scientists expecting more similar discoveries. So when another new type of radiation was reported in 1903, it generated a lot of excitement before it was proved false in September 1904.

The first claimed discovery of the new type of radiation was made by René Prosper Blondlot, a physicist at the University of Nancy in France. Blondlot, a respected scientist and member of the French Academy of Sciences, had been experimenting with the polarization of X-rays when he found what he thought was a different type of radiation. In the spring of 1903, Blondlot published his first report on the new rays in the *Proceedings of the French Academy* (the *Comptes Rendus*). He called the new rays N-rays, with N standing for Nancy, his hometown. The N-ray discovery was something of a matter of national pride for the French, since X-rays had been discovered by Wilhelm Conrad Roentgen, a German.

Blondlot used various kinds of apparatus to observe the rays, which were purportedly just barely detectable. In his first experiments, he detected the rays through slight variations in the brightness of a small electric spark when the rays fell on it. Later, he used screens with a phosphorescent coating, which would supposedly glow slightly brighter when hit by N-rays. He thought the new rays were also a form of light, and found that they could be polarized, reflected, and refracted.

Within months of Blondlot's first announcement, many scientists–mostly French scientists, but a few others as well–would claim to have seen the rays. Hundreds of papers were soon published

Robert Wood

N-rays at all. Blondlot and others N-ray believers argued that those who couldn't see the rays simply didn't have sufficiently sensitive eyes to detect the effects of N-rays, which were supposedly just at the limits of visibility.

The physics community was divided on the issue. One physicist who had been unable to detect the N-rays in his own lab was Robert Wood, of Johns Hopkins University. Wood, who did research on optics and electromagnetism, was known for his diverse interests and his enjoyment of pranks.

In the summer of 1904, Wood was sent to France to observe Blondlot's experiments, in hopes of clearing up the matter.

Blondlot and his assistant set up several of their demonstrations for Wood. In the most well known demonstration, Blondlot showed how N-rays could be spread out into a spectrum by an aluminum prism. Blondlot claimed to detect this spectrum by noting a slight increase in brightness at some points along a phosphorescent strip. Wood could see no evidence of the N-ray spectrum.

The experiments had to be done in a darkened room, which gave Wood the opportunity to play a trick unseen by Blondlot and his assistant. Wood removed the crucial prism from the apparatus. He then asked Blondlot to repeat the observations of the N-ray spectrum.

Not knowing the prism had been removed, Blondlot continued to insist he saw the very same pattern he had claimed to see when the prism was in place.

After several similar demonstrations, Wood was completely convinced that Blondlot and others were imagining the phenomenon.

科學騙局何時了

- 科學發展的歷程中有許多沒有被史書記載的歷史，這裡面包括了人們在探索活動中所遭遇的挫折、失敗和失誤
- 挫折和失敗在所難免，失誤有客觀原因和主觀原因，教訓值得吸取
- 病態科學（偽科學）種種

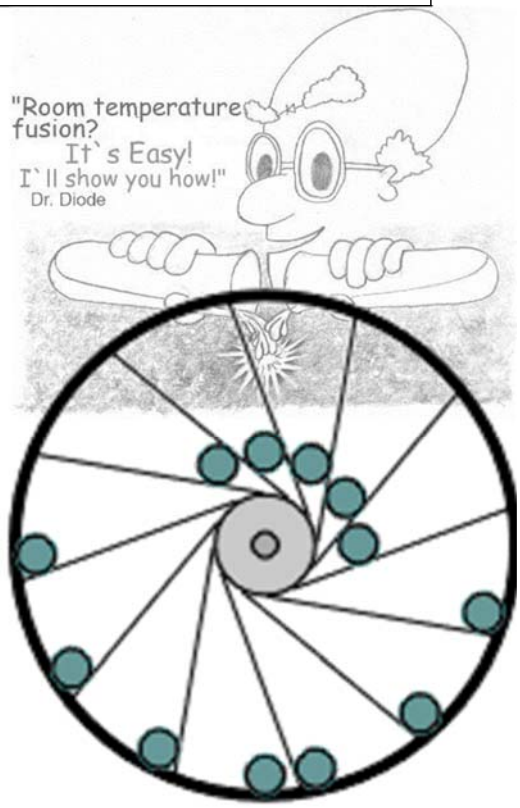
  磁射線　發育射線　X射線中的J現象

  磁單極　分數電荷　黑光

  冷核聚變　第五種力　超光速

  永動機　假奈米科技　假氣功

  水變油



吸取歷史教訓

病態科學（偽科學）是一種社會現象
過去有、現在有，將來還會有！
同學們務必記牢：

- 要嚴謹踏實，
  切勿弄虛作假；
- 要持客觀態度，
- 切勿牽強附會；
- 要一步一個足印，經得起歷史的檢驗，
- 切勿做曇花一現的人物。
- 什麼是科學？
- 這就是科學！

《諾貝爾科學獎的啟迪》之六個主題

1 成功的要素
2 机遇与挑战
3 奋斗精神
4 诺贝尔奖摇篮
5 科学家的精神风貌
6 创新与学科交叉

量子理論的奠基人

諾貝爾科學獎的啟迪

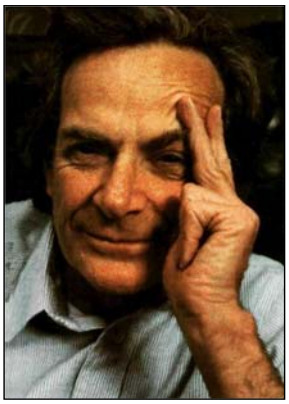
第五講

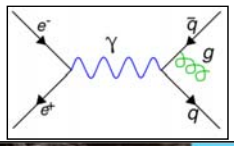
科學家的品格與情操

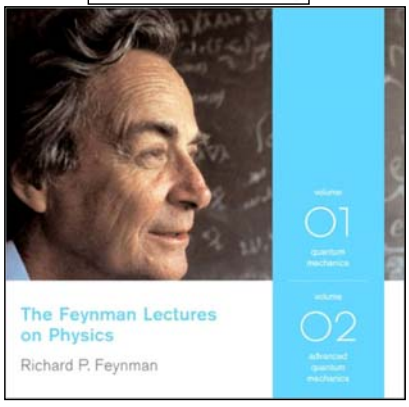
非凡的天才

1965年諾貝爾物理學獎得主－費曼

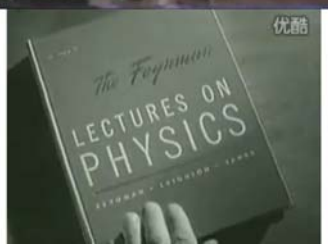
主要貢獻：提出費曼圖、費曼規則和重正化計算方法，是研究量子電動力學和粒子物理學的重要工具。







費曼　精彩的一生



年代	年齡	地　點	事　件
1918/5/11	1	紐約市郊	出生在猶太家庭
1931	13		中學
1935	17	MIT	MIT 大學生
1939	21	New Jersey Princeton	Princeton 大學研究生
1942	24		曼哈頓計畫獲博士學位
1943	25	Los Alamos 國家實驗室	領導計算器小組
1945	27		原子彈試驗
1945	27	康奈爾大學	物理學教授
1948 - 50	30-32		研究量子電動力學
1950 - 51	32-33	休假	赴巴西 對邦戈鼓有興趣
1951	33	Caltech	加州理工學院教授
1953 - 55	35-37		研究超流動性；學習素描
1961 - 62	43-44		費曼物理學講座
1965	47		獲得諾貝爾物理學獎

費曼：發現的樂趣

花之美

- 我有個朋友是藝術家，他的一些觀點，我真難以苟同。他拿起一朵花說：“瞧，這花多美！”這我沒有什麼異議。
- 但他接著說：“你看，作為藝術家，我用欣賞的眼光看花，看出它的美；可是你們科學家，用分析的方法把花剖析開來看，它就變成一個毫無趣味的東西了。”
- 聽他這後半段話，我覺得他簡直是一塊狂妄的頑石。
- 首先，他所看到的美，旁人能看到，我也能領略到，我相信，即使我沒有像他一樣受過很好的審美訓練，我也能夠欣賞一朵花的美。
- 但是，我從這朵花中欣賞到的，他卻欣賞不到；作為科學家，我從這朵花中所見到的東西，要遠遠比他多得多。
- 我能想像這花的細胞，它的細胞裡面複雜的運動也自有一種美。我的意思是，不僅在釐米的尺度上有美，在更小的尺度上，或者說在內部結構上，也同樣有美。
- 進一步來說，花為了吸引昆蟲來授粉而進化出色彩，這本身就是極有趣的事——這意味著昆蟲能看到色彩。
- 於是有這樣一個問題：這些較低級的動物也有審美的感覺麼？顏色為什麼引起美感呢？
- 所有這些有趣的問題，表明科學知識只會增加你對花的興味、神秘感，甚至敬畏。我真的無法理解藝術家們的想法——科學知識怎

I have a friend who's an artist and he's sometimes taken a view which I don't agree with very well. He'll hold up a flower and say, "Look how beautiful it is," and I'll agree, I think. And he says-"you see, I as an artist can see how beautiful
this is, but you as a scientist, oh, take this all apart and it becomes a dull thing." And I think that he's kind of nutty. First of all, the beauty that he sees is available to other people
and to me, too, I believe, although I might not be quite as refined aesthetically as he is; but I can appreciate the beauty of a flower. At the same time I see much more about the flower than he sees. I can imagine the cells in there, the complicated actions inside which also have a beauty. I mean it's not just beauty at this dimension of one centimeter, there is also beauty at a smaller dimension, the inner structure. Also the processes, the fact that the colors in the flower evolved in order to attract insects to pollinate it is interesting-
it means that insects can see the color. It adds a question: Does this aesthetic sense also exist in the lower forms? Why is it aesthetic? All kinds of interesting questions which shows that a science knowledge only adds to the excitement and mystery and the awe of a flower. It only adds; I don't understind how it subtracts.

費曼的特點

- 費曼最寶貴的品質是他對於大自然**無休止的好奇心**和從全新的角度看問題的能力。費曼喜歡觀察最普通的自然現象，並找出其中的道理。
- 他對美，對大自然的美、對物理學的美、對人生的美有深切的體會和**強烈的追求**。
- 他學什麼會什麼，學什麼愛什麼，**有無窮盡的學習和研究動力**。
- 他看透了名和利，有**高尚的人生目標**。

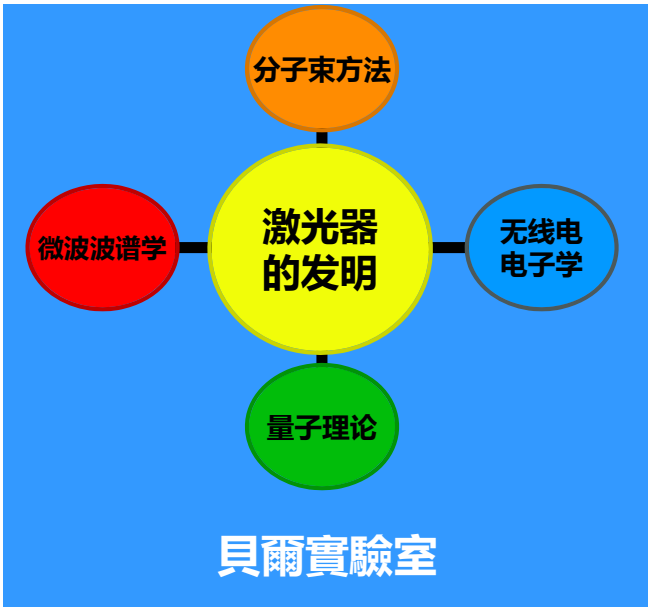
《諾貝爾科學獎的啟迪》之六個主題

1 成功的要素
2 机遇与挑战
3 奋斗精神
4 诺贝尔奖摇篮
5 科学家的精神风貌
6 创新与学科交叉

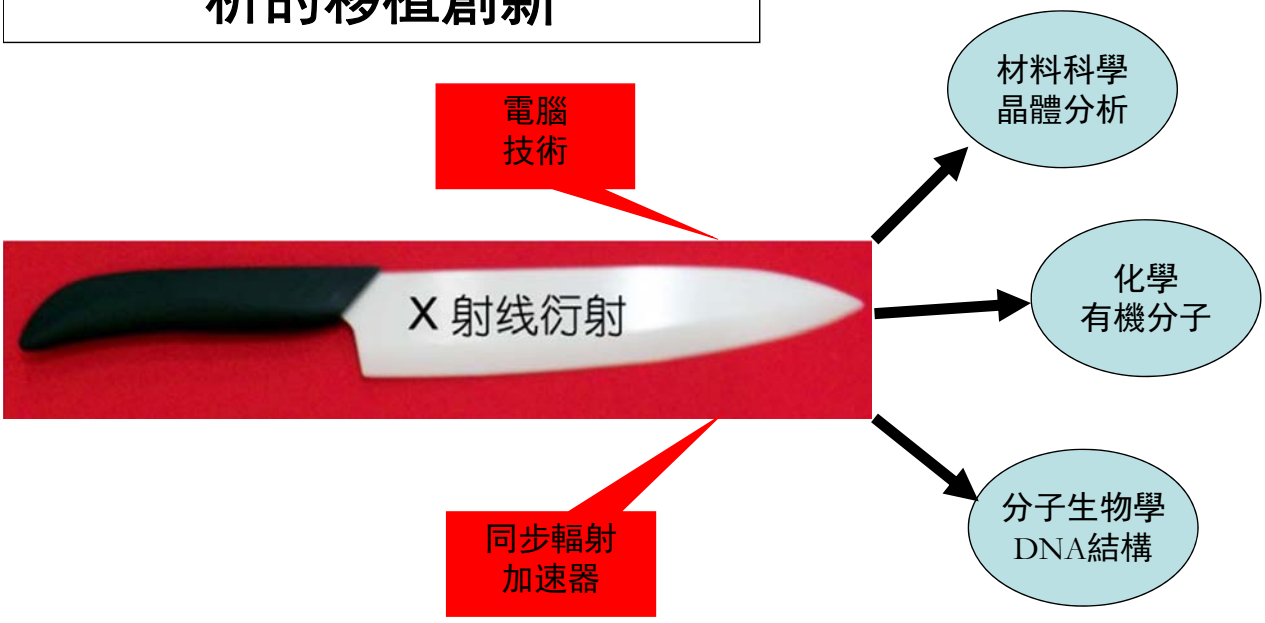
諾貝爾科學獎的啟迪 第六講

創新與學科交叉

創新與學科交叉



X射線結構分析的移植創新

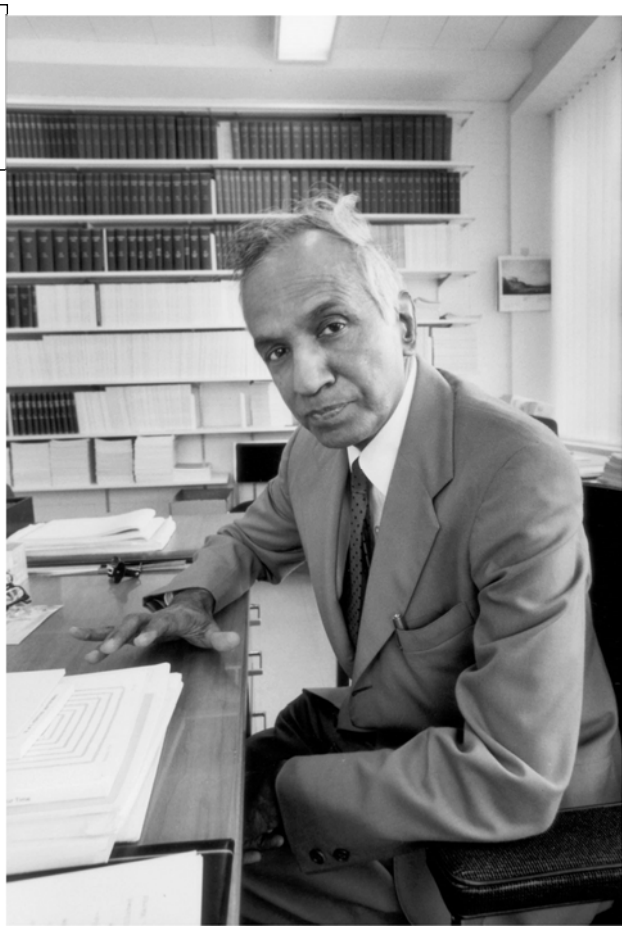


- X射線衍射方法經過一個世紀的發展和改進，已經成為物理學家、化學家、生物學家和材料科學家手中的利器，因此先後有多位科學家獲得諾貝爾獎

钱德拉塞卡的一生

钱德拉塞卡一生谨慎、谦逊而勤奋，每当投入工作时，他就会坐在一张非常整齐、清洁的书桌前，寻觅数学的秩序。

他一周工作7天，每天至少工作12小时，经历10年功夫，在一个领域得到了突出成果并整理出专著后，立即转移到另一领域，直到取得新的成果才罢休。



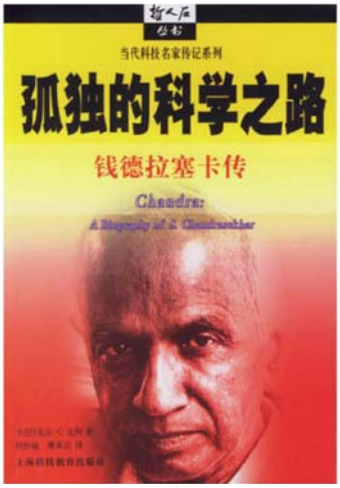
钱德拉塞卡是我们学习的好榜样

科学无止尽，
学习亦无止境。
但愿我们都能像钱德拉塞卡那样
热爱科学、不畏权威、
追求真理、奋斗终生！

钱德拉塞卡（Subrahmanyan Chandrasekhar，1910－1995）

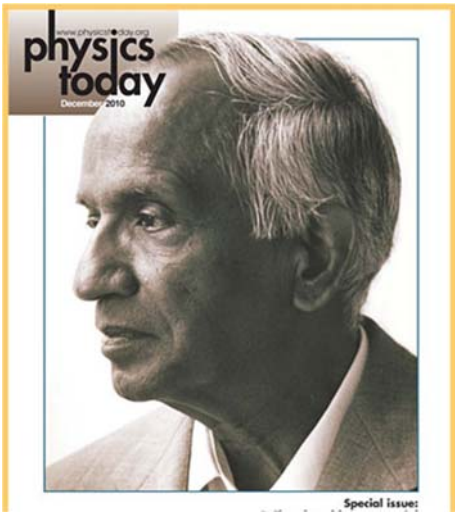
寫給錢德拉的孤獨

- 選擇了遠方
- 你便註定 選擇了孤獨
- 寂寞的膚色 寂寞的甲板
- 寂寞的算符
- 推演著天宇間
- 同樣的寂寞
- 是你孤獨的選擇
- 還是孤獨選擇了你?
- 在那些所謂名望的笑靨裡
- 你只輕輕轉身
- 從一個孤獨的已知世界裡出來
- 闖進 另一個未知世界的孤獨



寫給錢德拉的孤獨2

- 你說 你已習慣了這份習慣
- 遲來的掌聲 只屬於沉寂的過去
- 你捧起一疊算稿
- 躲進
- 下一次掌聲前的沉寂
- 你說 你對得起整個世界
- 乃至 整個天宇
- 卻對不起
- 家書裡的老父 七弦琴裡的妻
- 一份偉大的孤獨
- 註定有另一份孤獨的偉大相伴
- 從此只是孤獨
- 不再 孤單



佈置討論

用三分鐘的時間小組討論

- 從錢德拉的事蹟你受到了什麼啟發？
- 如何看待科學家的孤獨？

同學們寫下了大量心得體會和筆記，也嘗試撰寫論文

期末小论文——

对中国诺贝尔科学奖的报道的思考

魏文冲
（华南师范大学 综合理科一班 广东 广州 510006）

【摘 要】对中国诺贝尔科学奖的报道的特点进行分析，指出其报道特点形成的直接原因以及根本原因，并从报道对群众及科学工作者的影响得到启示。

【关键词】诺贝尔科学奖；新闻报道；科学氛围；科学关注度；科研态度

随着中国科技的不断进步，人们也越来越多的关心中国的科学前景，对每年的诺贝尔奖也津津乐道。各媒体抓住此发展契机，

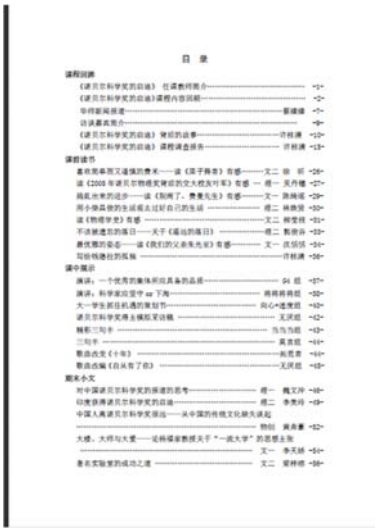
的美好展望。

第三，报道形式单一枯燥，不能贴近民生。在对人物的报道中，一方面报刊更偏向

彙編成一冊電子刊物

电子刊物《诺贝尔之旅》

（电子版可自由索取）



请批评指正，谢谢大家

關於日心說與地心說的討論 大要

高涌泉

下圖是著名高中物理教科書 PSSC 中解釋地心說時所用的圖：

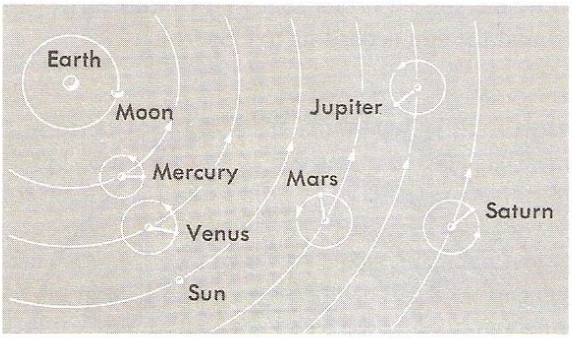


Figure 13–5
A simplified diagram of the Ptolemaic system of planetary motions.

我將說明此圖之錯誤，然後由此進一步討論從地心說至日心說的轉變，部分不廣為人知之關鍵。

郵票上的物理學

北大秦克誠教授製作

河大厚宇德試講

2013年1月29日合影

秦克誠（1937年2月19日—），湖南人，北京大學物理學院教授。1953年考入北京大學物理系，1956年未畢業即在北大開始工作。1980-1982年在斯坦福大學訪學；1987年在德國Meinz大學訪學，研究凝態物理。

秦先生著作：

秦克誠：郵票上的物理學史，清華大學出版社，2005（此書得臺灣吳大猷基金會的2006年吳大猷科普著作金獎）

秦克誠：FORTRAN 程式設計，電子工業出版社，1987

秦克誠等：統計光學，南開大學出版社，1987

秦克誠、劉寄星主編：木鐸金聲集，高等教育出版社，2010

趙凱華主編、秦克誠副主編：物理學照亮世界，北京大學出版社，2005

翻譯工作：

秦克誠主譯：21世紀的新物理學，G.Fraser, Cambridge U.P主編，科學出版社，2012；

秦克誠譯：藝術中的物理學，（美）吉伯特、（美）海爾伯利 著，清華大學出版社，2011；

秦克誠譯：物理學的概念與文化素養，（美）霍布森 著，高等教育出版社，2011；

秦克誠等譯：傅利葉光學導論（第三版），（美）古德曼 著，電子工業出版社，2006；

（出版1979，科學出版社）

秦克誠譯：費曼講物理入門，R. P. 費曼著， 湖南科學技術出版社，2005；

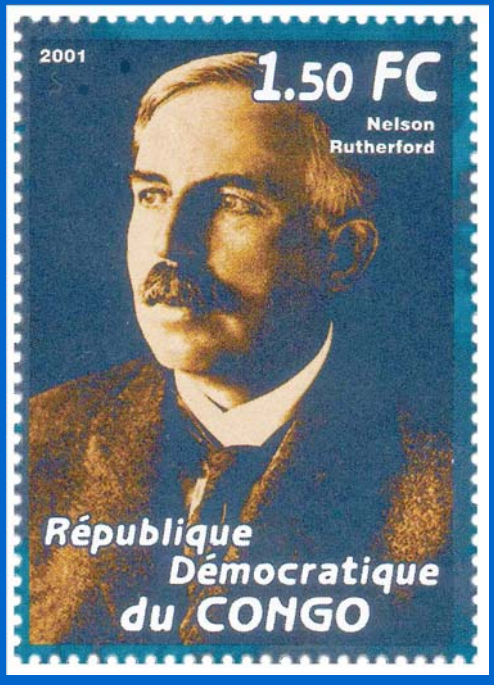
秦克誠譯：外星人學物理（第一、第四冊），George Mark等著，人民教育出版社，2004；

秦克誠等譯：物理學：基本概念及其與方方面面的聯繫，（美）霍布森著，上海科技出版社，2001；
秦克誠譯：理論物理學中的電腦類比方法，赫爾曼著，北京大學出版社，1996；
秦克誠譯：統計物理學中的蒙特卡羅模擬方法，賓德、赫爾曼著，北京大學出版社，1994；
秦克誠譯：統計光學，J.W. 顧德門著，科學出版社，1992；
秦克誠譯：計算物理學，Steven E. Koonin著，高等教育出版社，1992；
秦克誠譯：量子力學的哲學：量子力學詮釋的歷史發展，Max Jammer 著，商務印書館，1989；
秦克誠、洪定國譯：現代物理學中的因果性與機遇，D. 玻姆著，商務印書館，1965；
秦克誠譯：電子管，[蘇]列維欽著，人民郵電出版社，1956。

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.)



……但是我卻想以郵票為媒體來講述物理學和物理學家的故事。

- 當然，拉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。

為什麼用郵票？

- 集郵是最受青少年歡迎的集藏活動之一。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。

為什麼用郵票？

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

- 克卜勒第一和第二定律

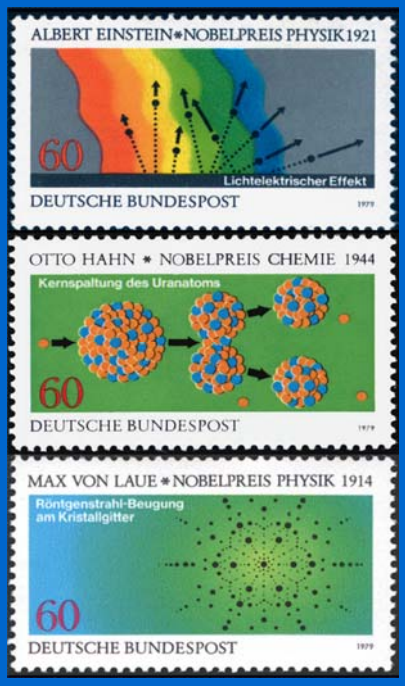
都普勒效應

德國于1979年發行一套紀念諾貝爾獎得主誕生百年的郵票。

這一年內誕生三位諾貝爾獎得主

- 光電效應
  $mv^2/2 = h\nu - \phi$

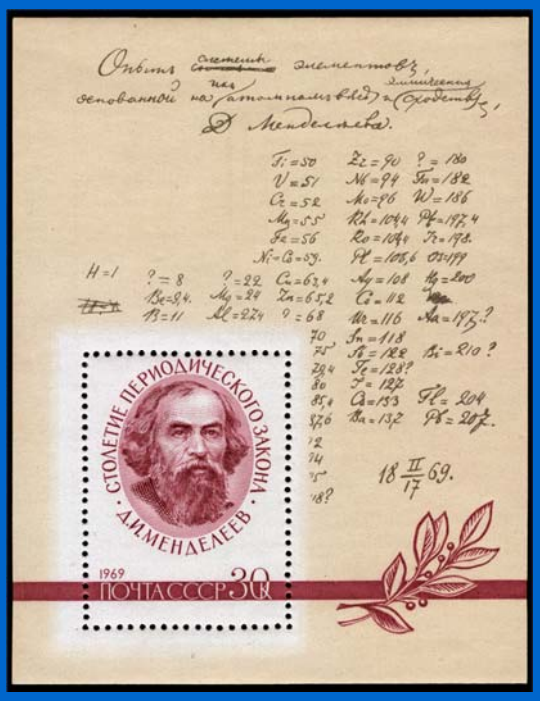
- 核裂變
  $^{235}U + n \rightarrow {}^{144}Ba + {}^{89}Kr + 3n$
- （**Ba:**鋇; Kr：氪）
- 勞厄圖



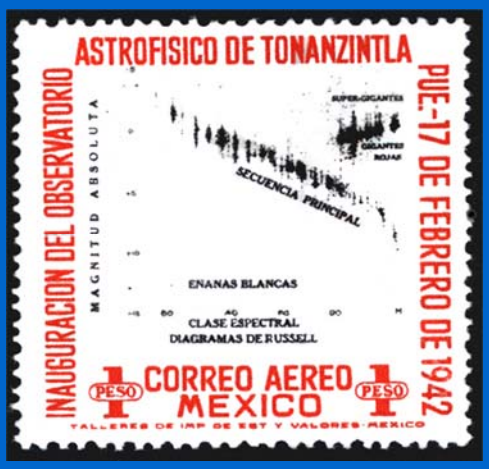
這些圖片完全可以進入課堂作為教學說明。真與美的完美結合！

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



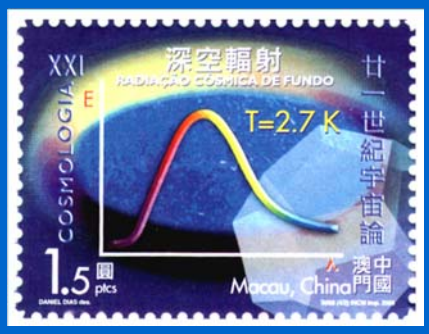
赫羅圖

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。

粒子物理學標準模型

宇宙學標準模型（Big Bang!）



板塊結構模型和雙螺旋模型

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？

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。這個電錶不是安培表，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

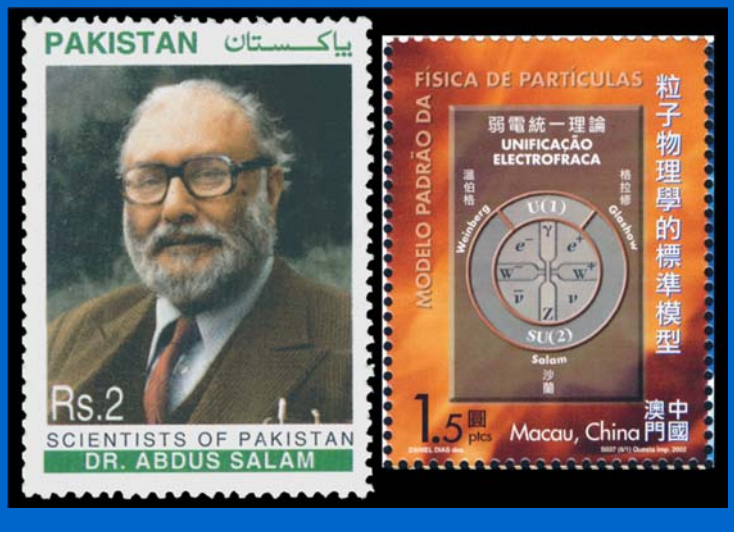
從古希臘.....

米里都的泰勒斯

德謨克里特

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)

最新技術的發明者

高　錕　　W. S. Boyle　　G. E. Smith

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

而且工作也反映得比較全面

例如：阿基米德

浮力定律

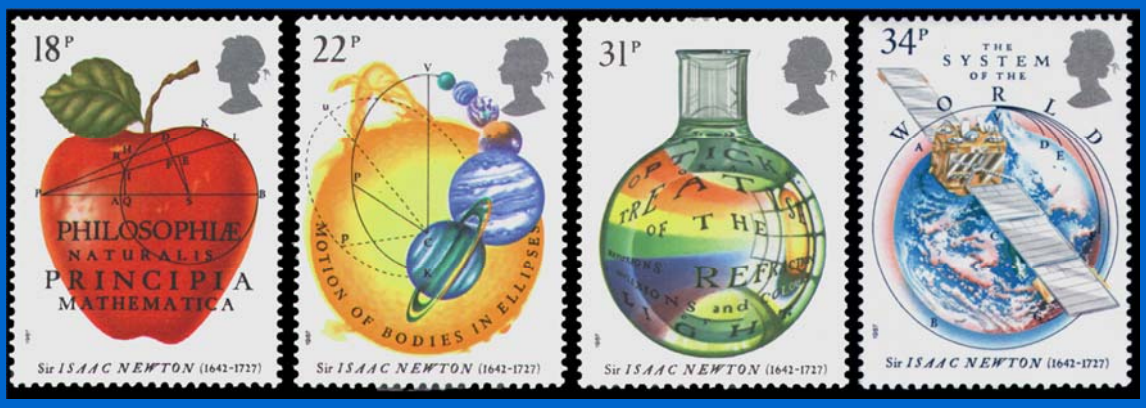
槓桿原理

螺旋泵

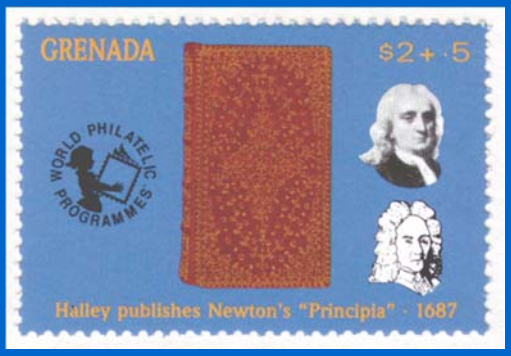
又如伽利略的工作：

- 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：

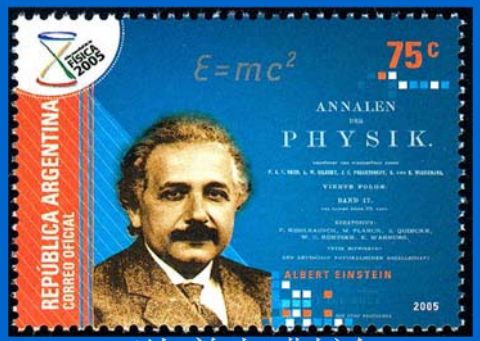


還有牛頓和哈雷的友誼



- 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：

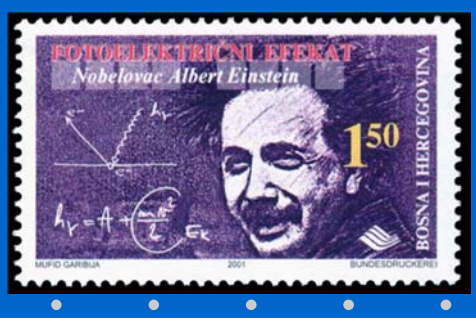


狹義相對論

布朗運動

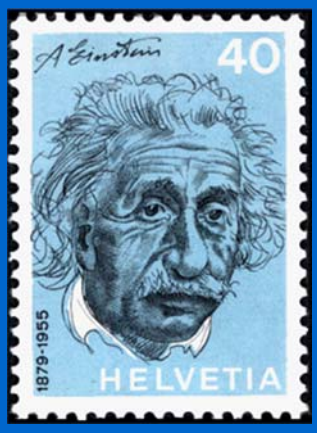
廣義相對論

光電效應



還反映他的政治態度

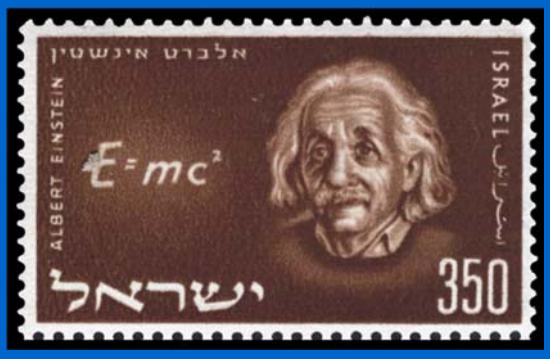
- 愛因斯坦是哪國人？這是一個很長的故事。
- 他出生在德國。按出生說他是德國人。
- 但是他從小就討厭德國的軍國主義教育。1895年， 他在瑞士上學時，他申請了瑞士國籍，放棄德國國籍。



- 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。

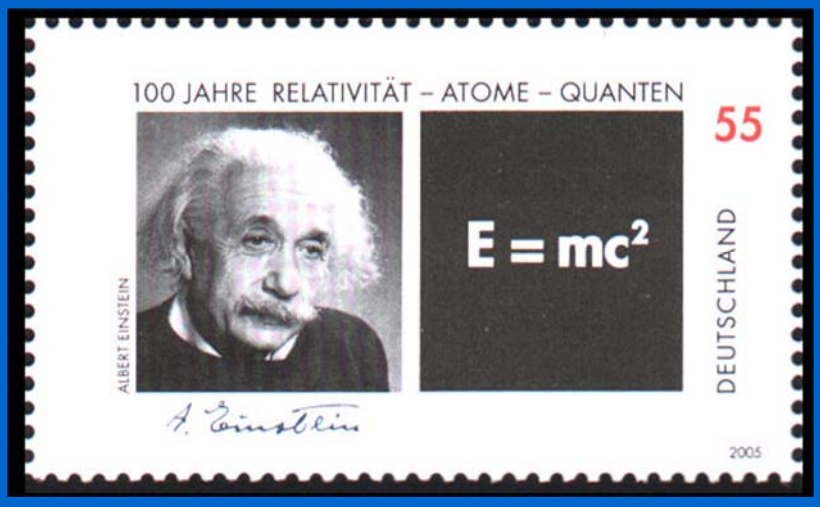
德國發行愛因斯坦郵票的故事

- 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

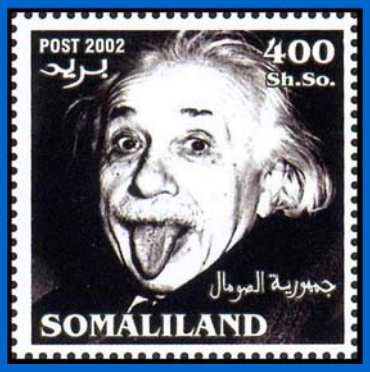
- 但是愛因斯坦的家屬提出抗議，因為愛因斯坦在遺囑中不允許德國政府把他的肖像用在貨幣和郵票上。德國郵局只得取消這張郵票的發行。
- 後來，1979年，愛因斯坦百年誕辰時，德國只能發行沒有愛因斯坦像的紀念郵票。

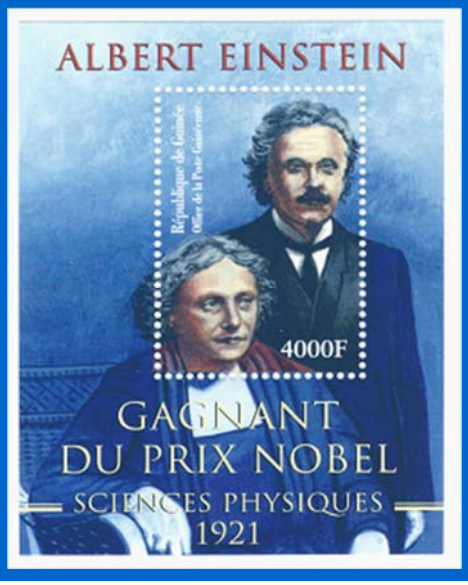
德國終於發行了有愛因斯坦像的郵票

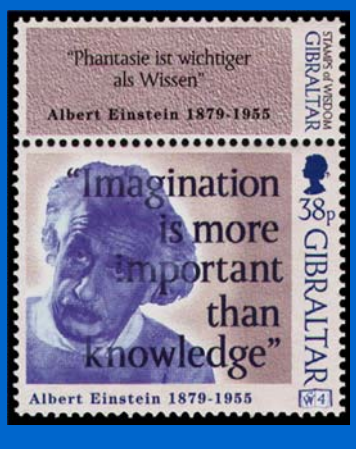


最後，2005年，愛因斯坦逝世50周年之際，
德國終於發行了一張有愛因斯坦像的郵票。
這張郵票莊嚴美麗。

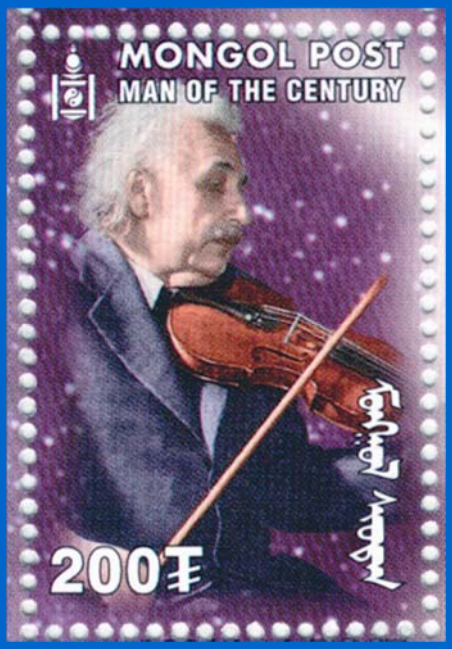
郵票還反映他的家庭生活和風趣性格，







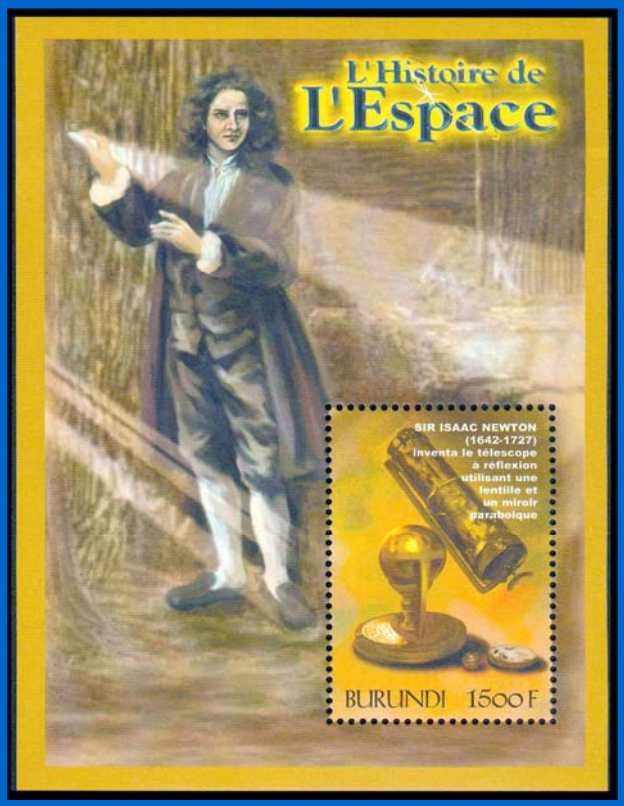
和他對小提琴的愛好。



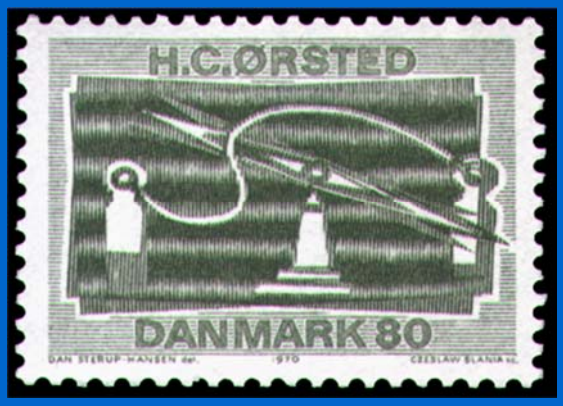
郵票上還有重要的物理實驗：

馬德堡半球

富蘭克林的風箏實驗



牛頓分光



厄斯特發現電流的磁效應

傅科擺

莫培督率領考察隊遠征極區，驗證地球的形狀。

愛丁頓率領考察隊觀測日全食，驗證廣義相對論。

拉瑟福的 α 粒子散射實驗

郵票上反映物理儀器的發展

扭秤的發展：

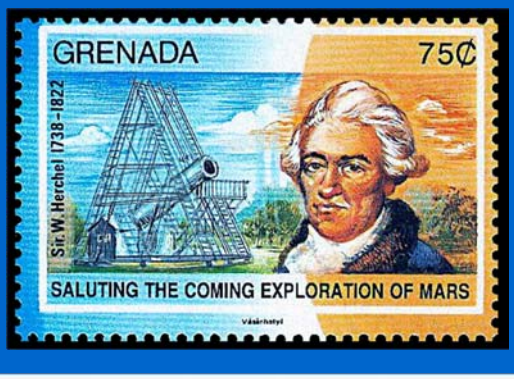
卡文迪西發明扭秤，庫侖用扭秤建立庫侖定律，皮埃爾•居裡的靜電象限計實際上也是扭秤，厄特沃什用扭秤驗證萬有引力的平方反比特性和慣性品質與引力品質的嚴格正比關係。

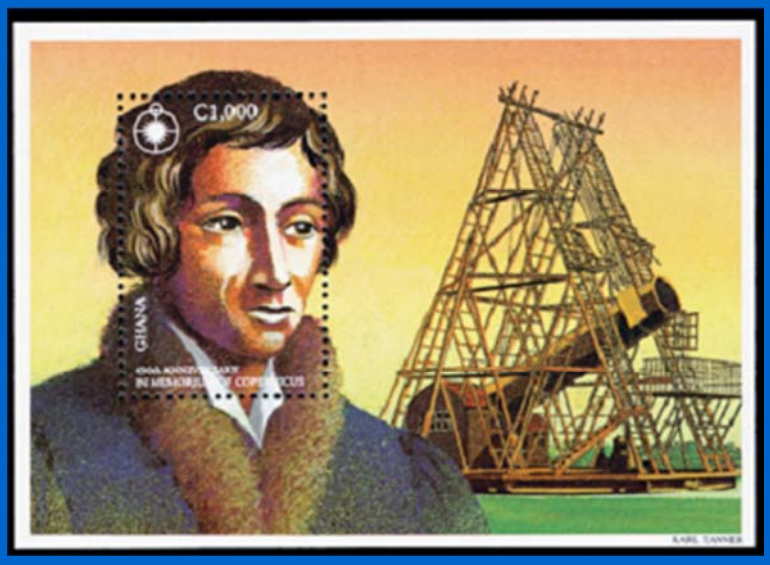
望遠鏡的發展

- 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。

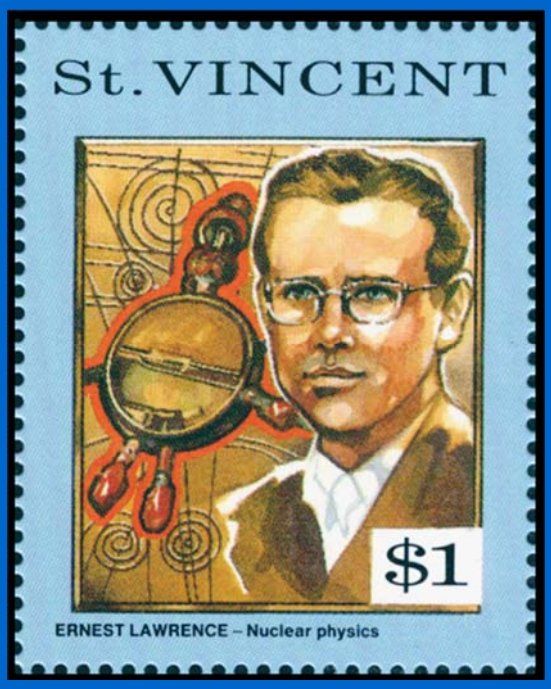
20世紀最大的望遠鏡

- 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。

哈柏空間望遠鏡

- 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。

加速器的演化



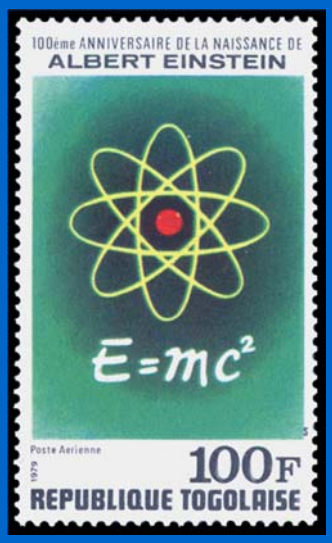
勞倫斯最早的迴旋加速器模型的直徑只有11 cm，可以拿在手裡。上圖中德國 HERA（黑色圓圈）的直徑為2 km，周長6.3 km。

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品質
- 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

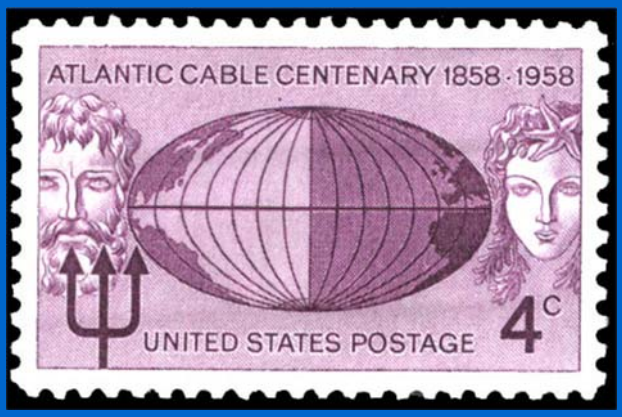
物理學是新技術的基礎

- 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。

物理學改善了生活品質

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

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）

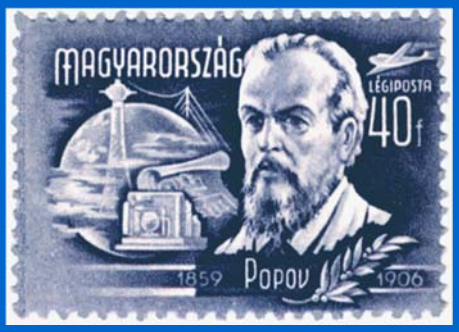
德國：格貝耳　俄國：洛德金

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

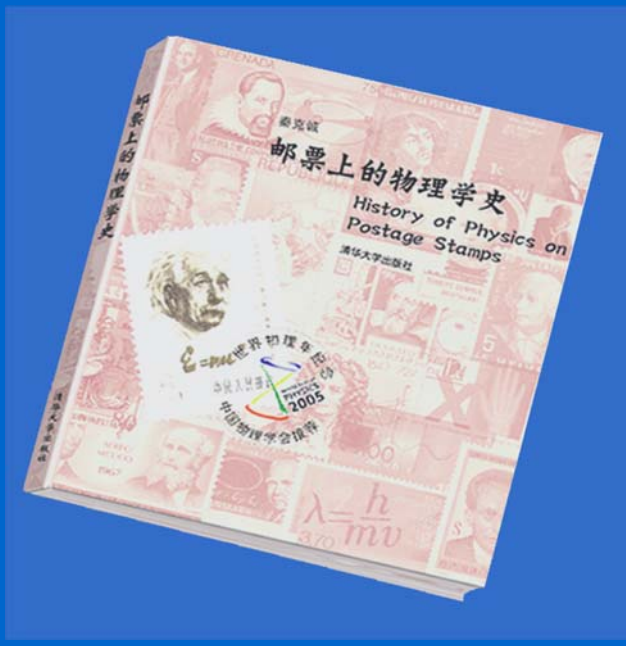
物理學的基本研究才是最重要的。沒有馬克斯威理論和赫茲的電磁波實驗，怎麼能發明無線電？

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。
- 持之以恒。
- 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。(增訂版70節，約4000張郵票。)
- 成書過程：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。（增訂版今年9—10月出版）

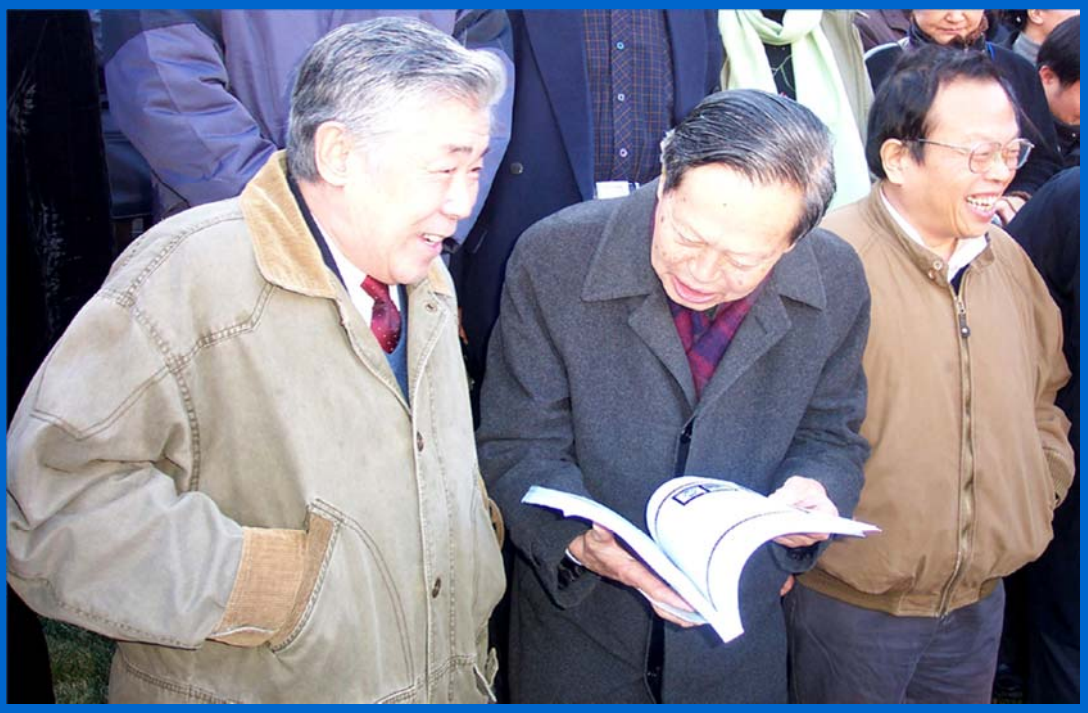


目　錄

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. 第谷·布拉赫和克卜勒
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. 拉瑟福
45. 玻爾和原子模型
46. 波粒二象性

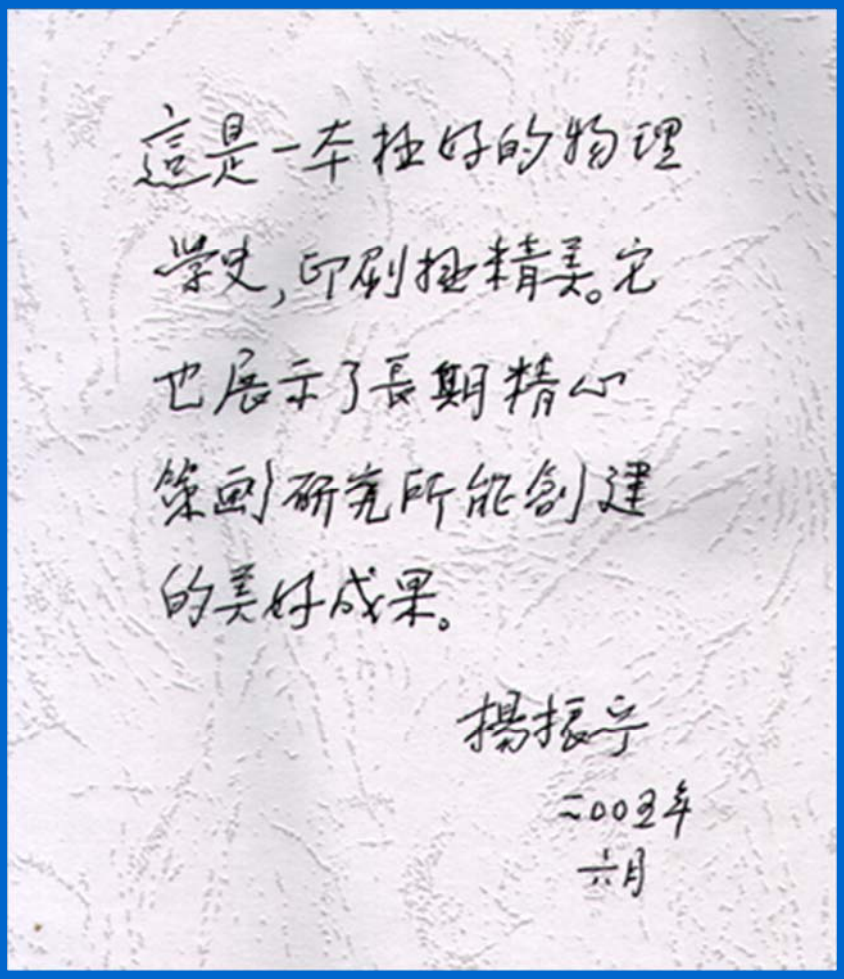
47. 量子力學的建立
48. 1932年
49. 宇宙線
50. 人工放射性
51. 核裂變
52. 費米和核能
53. 希特勒政權下的德國物理學家
54. 曼哈頓計畫・核武器的發展
55. 核能作為動力
56. 原子核子物理學
57. 加速器・物理實驗的大規模化
58. 粒子物理學：實驗
59. 粒子物理學：概念和理論
60. 觀測天體的新手段：射電天文學和空間天文學
61. 天體物理學和宇宙學
62. 電子學
63. 微波和射電波譜學
64. 現代光學
65. 凝聚態物理學
66. 低溫物理學
67. 計算技術和物理學
68. 生物物理學
69. 醫學物理學
70. 物理學國際學術活動

感謝楊振寧先生和趙凱華先生



一次在清華開會，楊先生看趙凱華先生給他的本書的黑白樣。

楊振寧先生的題詞



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

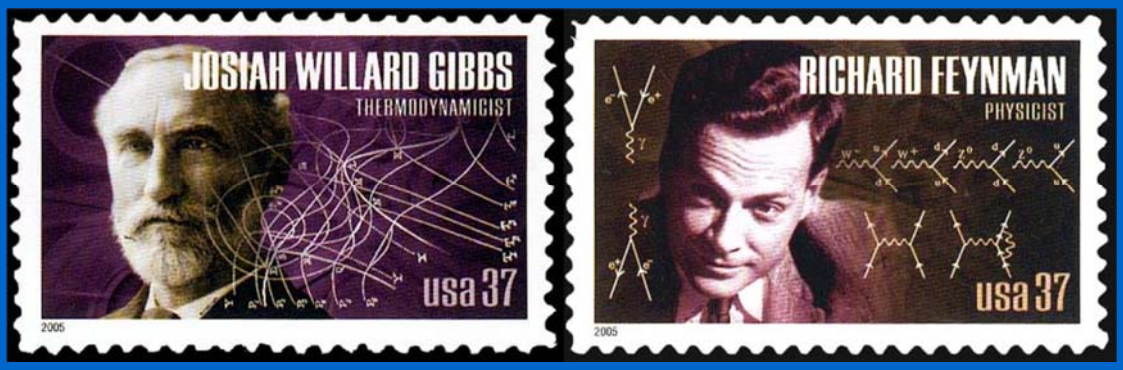
- 是楊先生建議我申報吳大猷獎
- 得獎後楊先生也參加了我們的慶祝活動。

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詣，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。

今年出增訂版

- 增加了不少新郵票，特別是以前缺的一些物理學家的郵票。
- 從2400張郵票增加到4000張左右。



今年出增訂版

並且增加 4 節：

- 熱機
- 能量和能源
- 物理化學
- 宇宙線

- 已有各節也要修改、補充
- 郵票刊登得到授權
- 篇幅有所增加

影響所及：

邮票上的
航空人物
Aeronautic Aero-Portraits on Postage Stamps
雷郁华 王钟强 王庆康
500
120
邮票上的天文学
Astronomy on Stamps
人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

100年5月16日為聯經出版公司「中華民國發展史——學術發展」套書（共十二冊）而寫。

中華民國百年來物理學的發展

錢致榕[1]　劉源俊[2]

本文所稱的物理學是指根據實驗結果，用邏輯和數學語言，研究物質世界的基本結構和其演變規律的科學。中國自春秋戰國時代就曾討論萬物之理，物理一詞在中國出現已近兩千年[3]。古代中國在很多技術方面都曾領先世界，在物理的一些領域如聲、光、熱、磁、靜力等都有零星的發現與討論，但是都沒有把現象抽象化，歸納出連貫各種現象的理論，因此沒有發展出物理學這門學科。

從十七世紀末開始，簡單的物理知識透過西方傳教士開始傳到中國。西方古典物理學經過牛頓的系統整理後，於十八、十九世紀蓬勃發展，但是不幸由於「禮儀之爭」[4]，中西交流中斷兩個世紀，中國的科學發展因此陷於停頓。經歷過鴉片戰爭的震撼，中國了解到堅船利砲的需要，才開始有計畫地翻譯西書[5]，大量輸入科學知識，唯此時仍偏重於技術應用知識。

在二十世紀初葉，已經有人在中國撒下了物理學的種子，其中有些是外籍教師，更多的是留日歸國人才，他們回到中國編寫中學教材，在少數教會書院或中學開始教授物理；例如當時上海的南洋公學，就已經教授物理課程，為大學教育作準備。第一本中國人編寫而具大學水平的《物理學》[6]，是由王季烈改編自日人藤田豐八翻譯的教科書（原為德文），該書的上、中、下冊先後在 1900 年和 1903 年由江南製造局刊行。不久後王季烈在張之洞的保舉下進入學部，主持編印了《物理學語彙》。

中華民國成立前後，西方正迅速發展現代物理，中國亦漸漸了解物理學的重要，政府乃派遣留學生或民間學子自費出國接受正規的物理學訓練，同時間國內開始建立物理學系及研究所。所以物理學在中國的創立和發展，大致是和西方的現代物理發展同步，也和民國的百年歷史同步的。

---

[1] 國立政治大學講座教授。

[2] 東吳大學物理學系教授。

[3] 《莊子・知北遊》:「聖人者，原天地之美而達萬物之理。」晉・楊泉（約 200）著有《物理論》。當時「物理」的辭義不同於現代，就如同希臘亞理斯多德時代 physics 的辭義不同於現代。

[4] 康熙 43 年，耶穌會奉教皇令改變傳教方針，違反我國習慣，引起朝野憤怒，以致傳教受阻，其附帶之西學輸入因而衰落。至雍正元年，除欽天監以外，西學已完全無輸入之機會矣。見張蔭麟，〈明清之際西學輸入中國考略〉，《清華學報》第一卷第一期，民國 13 年 6 月。

[5] 主要是在位於北京的同文館與位於上海的江南製造局。

[6] 此後，physics 遂通譯為物理學。又，值得注意的是，該書將 free fall 譯為「無礙直墜」。

這一百年，又可以分成三個階段：前四十年是初創期（約 1910－1949），在軍閥混戰的艱鉅情況中，中國物理學由無到有地草創而起，並且完成本土化、可以培養自己的學生，正待全面發展時，不幸遇上日軍侵華及內戰的全面爆發而停頓，微具規模的建置因而摧毀殆盡；緊接著三十年（約 1949－1980）是再生期，中華民國政府播遷臺灣，社會免於動亂，於是乎臺灣海峽兩岸得以在戰後的灰燼上各自重建；最近的三十年（約 1980－2010）是發展期，社會安定富足，開始有能力投資於基礎學術研究，物理學在中國才開始茁壯發展，臺灣海峽兩岸皆然。

現代物理學者的培養，都要經過嚴謹的博士訓練，須對物理過去的發展有相當的了解，並且具有獨立研究的能力，能夠探求新知識；所以常常可以用一個國家博士的培養，來衡量它的科學發展及實力。美國在十九世紀時，最拔尖的年輕人大學畢業後，都到歐洲—尤其是德國—接受博士的訓練，再回國從事教學研究工作。直到 1876 年，美國才開始辦研究院，自己訓練高級人才，從而科學得以在美國生根，物理學發展過程尤其是如此。二戰期間，由於大量一流歐洲物理學者的湧入美國，美國才開始大量培養物理人才。戰後，歐洲滿目瘡痍，科學一蹶不振；加上冷戰時，美國政府大量地投資於基礎科學研究，美國物理學開始領先世界。物理學或者任何一門學科，在一個國家要能永續發展，都需要有足夠的學者，能夠一方面做世界水平的研究工作，一方面全面培養自給自足的人才。

物理學在中國的建立，也曾經過類似過程。只是在內亂外患的壓迫下，要從大學和中小學同時做起，從無到有地建設起來，時間上已經落後兩三百年，要壓縮在二十年內趕上，更是特別艱鉅。鴉片戰爭之後，中國已認識船堅砲利技術的重要，到了「五四」時期，更進一步了解基礎科學的重要。日本發動侵華後，中國的生存受到威脅，科學救國的意識乃隨之高漲。這一外在壓力不只加速中國的工程建設，也加快了中國建立科學的過程。

這一過程大致如下：二十世紀初留學生出國，接受嚴謹的物理學研究訓練，由一代先行者把物理學的種子帶回中國，建立最簡單的學術基地；接著，一些有犧牲精神的宗師一方面培養出年輕的一代，建立全面的物理學發展的支撐結構——翻譯科學名詞，編寫中文的初、高中教材，使物理學能在中國生根茁壯，培養出一代又一代的人才，逐漸擴展物理學的工作，期提升到世界水平。這整個過程的核心，就是創業期的一流人才及他們所創立的一些物理學系。所以討論中國物理學的發展，需要先探討大學物理學系、物理研究中心及物理學者的歷史。

一、初創期

戴念祖主編的《二十世紀上半葉中國物理學論文集粹》列舉了 1900-1952 年間在歐美獲得物理學博士的華人一百六十八人，並且搜集了一百零五位中國物理學家發表的論文，共計一百八十餘篇。這些材料配合了之後追蹤的資料，為初創

時期的中國物理學的草創過程，提供了比較完整的全貌。這一百六十八位大將，是使物理學在中國從無到有的建設主力，所以值得仔細分析。[7]

就時間序列言，從西元 1907 年開始有少數留學生學成歸國，到民國 15 年以後學成的中國物理學者迅速增加，反映了中國自民國 15 年至 26 年的安定建設的「黃金十年」。不幸到抗戰爆發後，此一發展轉緩，直到二次大戰後，才逐漸恢復。

1900-1952 年中國人得物理博士的人數

（共計 168 人）

時 期	00-10	11-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-52
人 數	1	4	9	11	25	36	20	36	26

這一百六十八主力軍，都是從歐美的名校畢業，主要是美國（約七成），其餘是歐洲（英德法三國，共約三成）。他們集中在當時物理學最有名的大學，最多的五校是芝加哥大學（18 人）、加州理工學院（17 人）、密西根大學（13 人）、哈佛和巴黎大學（各 11 人）。他們的導師，都是當時一時之選，如：密立根（R. A. Millikan）、哥德史密特（S. A. Goudsmit）、康普頓（A. H. Compton）、居里夫人（M. Curie）、費米（E. Fermi）等等。由於當時正值近代物理實驗發展極盛時期，幾乎每年都有新發現，因而他們大部分都專攻實驗物理，直接參與當時最重要的物理實驗，所以當時他們的博士論文都是在世界前沿。但是這也使得他們日後回到一無所有的中國時，很難繼續他們在國外水平上的學術研究。

中國物理學的先行者

西元 1905 年，滿清政府廢科舉，實行了一千三百年的科舉選仕制度從此退出歷史舞台。當時的幾所大學還在草創期，沒有物理學系，甚至連新制的中學都很少。所以這一百六十八將中最早的一批，都是在國內少數的一些新制學校完成中學教育，再去歐美唸大學，接著進修研究所。他們學成回國後，要從無到有地建立物理學系，寫物理課本，推動中小學物理教學，同時掙扎著建立研究環境，其中的艱難當是後人難以想像的，當中有些人甚至被迫投入其它行業。從他們之中最先返國的李復幾和李耀邦二人的經歷，可以看出當時的大概情況。

李復幾（1881-1947）是江蘇吳縣人，生於上海，父親出身梨園。在數年私塾教育後，進入新制學校接受基礎教育。1901 年南洋公學畢業，被派往英國倫敦大學唸機械工程；畢業後在工廠實習。1906 年進入德國波昂大學，跟隨當時著名物理學家凱瑟爾（H. Kayser 1853-1940）從事光譜研究，並於次年獲得博士學位，成為中國第一位物理博士。他的博士論文題目是〈關於勒納鹼金屬光譜理論分光鏡實驗研究〉；時年 25 歲的李復幾，以其論文一舉推翻了勒納的「火焰

[7] 戴念祖主編，《20 世紀上半葉中國物理學論文集粹》，湖南教育出版社，1993。書中收集 168 人，但有一人為 1955 年畢業，又漏列一人，故仍為 168 人。

中心發射說」。[8]

當李復幾 1907 年學成歸國時，正值滿清搖搖欲墜之際，潮州、惠州及安慶起義相繼失敗，徐錫麟及秋瑾先後被處決。次年宣統即位，光緒及慈禧先後去世，社會極度動盪不安。那時離國內第一個物理學系的成立還有十年，李復幾一人孤掌難鳴，乃到江南造船廠、漢治萍公司及京漢鐵路等國營企業當工程師，為近代中國工業的建立效力。民國 25 年，他遠離蘇州家人入川到自貢，擔任四川鹽務局總工程師。次年，抗戰爆發，交通阻隔，未曾再回家；36 年，病逝於自貢。在友人的捐助下，於一山頭置地，面對家鄉而葬。1984 年，西德首相科爾訪華時，帶到一本李復幾的博士論文——經過二十年的追蹤研究，他的事跡，重新為後人所知。[9]

第二位華人物理博士是李耀邦（1884-1940），他是廣東番禺人。1903 年得教會資助赴美留學，追隨芝加哥大學名物理家密立根，用蟲膠球粒測量電子電荷 *e* 值，證實了密立根油滴法量到的 *e* 值，這是物理學上一個最重要的基本量。他於民國 3 年學成歸國，在南京高等師範教授物理，這時民國陷入軍閥割據的局面。雖然已經有數所大學設立，但是學校長期欠薪的狀況，屢見不鮮，創立物理學系極其困難。三年後（民國 6 年）李耀邦放棄了物理學，轉入宗教領域，任基督教青年會總幹事，並從事商業。後來以經商所得創立上海滬江大學，推動教育事業。[10]

第三位和第四位華人物理博士是顏任光和胡剛復。短短幾年的差距，國內已經成立少數物理學系，他們回國後對物理學事業立刻發揮了鉅大的作用。顏任光在 1918 年於芝加哥大學密立根門下獲得博士學位，民國 9 年返國主持剛成立不久的北大物理學系，和丁燮林一起合作主持北大物理學系及實驗室，大大提升了師資、教學和設備，並奠定北大物理學系的學術地位。民國 13 年顏任光訪問英國劍橋大學卡文迪西實驗室（Cavendish Laboratory），深感中國缺少科研儀器，便於返國後辭去北大教職，與丁佐臣在上海創立中國第一個現代科學儀器工廠，從此中國開始自己生產物理儀器，使物理學實驗可以推廣至全國各地。[11]

胡剛復在 1909 年赴美唸哈佛大學，為中國研究 X-光的第一人。民國 7 年（1918）獲得博士返國，在東南大學（民國 17 年更名國立中央大學）擔任系主任，建立教學實驗室。他曾在十一所大學建立物理學系、理學院、任教或當校長，徹底建立起實驗教學，對中國早期物理教學有決定性的影響，而與顏任光一起被尊為「南胡北顏」。另外，他所培養的吳有訓、嚴濟慈、趙忠堯、錢臨照等著名

[8] 李復幾自譯為〈推驗光波新理〉。勒納（P. E. von Lenard 1862-1947）為當時的名物理家，曾於 1905 年得諾貝爾物理獎，他提出「火焰中心發射說」試圖解釋當時的原子光譜。

[9] 參見歐七今，〈略述中國第一位物理學博士李復幾〉，《中國科技史雜誌》28 卷 2 期，2007；林天宏，〈中國第一個物理學博士李復幾〉，《中國青年報》2010. 2.11

[10] 戴念祖編，《20 世紀上半葉中國物理學論文集粹》，湖南教育出版社，1993 年，頁 1。

[11] 戴念祖編，《20 世紀上半葉中國物理學論文集粹》，湖南教育出版社，1993 年，頁 19。

物理學家，後來都成早期中國物理學發展的支柱。[12]

散佈物理學的宗師

在民國 8 年以後的十年裏，又有二十人獲得博士歸國。其中包括後來抗戰時投入解密日本軍事情報的溫毓慶（哈佛大學 1920），主持北大物理學系及教育部的李書華（巴黎大學 1922），主持東北大學的孫國封（康乃爾大學 1922），正式辦燕京大學物理學系的謝玉銘（芝加哥大學 1926），首創用變分法計算分子結合能後來卻投入兵工業報國的王守競（哥倫比亞大學 1928，中國第一位理論物理博士）及對中國力學貢獻至偉的周培源（加州理工學院 1928）。

另外還有饒毓泰（普林斯頓大學 1922）、葉企孫（哈佛大學 1923）、吳有訓（芝加哥大學 1925）、嚴濟慈（巴黎大學 1927）及薩本棟（Worcester 技術學院 1927）等人。他們五人投入中國幾所名校，培養出下一代的物理人才，是散佈物理學火種的一代宗師。[13] 如饒毓泰創立南開大學物理學系（後來又去北大），培養出很多人才，其中之一就是吳大猷。吳大猷後來在西南聯大又培養了很多著名學者，如楊振寧、李政道、黃昆等等。

葉企孫回國後創立清華物理學系及理學院，一直是清華核心人物之一，他禮聘大批名教授（如吳有訓、薩本棟、周培源、趙忠堯等）到清華任教，把清華物理學系提升成中國物理研究的一個中心，並培養出一大群優秀的學者，如王淦昌、王竹溪、彭桓武、錢偉長、錢三強、林家翹、王大珩，西南聯大時期的楊振寧、李政道、黃昆、鄧稼先、朱光亞，及後來的周光召等等。我們可以說葉企孫是中國物理學的重要奠基人。

吳有訓和康普頓驗證了康普頓效應，並發展出它的理論，是首位對現代科學做出重大貢獻的華人科學家。他回國後，在清華大學建立中國第一個現代物理研究實驗室，首創了中國物理學研究工作，培養出大批年輕學者，日後成為中國科技界的先驅。

嚴濟慈於民國 20 年由巴黎回國，創立北平研究院物理研究所，使它成為戰前中國物理學的研究中心，造就了大批日後中國物理學的帶隊人，如陸學善、鍾盛標、錢臨照、錢三強、方聲恆、楊澄中等。其中鍾盛標及方聲恆後來到了臺灣，協助創立臺大物理學系。薩本棟（1902-1949），民國 17 年由美返國回到清華物理學系，在民國 26 年廈門大學改制成國立時，出任第一屆校長，使廈大迅速發展。

各地物理學系的設立

二十世紀初葉，歐美訓練的中國物理學博士開始回國時，國內各大學開始成

[12] 戴念祖編，《20 世紀上半葉中國物理學論文集粹》，湖南教育出版社，1993 年，頁 59。
[13] 戴念祖編，《20 世紀上半葉中國物理學論文集粹》，湖南教育出版社，1993 年，頁 53, 167, 134, 201, 264。

立物理學系，一方面為回國學者提供工作環境，同時也開始培養國內的人才，物理學者在中國開始生根發展。大學裡設立物理學系以北大（民國 2 年）、東南（民國 8 年）、南開（民國 11 年）、清華（民國 15 年）、燕京（民國 16 年）為最早，西南聯大（民國 27 年）在後。

北京大學於民國 2 年正式招收理科物理學門學生。民國 5 年孫國封等五人畢業，成為中國第一批物理畢業生。民國 6 年正式成立物理學系，而有了四年的本科生教育，並開設完整的本科課程及實驗：普通物理、數學物理、熱力學、氣質微體運動論、應用電學、直流交流電學、電震盪、電子論、X 光線及放射論、質量論、相對論物理、初等力學、理論力學、微積分、微分方程、立體解析幾何、高等微積分、無機化學、物理化學、化學實驗等。那時北大的物理教學，已經接近國際前沿。又於民國 26 年籌畫研究所，開出全面研究生課程。[14]

東南大學於民國 9 年成立物理學系，李耀邦、吳有訓回國時，都曾教過一、二年。胡剛復曾任該校物理學系主任六年（1919-1925），創建了中國第一個物理實驗室，把近代物理學研究引入中國，並培養了吳有訓、嚴濟慈、趙忠堯、施汝為、錢臨照、余瑞璜等著名物理學家，將該系建設成一個中國物理學的源頭。吳健雄於民國 23 年畢業，是中國第一位女性物理學者。

南開大學於民國 11 年，饒毓泰回國創立物理學系。其課程漸趨完備，特別重視實驗課程。是私立學校中最大、最完整的物理學系。

燕京大學於民國 11 年成立物理學系，但是還不能獨立招生。至 16 年謝玉銘學成歸來後，才成為真正的物理學系，並且成立研究部，最早在國內招收研究生。優良的師資如英國學者 William Band[15] 以及良好的課程，使燕京物理學系先後培養出褚聖麟、張文裕、袁家騮、黃昆、孟昭英、謝家麟等著名學者。

清華大學在民國 15 年成立物理學系時，只有梅貽琦、葉企孫兩位教授，至 21 年才定型，增加了吳有訓、薩本棟、周培源、趙忠堯等師資。當時有大學部學生及研究生各四人，並有完整的儀器設備，使清華成為國內的物理學研究中心。

九一八事變日本開始侵略東北時，中國已經有三十七所國立、省立及私立大學設有物理或數學系。中國的大學物理學教育已漸具規模。[16]

中央研究院及北平研究院

[14] 申先甲，《中國現代物理學史略》，福州：福建科學技術出版社，2002，頁 35。

[15] 民國 20 年迄 31 年間擔任主任。

[16] 申先甲編著：《中國現代物理學史略》，福州：福建科學技術出版社，2002。它們是：北京大學、清華大學、中山大學、中央大學、浙江大學、武漢大學、北京師範大學、北平大學女子大學、北平大學工學院、四川大學、交通大學、山東大學、北洋工學院；河南大學、安徽大學、廣西大學、山西大學、湖南大學、雲南大學；燕京大學、南開大學、輔仁大學、復旦大學、廈門大學、中法大學、大同大學、光華大學、大夏大學、金陵大學、金陵女子文理學院、齊魯大學、華中大學、東吳大學、震旦大學、嶺南大學、福建協和學院、和華西協和大學等。

民國 16 年，國民政府北伐成功後，極力從事全國建設及科學發展，在物理學研究方面，先後成立中央研究院物理研究所及地方性的北平研究院。

中央研究院物理研究所的前身，是大學院在民國 16 年成立的「理化實業研究所」的物理組。次年改隸中央研究院，在上海成立為物理所。草創期間的所長是丁燮林、薩本棟及吳有訓，主要研究方向是當時物理學的重要課題：核物理、金屬性質、電磁學及地球物理。但是工作未及展開時，適值日軍全面侵華，故於民國 26 年起，輾轉經由昆明、桂林，遷往四川北碚，過程中儀器損失殆盡。抗戰勝利後，遷回上海不久，內戰爆發，重建工作停頓；民國 51 年底，在臺灣南港重建恢復建置。[17]

北平研究院是民國 18 年國民政府藉著法國退還的庚子賠款設立於北平，由李煜瀛擔任院長，設物理、化學、原子學、藥物、生理、動物、植物、地質、歷史等九個所。不久由李書華主持，持續發展，非常活躍；民國 21 年，嚴濟慈主持物理研究所，很快發展了幾十個研究課題，成了當時中國實驗物理的中心。在民國 23 到 26 年間，迅速地發展；不幸民國 26 年七七事變後，抗戰全面爆發，工作驟然停頓。在李書華主持下，於 27 年將原子學以外的八個研究所遷往昆明。抗戰勝利後遷回北平，民國 38 年，併入中國科學院。[18]

北平研究院由於是當時實驗物理研究中心，不只在研究方面有突出的成就，在物理學人才培養方面，也有很大的貢獻，造就了很多再生期的科學台柱，如朱廣才、鍾盛標、錢臨照、魯若愚、方聲恆等，推動了以後大陸各物理學系之重建。[19]

中國物理學會

在北伐成功後的黃金十年，中國朝著現代國家方向努力前進，物理學界也開始與國際接軌。民國 20 年，法國名物理學家朗之萬（P. Langevin,1872-1946）等，受國聯之託訪華，會晤京杭各地物理學者；他建議中國物理學者們應該成立物理學會，加入國際純物理及應用物理聯盟（IUPAP）。這項建議得到國人熱烈響應，公推清華大學校長梅貽琦負責籌備。次年（21 年）中國物理學會在清華成立。有普通會員夏元瑮等十九人，機關會員中研院物理所等十三個，名譽會員朗之萬一人。大會選舉李書華為會長，宣讀王守競等提出之科學論文報告十篇。次年（22 年），會員迅速發展到八十人。民國 23 年正式加入 IUPAP。

在物理學會成立初期，還設立三個專門委員會，推動全國物理學報、物理名詞審查及物理教學的工作，並在各地成立分會。從此中國物理學界能夠結合起來，有計劃地推動全國物理教學、研究與普及擴展三方面的工作。這使得中國物理學界在後來抗戰八年的艱難情況下，仍然繼續發展，對建設現代中國貢獻極

[17] 《追求卓越－中央研究八十年》卷二，臺北中央研究院，2008，頁 434-435。
[18] 吳大猷，《早期中國物理發展的回憶》，臺北：聯經出版社，2001，頁 88-96，97。
[19] 《中華民國史學術志（初稿）》第十章物理學（陳卓撰），臺北：國史館，1996，頁 461。

大。[20]

抗戰浩劫

在短短卅年內，中國物理學由無到有，不只是大學部漸具規模，研究生教育及科學研究也逐漸展開。吳有訓回國到清華後，以對X射線的氣體散射的理論研究，寫成〈X射線單原子氣體之全散射強度〉一文，在 1930 年發表於英國 *Nature* 雜誌，開中國物理學研究之先河。[21] 當時情況的確令人充滿希望，使得嚴濟慈在民國 25 年回顧中國物理學之進展時，覺得已度過「墾荒佈種時期」，「於是有若干人得沉思於宇宙之外，鑽研於原子之內，遂成我國今日欣欣向榮之物理學界矣！」[22]

不料不到兩年，蘆溝橋事件爆發，日軍全面侵華，初生的中國物理學頓受摧殘，要四十多年後才能重新恢復。

民國 26 年 7 月 7 日抗日戰爭爆發後，平津淪陷。八月清華、北大、南開在長沙合組「國立長沙臨時大學」，10 月正式上課。27 年 1 月，南京淪陷，遷都重慶，「臨大」分海陸二路遷往昆明，4 月 28 日抵達，改名「國立西南聯大」，繼續上課，至 35 年 5 月三校復員京津為止。

其他各校（如：中央大學、武漢大學、浙江大學、齊魯大學、燕京大學、京陵大學、華西大學、同濟大學等等）也都紛紛以步行、驢馬、舟車各種方式，翻山渡水顛沛流離，輾轉搬遷到大後方；雖然圖書儀器損失不貲，但是師生得以保存，為民族保有了寶貴的人才。八年間，即使經常遭到轟炸，各地大學書聲不輟，在民族最黯淡期間，延續了學術的火種。[23]

戰後重建的骨幹

民國 34 年抗戰勝利後，全國滿目瘡痍，戰前黃金十年辛苦建立的規模盡失，亟待重新建立。

民國 37 年，中央研究院選舉第一屆院士，當選者屬物理領域的有饒毓泰、葉企孫、吳有訓、嚴濟慈、吳大猷、趙忠堯、薩本棟、李書華等人。

民國 38 年後，中國因內戰導致臺灣海峽兩岸分治；前述歷經戰亂成長出來的物理學者，大部分都留在大陸，成了日後重建全國各地物理學及發展各種工業的骨幹。也有一小部份來到臺灣，建立臺灣大學物理學系，日後又衍生其他學校的物理學系。他們包括戴運軌、鍾盛標、朱應銑、方聲恆等人。

---

[20] 秦國攀，〈中國物理學會的成立及其抗戰前的主要活動〉，《巢湖學院學報》， 2009 年二期。
[21] 申先甲，《中國現代物理學史略》，福州：福建科學技術出版社，2002，頁 77。
[22] 嚴濟慈，〈二十年來中國物理學之發展〉，原載《科學》第十九卷第十一期紀念專號，1935 年，頁 1705-1716。
[23] 《清華大學校史稿》，北京： 中華書局，1981。

二、再生期

臺灣在歸屬中華民國（民國 34 年）之前的日據時期，並沒有專門培養物理人才的學府，當時的臺北帝國大學（國立臺灣大學前身）並未設置物理學系，僅在理農學部之化學教室（相當於化學系）設一物理講座（1929 年開始），聘一位教授負責普通物理之教學，並有助教授及助手各一人，協助教學及研究。臺北帝國大學（現臺灣大學）首任物理教授荒勝文策爲一優秀實驗物理學家，他在 1934 年仿建完成 240 KV 的直流高壓電柯克羅夫特─沃爾頓（Cockroft-Walton）型加速器，成功地用氘核撞擊破鋰核生成阿爾發（α）粒子。不久荒勝教授即升遷爲日本京都帝國大學教授，並將加速器及助手木村帶回日本，原子核實驗之研究因而中斷。繼任的教授河田末吉之專長亦爲光譜及 X 射線，並兼長宇宙線。

日據時代臺灣各中等學校之物理教師亦皆爲日人，上選者多出自東京高師及廣島高師，亦有普通大學畢業生，臺灣本地人專修物理者絕少，爲後人所知者僅許振聲一人。

臺灣大學物理學系

民國 34 年，原臺北帝國大學與臺北醫專、臺北高等商業學校等合併，改制爲國立臺灣大學。民國 35 年戴運軌到臺灣大學擔任教務長。當年秋季，合併原農業氣象學、工業物理學及理學部的普通物理學第四講座，用第四講座之設備為基本設備加以適宜地補充，設立物理學系，由戴運軌兼任主任；這可說是中華民國在臺灣物理學發展的起點。

戴運軌畢業於日本京都帝國大學，民國 16 年回國後曾任教於北平師範大學、中央大學、金陵大學、四川大學等校。[24]他當時留用河田末吉教授及內藤實助教授，請回原助教授太田賴常，納編原屬預科的克洛爾，並設法聘用本國籍教授（後有俞鈞權、蘇林官及等人加入）。克洛爾的故鄉原在德國，1930 年於 Breslau 大學獲得理論物理博士學位；他身世坎坷，1937 年到日本北海道大學，1941 年到臺北帝大教德文，民國 34 年進臺大物理學系擔任副教授，是臺灣物理學界第一位在國際發表論文的人。[25]

民國 38 年後，臺大物理學系的師資得到進一步的充實，先後有鍾盛標、朱應銑、方聲恆、周長寧等人自大陸遷台加入教學研究的行列。鍾盛標為北大畢業，法國巴黎大學博士（1937），民國 27 年回國後，任北平研究院研究員，38 年到臺灣擔任理學院院長。朱應銑為英國倫敦大學博士（1939），回國後在復旦大學任教，38 年到臺灣。方聲恆生於上海，初任職電報局服務員，工作之餘在大同大學旁聽，受胡剛復教授賞識，任職北平研究院物理所，隨嚴濟慈研究光譜；後赴美在麻省理工學院獲碩士，因抗戰返國，任職 22 兵工廠總工程師；民國 34

[24] 陳卓，〈戴運軌傳略〉，《中外雜誌》六十四卷二期，87 年 11 月。
[25] 克洛爾治喪委員會，〈克洛爾教授生平事略〉，81 年 3 月 12 日。

年到臺灣接收工礦公司，又任職臺灣造船公司，民國 42 年任教於臺灣大學。

臺大物理學系開始時學生人數很少，經費困難，但也培養出一些優秀的學生。[26] 早期學生後來知名的有廖學鎰、黃振麟、劉鎏、蔡永賜、林清凉、劉遠中、沈君山、陳蔡鏡堂等人。

在臺大物理學系籌備期間，戴運軌即計畫仿建柯克羅夫特—沃爾頓型加速器。民國 36 年，河田末吉教授及內藤實離臺返日。戴運軌得林松雲助理及許雲基助教等人加入，終在年底建成加速器，並於 37 年 6 月 20 日完成擊破鋰原子產生阿爾發粒子的實驗，奠定臺大物理學系原子核實驗室之基礎，並爲臺灣物理學界樹立一個里程碑。[27]38 年太田氏返日後，許雲基即成爲該實驗室之中堅，先後完成威爾遜雲霧室（Wilson Cloud Chamber），製造重水等工作；後來又建立利用碳十四鑑定古物年代的偵測系統，替臺灣的考古學界提供一種技術支援。

光譜學家鍾盛標加入臺灣大學物理學系後，整理日據時代遺留的器材，帶動助教、助理進行光學教學實驗，並指導若干學生的學士論文研究。44 年鍾氏離開之後，客座教授李博繼之，奠定臺大光學研究的基礎。後來光學實驗室由自民國 42 年起即擔任助教的崔伯銓接棒，以研究原子游離態光譜爲主，自製成三點四公尺的伊伯特（Ebert）型攝譜儀及六點七公尺眞空紫外光攝譜儀，後並與許雲基合作製造氦氖雷射。

臺灣最早從事凝體研究也是在臺灣大學物理學系。[28]克洛爾與黃振麟等人從事的是理論研究；建立固態物理實驗研究則肇端於方聲恒，起初從事半導體的光譜研究，後又從事鐵鈀合金的磁性研究。民國 58 年以後，固態物理研究室由鄭伯昆主持，發展出以梅思堡效應研究鐵淦氧化物之磁性，及利用正電子消滅研究固體之費米面及相變化等實驗。

其它物理學系在臺灣的開創

民國四〇年代初期，臺灣僅有四所大學，除前述國立臺灣大學外，有三所省立學院——臺灣省立師範學院（現國立臺灣師範大學）、臺灣省立臺南工學院（現國立成功大學）及臺灣省立臺中農學院（現國立中興大學）。省立臺灣師範學院在民國 35 年六月設立理化學系，首任系主任程祥榮爲一化學家，初期物理教師有王成椿[29]、許振聲、潘璞等，另聘請臺大機械學系教授鍾皎光講授熱學。早期畢業生不多，有趙金祁、蘇賢錫、林多樑等人。到民國 51 年師範大學才將物理學系自理化學系分出。

---

[26] 在民國 45 年以前，臺灣大學畢業生要寫畢業論文。

[27] 戴運軌，《八十回憶錄》，頁 51-55；鄭伯昆，〈民國四十年前後在臺大二號館的原子核實驗室〉，《物理》雙月刊，十五卷一期（82 年 2 月），頁 141；劉廣定，〈中國完成的第一個核反應〉，《中國科技史雜誌》十五卷二期（2010），北京。

[28] 當時尚無「凝體」這一名稱，乃「固態物理」。

[29] 民國 18 年畢業於北京大學物理學系。

另兩所省立學院因屬性為工及農，並沒有物理學系的基礎，起初只聘有一些物理教師講授普通物理課，一直到很後期才成立物理學系，師資多自大陸物理學系畢業，也有來自本地的工科教師。民國 45 年張桐生[30]出任成功大學物理學系首任系主任（第一年由張丹代理），教師有王先鎔、楊光德、彭望謙、冉長壽等，初期以教學爲主。早期傑出系友有朱經武、朱唯幹等人。

接續臺灣大學成立物理學系的是兩所私立大學——東海大學與中原理工學院（現中原大學）。民國 44 年東海大學物理學系成立，由鍾盛標擔任系主任，聘朱應銑、王成椿、林致平及克洛爾爲兼任教授。不久王碩輔加入，並於鍾氏離臺赴南洋大學之後主持東海物理學系相當長一段時間。早期傑出系友有王亢沛、劉全生、劉海北等人。

中原理工學院於民國 44 年創校時即設立物理學系，首任系主任是荷蘭裔人士 Dr. Klein，翌年由臺大物理學系蘇林官教授兼任，51 年由郭宏亮接任系務。

在軍事院校方面，陸軍理工學院（現中正理工學院）於民國 51 年方光圻任院長時設立物理學系，培養軍中物理人才，首任主任爲留學德國獲得光學博士的羅澤霈[31]（他也在同時臺灣大學與東海大學兼課）。

到民國五〇年代，物理學系的主任逐漸由臺灣培養出來的第二代學者接任。民國 50 至 60 年間新成立物理學系的首任主任有：淡江文理學院（現淡江大學）的蘇賢錫出身師範大學理化學系；輔仁大學的歐斯德（Franz Oster，原任教北京的輔仁大學）及繼任郝思漢（Fr. Dr. H. Hesselfeld）是德裔天主教神父；交通大學工學院（現交通大學）的電子物理學系設在電子研究所下；清華大學物理學系的王唯農出身中正理工學院；中央大學理學院（現中央大學）的物理學系由戴運軌院長兼任；東吳大學物理學系的林清凉（臺大副教授兼任）出身臺灣大學物理學系；中國文化學院（現中國文化大學）物理學系的劉海北出身東海大學（兩年後由戴運軌接任）。

大學內物理研究所的設立

第一個在大學裡成立的物理學相關的研究所是清華大學原子科學研究所。民國 45 年夏季，教育部決定使清華大學在臺復校，由梅貽琦主持並籌設原子科學研究所，而實際負責規畫課程及擬訂購置儀器設備的則是戴運軌。[32]第一期招收二十名研究生，借用臺大物理館上課。第一年並請吳大猷自加拿大歸國講學，翌年即遷至新竹設校。民國 47 年，曾在西屋公司任職的孫觀漢出任原子科學研究所第一任所長、鄧昌黎爲客座教授，錢積彭爲教授。早期該所分爲物理、化學及核子工程三組，其中物理方面的經常師資僅錢積彭和楊毓東二人，教學仰賴客座及兼任教師之處不少。

---

[30] 西南聯大物理學系畢業，後在空軍任職。。

[31] 原本在陸軍理工學院的前身陸軍兵工學校教書。

[32] 戴運軌，《八十回憶錄》，頁 12。

孫觀漢所長首先在新建之物理館內設置三百萬伏（3MV）之范氏加速器（van de Graff Accelerator），並向美國通用電力公司（General Electric Co.）洽購池室原子反應爐。研究工作除利用三百萬伏范氏加速器作些核反應實驗外，主要是利用原子爐生產放射性同位素，並作些如保健物理之類的應用。

由於是當時臺灣各大學理工科研究所之首創，清華原子科學研究所早期報考人數頗爲踴躍，錄取學生素質甚佳，後來有建樹者頗不乏人，如陳以南、鄒祖德、林多棣、陳守信、張仲澐、郎棣、郭子斯、伍法岳、陳蔡鏡堂、王守益、張昭鼎、林爾康、白祥麟、蘇賢錫、王唯農、李遠哲、張紹進、顏東茂、李建二、陳通等。

至民國 54 年，清華大學恢復設立物理學系，納編原子科學研究所物理組，並積極自海外延聘師資。55 年設立物理研究所，56 年開始招收博士班研究生，開臺灣物理學博士班的先河。

清華物理學系自民國五〇年代起，在楊毓東帶領下從事固態物理實驗，設計磁鐵，自製儀器；利用自製的磁鐵，可從事半導體霍爾實驗及超導約瑟芬穿隧實驗等。呂助增甚至發明精密的核磁共振儀，可以定出磁場的絕對值達六位數。[33]六〇年代，清華大學首先設置液態氦設備，因而能從事低溫實驗。

臺灣大學於民國 49 年開始設立物理研究所招收碩士生。民國 58 年進一步設立博士班。但該班曾中斷多年未招生；自 63 年三位博士生畢業、68 年一位博士生畢業後，一直到 76 年才有新的博士生畢業。

民國 46 年爲國際地球物理年，民國 47 年行政院院會通過籌設國立中央大學地球物理研究所，但延至 50 年 7 月才宣告成立；戴運軌爲首任所長，校舍未竣工前暫借臺大物理學系上課，第一屆招收研究生二十名。起初專任教授只有李漢英及戴氏二人，聘林朝棨、鄧靜華、高平子、許照等爲兼任教授。第二年遷至苗栗縣二平山上課，又聘顏滄波爲兼任教授。當時圖書、儀器設備都很缺乏，得到中國石油公司油礦探勘處及經濟部相關單位的協助，才使學生的論文研究得以進行。前期高材畢業生有游世高、蔡義本、葉永田等人，後來成爲臺灣地震研究之主幹。

民國 58 年 8 月中央大學理學院在桃園縣中壢市設立，除納入地球物理研究所外，並成立物理學系及大氣物理學系；物理學系由戴運軌院長兼任，大氣物理學系則以廖學鎰爲首任系主任。中央大學復於 66 年設物理與天文研究所，建天文臺，奠定天文研究在臺發展之基礎。復於 75 年設物理與天文研究所博士班，是臺灣地區第三個物理學相關博士班。至 81 年天文研究所自該所分出。

成功大學於 60 年設物理研究所招收碩士生，71 年設立博士班。民國六〇年代，相繼有淡江、輔仁、中原、臺灣師範等大學設立物理研究所。

[33] 呂助增，〈早期臺灣實驗固態物理教學與研究概況〉，《物理》雙月刊廿九卷六期，96 年 12 月。

中央研究院物理研究所在臺設立

民國 52 年中央研究院在臺北恢復設立物理研究所，由吳大猷擔任所長。由於吳氏仍在美國任教，經常性事務由楊毓東代爲主持。54 年初與清華大學合聘王唯農及林爾康兩位原子核實驗學者，利用清華大學的三百萬伏范氏加速器，再購置一些輔助儀器，研究原子核結構及反應機制。另有一部分經費用於支持楊毓東在清華建立實驗室，從事固態物理實驗。初期每年預算新臺幣八十萬，稍後增至每年二百四十萬。[34]

民國 57 年王唯農任副所長，主持經常性所務，65 年繼任所長。民國 59 年該所開始大氣科學與流體力學之跨領域研究，60 年開始從事半導體物理之實驗研究，64 年起開展生物物理之領域。

在窘困中發展

民國 46 年，李政道和楊振寧因提出在弱作用中奇偶性不守恒的理論構想，並經吳健雄等驗實，獲得諾貝爾物理學獎。臺灣科學界受到很大的鼓舞，中華民國物理學會恰於當時成立，政府亦開始注重基礎科學的發展，翌年便有國家長期科學發展委員會之設立及其他後續發展，爲臺灣物理學界打開了新局面。許多優秀青少年於是以攻讀物理學為職志，物理學系自民國 51 年起成為高中理科學生的第一志願，延續達十年之久。

民國 54 年，國家長期發展科學委員會（56 年改為國家科學委員會）設立物理研究中心，以清華物理學系為主辦單位，臺大物理學系及中研院物理所為合辦單位。自後，該三機構成為臺灣物理研究的主要地點。

民國四〇年代至六〇年代初期，臺灣物理實驗研究的儀器除大型的原子爐及加速器之外，多自行製造；建造儀器的佼佼者有許雲基、鄭伯昆、楊毓東、呂助增等人。往後，則多數實驗儀器仰賴進口。臺灣大學物理學系開始時有玻璃工場，民國 54 年建立金工場；清華大學到六〇年代建立金工場及液態氦設備。

民國 40 年時，臺灣物理學界共只有四位博士；[35]到 50 年初，留學生幾全滯外不歸，師資更貧弱。這時長科會、聯合國文教組織及美國在華教育基金會陸續補助各校在職教師赴國外進修，其中有的得到博士學位。清華大學為籌辦物理學系，自 53 年起開始延攬新從國外學成的博士教師，最早有李怡嚴、陳蔡鏡堂。民國 52 年，中央研究院成立物理研究所，由吳大猷主持；至 54 年，邀請從國外獲得博士學位的王唯農、林爾康等人到所服務，與新成立的清華大學物理學系合聘。後來清華大學物理學系陸續聘請博士回國任教。

---

[34]《吳大猷先生七十華誕論著集》，第二冊，頁 27。

[35] 即上文所述及之克洛爾、鍾盛標、朱應銑與羅澤霈等四人。後來創辦燕京大學物理學系的謝玉銘輾轉來到臺灣，但在銘傳商業職業專科學校任教。

民國 59 年國科會訂定辦法鼓勵延攬國外人才回臺，在各公立大學擔任客座教授、副教授。但 60 年 9 月中華民國退出聯合國，61 年 9 月日本與中華民國斷絕邦交，臺灣前途未卜；不久復遭逢全球石油危機的衝擊。在 62 學年度前回臺服務的物理學博士（包括赴國外進修獲得博士學位者）不到五十人。[36]其後，大學教師薪資大幅增加，學成回臺的留學生漸多，臺灣自行培養的博士也開始產生。[37]

政府爲提倡學術研究，自民國 46 年始每年由教育部設置學術獎。起先分爲七科（後增為九科，物理學歸類於理科）民國 47 年，中央研究院並恢復辦理院士選舉，物理學方面有楊振寧、李政道、吳健雄當選爲第二屆院士。此後每隔兩年選舉一次。多數院士居留美國，且學術研究皆成就於國外，對臺灣物理學界的實質影響有限。

但民國 53 到 60 年間，正逢最優秀學生進入物理學系而物理學師資嚴重缺乏的期間，清大、臺大及中研院在每年七月合辦暑期物理研討會，邀請國外資深學者來臺交流新知，主題包括天文物理、相對論、實驗高能物理、固態物理及原子核物理等，對提升學術風氣極有助益。

中華民國物理學會成立

民國 47 年 6 月 15 日，臺灣物理學界人士假臺灣師範大學工教大樓召開中華民國物理學會成立大會，推舉戴運軌爲理事長。[38] 初期會員不多，常與自然科學促進會聯合召開年會，每兩年一次，直到民國 62 年始在清華大學單獨舉行年會。自民國 47 年成立以迄於 64 年間，除在民國 56 至 57 年間由方聲恒擔任一次理事長外，其餘皆由戴運軌擔任。民國 64 年物理學會在中央大學舉行年會，修訂會務章程[39] 後推選李怡嚴爲理事長，其後擔任理事長的包括王亢沛、鄭伯昆、閻愛德、劉遠中等人。

民國 61 年國際純粹及應用物理聯合會（IUPAP）在美國首都華盛頓召開第十四屆會員大會，中華民國物理學會以吳大猷爲首席代表，陳蔡鏡堂、王唯農、沈君山爲代表，出席該屆大會。以後每三年召開一次的 IUPAP 大會，中華民國物理學會都派員參加。[40] 在 1984 年於義大特里雅斯德（Trieste, Italy）召開的第

[36] 已知名單如下：中央研究院：王唯農、林爾康、何侗民；清華大學：李怡嚴、陳蔡鏡堂、徐竹村、劉遠中、謝世哲、蔣亨進、楊銀圳、林克瀛、單越、郎棣、陳通、許貞雄、陳信雄、沈君山；臺灣大學：鄭伯昆、王亢沛、林清凉、黃暉理、陳卓、張國龍；臺灣師範大學：郭鴻銘、余健治、蘇正義、王婉美；成功大學：楊友偉、李建二、林水田；中央大學：陳滌清、曾祥光、郭富雄、鄒至剛；交通大學：褚德三、張一蕃、韓建珊、鄭國順；東吳大學：劉源俊；淡江文理學院：芮涵芝、陳惟堯；高雄師範學院：黃湘武；臺灣省立教育學院：郭重吉；核能研究所：鄭國川。

[37] 第一位是畢業自清華大學（李怡嚴指導），60 年 2 月獲得國家理學博士學位的石育民，任教淡江文理學院物理學系。

[38] 戴運軌：《八十回憶錄》，頁 251。

[39] 理事長任期一年，得連任一次。

[40] 《中華民國物理學會檔案》。

十八屆 IUPAP 大會中，因大陸地區中國物理學會加入 IUPAP 爲會員，中華民國物理學會在該會之會籍名稱被改爲 The Physical Society located in Taipei, China，當時出席代表爲劉遠中（理事長）、王亢沛、沈君山[41]。

民國 72 年 6 月第一屆亞太物理會議在新加坡國立大學召開，海峽兩岸的物理學界皆派員參加。在臺灣方面王亢沛以理事長身分代表中華民國物理學會參加，吳大猷、閻愛德等人則應主辦單位之邀參加；[42] 在大陸方面則有周培源、黃昆、周光召等人出席。此後亞太物理會議約每隔一年召開一次。

中華民國物理學會出版之學術性刊物爲《中國物理學刊》(*Chinese Journal of Physics*)。民國 52 年 4 月創刊，總編輯爲戴運軌，蘇林官及黃振麟爲執行編輯，起初每半年出版一次；自 64 年出版之第十四卷起改爲季刊，仍由戴爲總編輯，陳蔡鏡堂及黃振麟爲常務編輯；66 年起改由林爾康爲總編輯，陳蔡及黃仍爲常務編輯；迄 68 年由石育民接任總編輯。

物理學名詞審定與書籍出版

物理學名詞之編審，關係著各類科技書籍之編譯以及社會各界對物理學名詞之認定與採用，向來甚受政府及學術界重視。民國 55 年，教育部所轄國立編譯館商請張桐生增訂於民國 23 年公布之物理學名詞，後由王先錡接辦完成增訂本初稿。其後經中華民國物理學會推荐審查委員會委員，[43]方聲恒爲主任委員（後方因病由黃振麟代理），由教育部成立物理學名詞（增訂本）審查委員會審查。該委員會於民國 56 年 5 月召開第一次會議，共計開會一百三十六次，於 59 年 12 月將全稿審查完竣，經黃振麟作最後訂正後於 60 年 12 月由教育部公布，臺灣商務印書館發行。

民國 69 年，在閻愛德理事長任內，中華民國物理學會鑑於先前的物理學名詞已不敷時代需要，與國立編譯館進行接觸。編譯館旋於 69 年底委託物理學會從事草擬「物理學名詞」第二次增訂初稿之工作。物理學會聘劉源俊（召集人）、王大庚、李怡嚴、馬上庚、黃振麟、鄭伯昆、劉遠中等組成編輯委員會，參考比較中國大陸「科學出版社」的《英漢物理學詞匯》，歷時約三年，於 72 年 9 月完成初稿。再由國立編譯館與物理學會協商，由教育部聘請王亢沛爲主任委員，陳卓及劉源俊爲副主任委員，組成審查委員會。[44]歷經六十次審查會議，於 74 年 12 月完成，再經整理及校對後於 79 年 3 月由教育部公布，臺灣商務印書館出版發行《物理學名詞》。

---

[41] 〈IUPAC 大會報告〉，《物理季刊》，六卷三期（民國 74 年），頁 162。

[42] 另有林清涼、趙挺偉、何侗民、梁忠義等出席發表論文。

[43] 全體委員名單：方聲恒、王成椿、王唯農、王先錡、方光圻、吳友仁、李怡嚴、何鶴壽、周其棠、張桐生、張爾雲、郭宏亮、崔伯銓、陳蔡鏡堂、黃振麟、楊光德、廖學鎰、劉燕溪、戴運軌、謝世哲、羅宗煒、羅澤霈、蘇德潤、酈堃厚。

[44] 全體委員名單：王大庚、王亢沛、李怡嚴、李冠卿、李建二、吳心恒、徐家鸞、陳　卓、郭鴻銘、黃振麟、張秋男、曾祥光、廖學鎰、蔡義本、鄭伯昆、鄭國順、劉源俊、劉遠中、顏晃徹。

臺灣各大學一、二年級之普通物理課本採用英文著作者居多，但在早期薩本棟或嚴濟慈所著之《普通物理》仍受普遍歡迎。民國 56 至 58 年間，東華書局陸續出版由李怡嚴等編著的《大學物理學》四冊，這套書基本上取材自費因曼物理（R. P. Feynman: *Lectures on Physics*）及美國加州大學柏克萊分校教授群所編的兩年制普通物理教材（*Berkeley Physics Course*），程度較一般普通物理教科書深些，作爲大學生的參考書流傳頗廣。民國 71 年底，中央圖書出版社出版由陳錫恒編著的《大學物理》，分爲力學、熱學、聲學、電磁學、光學與近代物理，這一大套書亦有不少讀者。

在各專門科目教材中，由國立編譯館主編的有：王碩輔編著之《近代物理學》（正中書局，民國 54 年），周達如編著之《電磁學》（正中書局，民國 59 年），芮涵芝所著之《古典力學導論》（正中書局，民國 63 年）、《量子力學導論》（正中書局，民國 69 年）、《熱力學與統計力學導論》（茂昌圖書公司，民國 81 年）。另由各書局自行出版而較具分量的著作有：張霽秋編著的《電磁學》，分爲上、下兩冊，由東華書局在民國 63 年出版；馬上庚所著的《統計力學》，由環華出版事業公司在 71 年底出版。

在民國 66 至 69 年間，聯經出版社陸續出版一套由吳大猷所著的《理論物理》，共計有七冊，依序是：1. 古典動力學 2. 量子論與原子構造 3. 相對論 4. 電磁學 5. 熱力學、氣體運動論 6. 量子力學（甲） 7. 量子力學（乙），包含相對性量子力學及場論初步。

因為市場關係，中文物理學書籍的撰寫一直未受學界及出版界重視。另有好些英文版教科書被譯成中文，在此不贅。

此外，民國 60 年爲紀念國父孫中山先生創建民國一甲子，中山學術文化基金會發起編輯《中山自然科學大辭典》，其中第四冊《物理學》內容豐富，甚有參考價值。[45]

三、發展期

大學物理學系的發展

民國七〇年代之後，臺灣各大學逐漸設立物理學相關學系，大學的物理研究所多改名物理學系碩士班、博士班。迄今物理學相關的碩士班（包括應用物理、光電科學、天文物理及生物物理）共三十個。民國八〇年代，相繼有交通、臺灣師範、淡江、中原等校設立物理學相關的博士班；迄今臺灣地區各大學共設有博士班二十二個。

[45] 由林爾康主編，參與編撰者有丁陳漢蓀、王亢沛、王明建、王建萬、吳家瑋、沈君山、郎棣、崔伯銓、曹培熙、黃振麟、楊銀圳、劉遠中、鄭伯昆等多人，由臺灣商務印書館於民國六十二年二月出版。

下表顯示臺灣地區各物理學系及各類學位班成立的先後情形：

學校名稱	系所名稱	創立時間（年）			
			學士班	碩士班	博士班
國立臺灣大學	物理學系	35	36	49	58
	應用物理研究所		--	97	--
	天文物理研究所		--	92	--
臺灣省立師範學院→國立臺灣師範大學	理化學系物理組		35	--	--
	→物理學系		51	63	80
陸軍軍官學校	理化學系→物理學系	42/88	--	--	--
中原理工學院→中原大學	物理學系暨應用物理研究所		44	63	81
東海大學	物理學系		44	94	99
省立臺南工學院→國立成功大學	物理學系		45	60	77
國立清華大學	原子科學研究所			45	
	物理學系		54	55	56
陸軍理工學院→中正理工學院→國防大學理工學院			51	59	69
淡江文理學院→淡江大學	物理學系		52	61	80
輔仁大學	物理學系		53	63	91☆
國立交通大學工學院→國立交通大學	電子物理學系		53	77	80
	物理研究所			82	88
國立中央大學理學院→國立中央大學	地球物理研究所→學系		57□	51	69
	物理學系		57	66△	75◇
	天文研究所		--	81	90
	生物物理研究所		--	93	99
東吳大學	物理學系		59	--	--
中國文化學院→中國文化大學	物理學系		60	--	--
省立高雄師範學院→國立高雄師範大學	物理學系		61	84	96
省立臺灣教育學院→國立彰化師範大學	科學教育學系物理組→物理學系		61	86	92
國立中山大學	物理學系		75	80	85
國立中興大學	物理學系		76	82	89
國立中正大學	物理學系		81	80	86

國立東華大學	物理學系暨應用物理所		86	90	92
國立臺灣海洋大學	光電科學所		--	86	94
國立嘉義大學	應用物理學系→電子物理學系		89	92	--
逢甲大學	光電物理研究所→光電學系		93	90	--
國立高雄大學	應用物理學系		91	96	--
國立屏東教育大學	物理暨地球科學學系→應用物理學系、光電暨材料碩士班		92	97	--
國立政治大學	應用物理研究所		--	98	--

☆與理工學院其它學系共設應用科學與工程研究所博士班　□初名物理學系地球物理組，65 年改為今名。　△ 初名物理與天文研究所碩士班，81 年改為今名。　◇初名物理與天文研究所博士班，90 年改為今名。

臺灣各大學歷年物理學領域學士、碩士、博士畢業生人數增長情形約略敘述如下：民國 61 學年度時，畢業學士共 435 人，碩士 25 人，博士 0 人（60 年有 1 人，是第一位）；65 學年度共畢業學士 488 人，碩士 45 人，博士 1 人； 75 學年度共畢業學士 715 人，碩士 95 人，博士 3 人； 85 學年度共畢業學士 796 人，碩士 162 人，博士 11 人；到 95 學年度，畢業學士共 1175 人，碩士 523 人，博士 69 人。[46]

自民國八〇年代起，由於本地研究所大幅擴充招生名額、電子工業需才增加，美國大學減少給予臺灣留學生獎學金等因素，出國留學修習博士的人數明顯減少。

中央研究院物理相關研究單位的發展

1. 物理研究所

民國 72 年，吳大猷繼任中央研究院院長。[47]民國 70 年，林爾康所長開始執行兩期五年計畫（民國 70 至 79 年）；期間充實研究儀器及圖書設備，興建物理研究大樓，改善研究環境，積極延攬人才。[48] 此時期，該所之研究工作分爲四組：大氣與流體力學組、原子核物理組、固態及生物物理組、理論物理組（包括場論與粒子物理及統計與計算物理等領域）。

[46] 據教育部資料，但查實際名單與統計人數有出入。民國 66 年前畢業的物理博士名單如下：石育民、張坤樹（歸屬數學研究所）、魏元勳、周東川、林家綏、侯萬壽、陳文典、胡進錕、陳國鎮（以上屬清華大學）；王大庚、何紹堯、羅煥記（以上屬臺灣大學）。在民國七十年前，各校尚未獲授權頒授博士學位，他們獲頒的是「國家博士」。

[47] 迄 82 年，由李遠哲繼任。

[48] 中央研究院物理研究所在臺歷任所長為：吳大猷（52~65）、王唯農（65~66），林爾康（66~78），何侗民（代理），鄭天佐（79~88），姚永德（代理），吳茂昆（91~93），李世炳（代理），吳茂昆（95~）。

79 年，鄭天佐擔任所長，推行第三期五年計畫，推動表面物理研究，改善研究氣氛。81 年，該所又成立高能物理研究組，82 年 3 月正式加入美國費米實驗室對撞機探測器實驗組研究。至 88 年夏，第二棟十層的物理研究大樓啟用，專任研究人力擴充達 42 人。

91 年，吳茂昆擔任所長，主持全國性超導大型計畫，再擴充設備與人力，支薪雇員到民國 95 年已達 450 名；更重組研究群為三大組——奈米科學（包括表面物理、超導物理、磁性材料）、複雜系統（包括統計物理、計算物理、非線性物理、流體力學、生物物理）及中高能物理（包括實驗高能物理、基本粒子物理、宇宙學）。[49]研究能量大幅提昇。

自 75 年以來，中研院物理所預算大幅成長。民國 75 至 79 年間預算總金額約為一億六千萬，到民國 85 至 89 年間預算總金額增為約八億元，到 95 至 99 年間復增加為約十五億三千萬元（每年約三億元）；在二十年間增加近十倍，四十年間增加逾一百倍。[50]

在設備方面，該所於 78 年開始建立低溫設備，81 年成立精工室（初名機械室），技術水準從最初的簡易機械加工提升至高精密之研發與製作。又自八〇年代起新建奈米核心設施，包括大型無塵室，裝置高解析電子顯微鏡、最先進的電子束寫圖機等。98 年建立最新型電腦控制液氦工廠。

2. 原子與分子科學研究所

高中畢業後旅美的物理學家浦大邦於民國 67 年間回國努力推動原子與分子科學研究，促成國科會於翌年 8 月下旬在臺北市舉辦「原子與分子科學研討會」，[51]邀請吳大猷、德國 Max Planck 研究院的 J. P. Tönnies 及柏克萊加州大學李遠哲等學者參加。其後在浦大邦的穿針引線下，經吳大猷、李遠哲及其他多位院士提議，中央研究院於 71 年 9 月成立原子分子研究所籌備處。初由張昭鼎出任籌備處主任，[52] 82 年張昭鼎逝世後由林聖賢繼任。84 年正式設所。

該研究所的設立，旨在結合物理學與化學學者，提倡尖端科學研究、加強國際學術交流、促進群體合作、進行研教合作、協助發展應用科學。該所之周邊設備相當齊全，有機械工場、電子維修室、玻璃工場、計算中心、圖書館等。目前分四組：化學動態與光譜組、尖端材料與表面科學組、生物物理與分析技術組、原子物理與光學組。

3. 應用科學研究中心

---

[49] 中央研究院八十年院史編纂委員會主編，〈物理研究所〉，《追求卓越：中央研究院八十年》第二冊「所（處）中心篇」，臺北：中央研究院出版，2008。

[50] 中央研究院物理研究所提供資料。

[51] 〈原子與分子科學研討會紀實〉，《物理》季刊一卷二期（68 年 10 月）。

[52] 原子分子科學研究所設有諮詢委員會，早期由吳大猷、李遠哲、浦大邦、張圖南、湯光天、閻愛德等組成，李遠哲爲主任委員。

中央研究院於民國 88 年成立應用科學研究中心；目前分散在各處中研院與交通大學內，是一個包含四個研究小組的多元化中心。這四個小組是：奈米生物科技小組、力學及工程科學專題中心、光電科技專題中心、高等計算及電腦模擬小組。

同步輻射研究中心

在前述「原子與分子科學研討會」後，[53]浦大邦積極協調各方，遊說支持興建同步加速器光源設施。[54]同步輻射具有波長的可調性、高強度、高準直性、高偏振性與脈衝性等優點，是研究電磁輻射與物質交互作用的利器。其應用極廣，涵蓋原子物理、分子物理、凝態物理、化學、材料科學、生物科學諸領域。

行政院終在 72 年的 10 月召開第一次指導委員會會議，[55]成立同步輻射研究中心籌建處（SRRC），請鄧昌黎主持並負責策畫興建小組，再於翌年 8 月請浦大邦負責用戶培育小組；[56]鄧昌黎辭職後改由國科會主委陳履安兼任主任，劉光霽、閻愛德（75 年）任副主任。79 年 6 月後由閻愛德繼任主任總其成。[57]

同步加速器光源設施位於新竹科學工業園區內，包括注射系統、儲存環及周邊相關設施。儲存環之周長爲一百二十公尺，呈六邊形。該設施第一期之建造，投入近三十億新臺幣，工程組由張甯馨負責，技術組由劉遠中負責（包括真空與磁鐵）；磁鐵的鐵芯（低碳鋼）由中國鋼鐵公司製造，繞線由東元電機公司負責，環形注射器委由瑞典 Scantronics 公司設計製造。該設施於民國 82 年 10 月正式啓用，為全世界第三座第三代同步輻射儀；其電子束之最大能量爲十三億電子伏特（1.3 GeV），電子束之電流可達二百毫安培（mA）。

該設施最初安裝三道光束線，自 83 年 4 月起開放各界使用。由於用戶快速增加，後來逐年增加光束線，又加裝增頻器與聚頻器提升運作功能，提升電子束

---

[53] 在 68 年 8 月舉辦的「原子與分子科學研討會」中，美國學者 B. Craseman 建議臺灣興建小型同步加速器輻射設施，一方面可作為科學活動的焦點，另方面可結合理論與實驗，且應用到工業技術。見劉源俊譯：〈「未來的方向—機會與挑戰」座談會記錄〉，《物理》季刊一卷二期（68 年 10 月）。

[54] 先是民國 70 年 9 月，吳健雄和袁家騮在紐約召開的院士會上提出興建同步輻射光源的建議。71 年 1 月，國科會組成「同步輻射可行性研究小組」（成員包括劉遠中、鄭伯昆、閻愛德、張秋男、鄭國川），於同年 11 月底提出《同步輻射可行性研究報告》，再由顧問委員會（成員包括吳健雄、袁家騮、丁肇中、鄧昌黎、李遠哲及浦大邦，於 72 年元月在紐約開會。）寫成評估報告，具體建議臺灣興建一座同步加速器光源設施，並充分利用國內外的資源。不久，吳健雄應邀於 72 年 3 月到臺灣參加第二屆「原子與分子科學研討會」，親自向孫運璿院長建議興建；浦大邦復向科學發展指導委員會諸位委員簡報，獲得一致支持。參見劉源俊，〈浦大邦與臺灣的科學發展〉，《科學月刊》（84 年 10 月）；張圖南、閻愛德：〈浦大邦——一個臺灣基礎科學的推動者〉，《物理》雙月刊二十七卷四期（94 年 8 月）。

[55] 同步輻射中心設有指導委員會，早期由袁家騮、丁肇中、吳大猷、吳健雄、李國鼎、李遠哲、鄧昌黎、蔣彥士、閻振興、張明哲/陳履安、（錢思亮）等擔任指導委員，袁家騮爲主任委員。

[56] 浦大邦不幸於 73 年 12 月在會議上因心臟病逝世。

[57] 行政院同步輻射研究中心籌建處（財團法人國家同步輻射研究中心籌備處）歷任主任為：鄧昌黎（72.10~74.1）、陳履安（74.2~79.7）、閻愛德（79.7~82.7）、劉遠中（82.7~86.4）、陳建德（86.4~94.12）、梁耕三（95.1~98.12）、陳建德（代）、張石麟(99.8~)。

最大能量為十五億電子伏特（1.5 GeV）。開始以來，正常運行率（uptime rate）一直維持在 95%以上；電流穩定度獨步全球。到民國九〇年代，二十七道光束線已滿載使用，每年營運預算達十億新臺幣；對臺灣在凝態物理、化學物理、生物物理、光電物理、奈米科學、積體電子學等基礎研究能力的提升與國際合作，發揮極為重要的影響。

民國 87 年，在陳建德主任任內，該中心並與全世界電子能量最高的日本高輝度光科學研究所（JASRI）合作，在該所同步加速器設施 SPring-8 建造兩道臺灣專屬光束線，讓臺灣用戶前往進行硬 X 射線的尖端科學實驗。兩道光束線分別於 89 年及 91 年出光。

92 年 1 月，行政院同步輻射研究中心籌建處改制為「財團法人國家同步輻射研究中心籌備處」（NSRRC）。為能滿足用戶關於超高亮度的 X 射線光源之需求，行政院於 96 年 3 月同意在原址地下再興建新的同步加速器，稱「臺灣光子源」，設計能量為三十億電子伏特（3.0 GeV），設置四十道光束線；自 96 年至 102 年期間將執行逾六十八億的總預算。99 年 2 月已舉行動土典禮。

國科會的推動機制及其他配合措施

1. 物理研究推動中心

由於各校物理學系逐漸成立，物理學研究人力散布，於是在 73 年，國科會調整原以清華大學為主辦單位的物理研究中心的組織功能，取消合辦單位，成立審議委員會。76 年起，物理研究中心任務改變，改名物理研究推動中心；82 年起，清華物理研究所的所長不再兼任中心主任，而由國科會自然科學發展處處長聘任。[58]

物理推動中心的核心任務包括：協助國科會自然處訂定物理學門研究發展方向與重點，策劃、推動及評估物理學門中長期性合作研究。推展與國外相關研究機構合作及學術交流。補助及審查舉辦學術會議、研討會、及學術聯繫活動。成立中心圖書館及補助各地區圖書服務計畫，提供服務。

2. 國家理論科學研究中心（NCTS）

國家理論科學研究中心是民國 86 年 8 月由國科會設立，位於清華大學內，由清華大學與交通大學共同贊助。該中心受到丘成桐與楊振寧兩位學者的支持，由國科會組織一指導委員會監理之；分數學與理論物理兩組，各有組主任、科學顧問委員會及學術委員會。93 年後，該中心在臺灣大學與成功大學設立兩個分中心。

[58] 其後歷任主任為：呂助增、朱國瑞、齊正中、施宙聰、古煥球、牟中瑜、果尚志。

該中心的任務是：提升數學與理論物理的研究；延攬傑出的數學家與理論物理學家；鼓勵數學領域與物理學領域的跨領域合作，以及區域性的合作研究；提倡與全球科學家的國際交流、合作；並以成為亞太地區最卓越的數學與物理研究中心為目標。

來自美國的顏東茂是第一任主任兼物理組主任，顏辭職後由數學家于靖擔任主任，而由中央研究院物理所的李定國擔任物理組主任。94 年 1 月後的一年半，中心主任由來自美國南加大的張圖南接任，並兼任物理組主任，開始各項規劃，遷入新大樓，進入新的運作階段。[59]

中心的學術活動，由各地科研同仁自行組成重點研究小組（focus groups）自行規劃推動並執行，包括訪問學者的邀請，一般性的學術報告討論，及大小型學術會議等。從 94 年 3 月起陸續成立了十五個重點研究小組，後又整併為十三個。[60] 這十三個小組大別為四類：

（一） 生物/統計與非線性物理類：1. 臨界現象與複雜系統 2. 軟物質、生物物理與系統生物學 3. 物理與生物系統的非線性現象。

（二） 凝態物質物理與材料科學類：1. 計算機材料研究 2. 低維系統與毫微米結構 3. 中觀與自旋物理 4. 凝態物質的新奇量子現象。

（三） 高能/粒子宇宙及重力物理類：1. 碰撞器、粒子天體物理與超越標準模型的物理（BSM） 2. 重力作用、宇宙論與量子重力 3. 粒子、原子核與宇宙論 4. 弦論。

（四） 其它類：1. 原子物理 2. 量子資訊科學。

3. 儀器科技研究中心（ITRC）

民國 75 年底，國科會精密儀器中心由清華大學遷到新竹科學工業園區，由王大庚擔任主任，與工研院新成立的光電中心密切合作，選定「光電遙測」、「微光機電系統」、「真空系統與鍍膜」等前瞻技術為發展主軸。[61]

94 年，該中心改名儀器科技研究中心，隸屬財團法人國家實驗研究院。[62]97 年初，聘請臺灣大學物理學系教授蔡定平為主任，勵精圖治，致力於儀器科技的發展與研發創意的實現；建構核心設施與技術支援平台，設置真空、精密機械、電子、光學與奈微米加工等五個工廠；並建構研發平台，發展遙測光電儀器、生醫儀器與材料、前瞻技術、先進薄膜技術與儀控系統整合等應用技術。

---

[59] 國家理論研究中心物理組的歷任主任是：顏東茂、李定國、張達文、張圖南、李湘楠、牟中瑜、李靈峰。

[60] 張圖南、李湘楠、牟中瑜，*National Center for Theoretical Sciences—Physics Division* 小冊， 2007。

[61] 〈走過歷史 餘情依依——專訪蘇青森、王大庚、黃文雄等前主任紀要〉《精儀中心簡訊》六十六期（93 年 12 月 31 日）。

[62] 現包括有十個研究中心與一個籌備處 。

研究與成績

臺灣物理研究的經費約在民國 75 年以後大幅成長、發表的論文數量亦顯著增加。國科會在 76 年開始設置傑出研究獎助費來鼓勵研究發展，但因過去人才大量外流，整體而言，教學和研究的品質距較高的國際水準尚有相當距離。民國八〇年代以後，由於經濟快速發展，國科會補助研究經費及中央研究院、同步輻射中心等機構的預算大幅增加，許多優秀的年輕物理學家自海外回臺，物理學研究的質與量都有顯著進步。

物理學門是一重要的基礎科學，在民國 90 年時，臺灣地區物理學領域的論文產出佔臺灣總論文數的 12.7%，為最高。[63] 據國科會科資中心資料，民國 60 年至 94 年間，臺灣地區中研院物理所及十一所有博士班的大學共發表 SCI 論文一萬多篇，其成長情形約略為：民國 60 至 64 年間共發表 64 篇，70 至 74 年間共發表 233 篇，80 至 84 年間大幅增加為 1,813 篇，到 90 至 94 年間，復增加為 4,419 篇。

又據國科會簡報資料，近年臺灣地區於物理與天文領域發表的 SCI 論文數[64] 年為 1,235 篇，到 96 年增為 2,710 篇。十年總共 16,497 篇，被引用次數 85,483，排名全世界第 23 名；但每篇被引用次數 5.18，排名全世界第 54 名。論文平均品質顯然有待改善。

從論文發表篇數與被引用次數兩方面言，[65]自民國 60 年以來，中央研究院物理所、臺灣大學、清華大學、中央大學的物理學系一直是臺灣物理學界的四個最重要的單位；其次依序是成功大學與臺灣師範大學的物理學系。自 60 年迄 94 年期間，臺灣物理界在 SCI 期刊上總共發表約一萬多篇論文，其中前四個單位合共達三分之二，加上後三個單位則達百分之八十。這六個單位的專任研究人力在民國 90 年至 94 年間都約在三十至四十之間，但中研院與臺大的平均每人生產論文數（臺大 5.60，中研院 4.94）與平均每篇論文被引用次數（中研院 31.5，臺大 26.8），明顯高於其它單位。此兩機構近年獲得大量國科會之外的資源（如中研院的接連幾期「五年計畫」與教育部的「大學追求學術卓越計畫」等）是重要因素。

頗有些個別論文的品質達到世界第一流水準。以臺灣大學為例，據「基本科學指標」（Essential Science Indicators，簡稱 ESI）統計，其物理學系的世界排名在 2009 年升至第 67 名；近幾年來每年發表 SCI 論文超過 200 篇，平均影響指數（impact factor）超過 3.65。[66]以中研院物理所為例，過去三十年來，研究人員論

[63] 國科會科學資料中心：《臺灣學術研究能量之總體表現 1995-2001》，臺北：科資中心（2003）
[64] 國科會簡報資料。更新日期：2008 年 1 月 2 日。
[65] 吳慧瑛，〈臺灣物理學系所學術水準之分析，1971-2005〉，《高教評鑑》一卷二期（Feb 2008）頁 1-27
[66] 據中華民國物理學會《物理雙月刊—建國百年專刊》三十三卷一期（臺北，2011）。

文被引用次數超過 50 次的有 263 篇，其中超過 300 次的有 13 篇。[67]以清華大學為例，則近年每年在 *Physical Review Letters* 發表的論文有 7、8 篇，自民國 86 年以來共有 4 篇論文發表在 *Nature* 上。[68]

歷年來國科會補助物理領域的研究計畫及金額成長情形略述如下：民國 78 年共補助計畫數 151 件，補助金額約 9 千萬；到民國 88 年，補助計畫數大增為 346 件，金額大增為約 4 億 1 千萬；到民國 98 年，補助計畫數復增為 568 件，計畫金額增為約 8 億 3 千萬。[69]顯然，民國 80 年代以後政府在基礎科學上的投資大增。到 95 年，平均每件研究計畫的補助金額達新臺幣 155 萬，不可謂不多。

總的來講，臺灣的物理學研究，在民國四、五〇年代的重點是原子核物理；六〇年代後凝體物理逐漸變為大宗；到八、九〇年代，奈微米尺度物理及表面物理進為主流，生物物理並開始熱門。

民國 77 年時凝體物理領域計畫數 63 件，佔總數的 45%，經費佔總經費的 62%。到 80 年，凝體物理領域計畫數 101 件，佔總數的 53%，經費佔總數的 79%。到 90 年，凝體物理領域早已分為光電與半導體物理、超導與磁性物理、表面物理與其它三支，共 243 件計畫，佔總數的 50%，經費佔總數的 63%。到 95 年，上述三分支的計畫數共 269 件，佔總數的 58%，經費佔總數的 60%。

從歷年來獲得教育部學術獎[70] 的人士，可瞥見物理學領域的一般水準。依序有林爾康（原子核物理）、陳蔡鏡堂（高能理論）、徐竹村（原子核物理實驗）、李建二（高能理論）、林騄（原子核理論）、倪維斗（理論物理）、江慶章（高能理論）、鄭海揚（高能理論）、伊林（凝態與電離體物理）、張石麟（凝態物理）、李羅權（太空物理）、朱國瑞（電離體及微波）、張達文（理論物理）、黃偉彥（宇宙學與粒子物理）、胡進錕（統計物理）、葉崇傑（凝態物理理論）、侯唯恕等（高能理論與實驗）。另外還有些屬物理科的學者獲得工科（工程及應用科學）學術獎，如呂助增（固態電子學）、陳力俊（材料物理）、潘犀靈（雷射物理與光電子學）等。[71]

有些在國外研究有成的的物理學家回臺灣服務，如鄭天佐、吳茂昆、李太楓、陳建德、李羅權等人。到了近十年，因在臺灣本土從事物理學相關研究獲得成果的中央研究院院士才開始出現，依序有朱國瑞、陳力俊、伊林、李世昌、張石麟等人。[72]

---

[67] 吳茂昆所長提供資料。

[68] 同上註釋。

[69] 據黃薇，〈國科會補助物理研究現況簡介〉，《科學發展月刊》二十二卷七期（臺北，1994），頁 822，表一。並據《自然科學簡訊》處務報導及國科會職員提供資料。77 年以前及 83-86 年代資料有缺。

[70] 該獎起先分爲七科（後增為九科，物理歸類於理科），自四十一屆後分為四類科（後增為五類科，物理歸類於數學與自然科學類科）。

[71] 教育部學術評審委員會資料。

[72] 迄民國 99 年，中央研究院院士共選了二十八屆，第二屆以後屬物理領域（包括物理、應用物

以下分領域略述發展情形：

1. 原子核物理

臺灣大學的原子核實驗室自民國 74 年許雲基退休，後繼乏人。民國 77 年元月，核能研究所[73] 的重水式研究用反應器受美國壓迫停止運轉。自此之後該所之工作方向作重大改變，趨向於核能有關民生應用之研究發展。[74]

七〇年代中研院物理所新建的 3MV 串級范式加速器一度發揮過功能，但清華大學與中央研究院的加速器自八〇年代後已逐漸轉往材料科學的離子佈植研究。同時期，在臺大開始從事中高能核物理研究，兼跨原子核物理與高能粒子物理兩領域。總之，近年原子核物理的實驗研究在臺灣已幾近絕跡。

2. 光學與原子分子物理

民國六、七〇年代，中山科學研究院與中央大學光電科學研究所、交通大學光電工程研究所等開始研究雷射物理與製造。國科會精密儀器中心並開始以「光學」、「光電」為發展要項。八〇年代，蔡定平先在中正大學後在臺灣大學開拓近場光學、奈米光學領域，著有成績。

九〇年代起，中研院原子與分子研究所汪治平率領的高功率雷射團隊先後建立一 10 TW（位於原分所）及一 100 TW（位於中央大學）的雷射系統，在強場物理及雷射加速方面有卓越成果，與世界其他實驗室並駕齊驅。另外，原分所孔慶昌團隊在阿秒雷射科技方面，台灣大學孫啟光及清華大學潘犀靈在 THz 雷射科技方面都有有傑出的研究成績。

原子分子的研究在臺灣物理學界原屬冷門，但中研院原分所設立後，帶動理論方面有關的研究。在實驗方面，清華大學余怡德成立台灣第一個冷原子實驗室，在冷原子物理，特別是關於玻色愛因斯坦凝聚的研究成果最為傑出。

國科會近年補助光學及原子分子物理的計畫數及金額，發展情形約為：民國 78 年子計畫數 16，金額 936 萬元；88 年子計畫數 25，金額 2,417 萬元；到 98 年增為 48 件，金額 7,232 萬元。

理、天體物理、生物物理）的院士共四十六人，如下列：林家翹、吳健雄、李政道、楊振寧、鄧昌黎、范緒筠、袁家騮、任之恭、沈申甫、丁肇中、鄭洪、吳大峻、朱經武、沈元壤、卓以和、吳京、徐遐生、崔琦、高錕、鄭天佐、朱棣文、毛河光、李雅達、施敏、張立綱、吳茂昆、崔章琪、沈呂九、詹裕農、葉公杼、魯國鏞、薩支唐、朱國瑞、王文一、李羅權、李太楓、蒲慕明、陳建德、趙午、朱時宜、陳力俊、陳守信、伊林、雷干城、李世昌、張石麟。

[73] 位於桃園縣龍潭，於 57 年 2 月成立，由錢積彭擔任所長。初期與清華大學合作，利用鋰 7 做分裂物質之研究，60 年初完成微功率反應器（ZPRL，功率為瓩）及七百萬伏（7MV）范氏加速器。又委託加拿大核能公司建造重水式研究用反應器（稱爲 TRR，即 Taiwan Research Reactor 之縮寫）於 62 年 3 月起全功率運轉。67 年 2 月，該所自力建成第二代水鍋式反應器（WBR），可供試驗動力反應器性能及中子照相等方面用途。並發展太陽能研究，研製成功多晶太陽能電池，屬臺灣首創。

[74] 《行政院原子能委員會核能研究所簡介》（民國 83 年）。

3. 凝體物理

民國七〇年代，由於國家外交處境艱難，為求自立自強，在各大學成立了幾個中心；其中 72 年在清華大學成立的材料科學中心起了帶動作用，各單位紛紛開始擴充凝體物理所需設備。

七〇年代後期，吳茂昆加入清華大學，加上其後的齊正中、管惟炎，超導領域大幅度發展，獲致若干突破性成績。77 年交通大學成立次微米元件實驗室，為國家奈米元件實驗室（82 年更名）的前身。到八〇年代，表面物理與奈米科學領域興起，於是擁有相關貴重設備的中央研究院、臺灣大學、清華大學、中山大學、師範大學等處乃能從事優秀之研究；臺灣大學且成立凝態科學研究中心，與物理學系同遷至新建之大樓。同步輻射加速器則更成為研究凝態物理的利器。

九〇年代後，奈米科學領域更受重視。國科會自 92 年起成立奈米國家型計劃，其中的「學術卓越計畫」包括奈米科學基礎研究等五大重點方向；[75]各校也因應成立奈米中心。清華大學果尚志與中央研究院張嘉升等在奈米表面物理研究上取得許多顯著的成果。中研院的陳洋元則利用奈米技術提高熱電效率，開啟有關新興能源的研究。

在超導物理方面，中央研究院研究團隊在吳茂昆領導下，於 97 年底發現一種新的鐵硒超導體（FeSe），論文發表後至今已經被引用超過 320 次，且引致後續幾種新超導體的發現。近年磁性物理方面亦有進展，主要在臺灣大學、清華大學、中央研究院及成功大學。

另外，由於臺灣已無從事研究的核反應器，中央大學乃與澳洲原子核科學與技術組織（ANSTO）合作興建一冷中子三軸散射儀（SIKA），從事有關中子散射、衍射的研究，有助了解各種材料的基本性質。

有關凝體物理的理論，發展比較晚。早期集中在統計物理，清華林克瀛、中研院胡進錕等有顯著的成績。到九〇年代中期後，開始有比較多的理論凝體物理學者，臺灣大學的郭光宇、中央研究院的李定國、葉崇傑、清華大學的牟中瑜等有顯著成績。

國科會歷年支持凝體物理有關研究的情形約略如下述：民國 78 年時，共有子計畫 69 件，金額 6,032 萬元；民國 88 年凝體物理領域已分為超導與磁性、光電與半導體及表面與其它三項領域，合共計畫數 211 件（超導與磁性 74 件，光電與半導體 79 件，表面與其它 58 件），金額 2 億 6,828 萬元；到 98 年，合共計畫數增為 324 件（超導與磁性 91 件，光電與半導體 148 件，表面與其它 85 件），金額更增為 4 億 8,044 萬元。

4. 粒子與高能物理

[75] 五大重點方向是：奈米科學基礎研究；奈米材料；奈米操控、功能元件製造、特殊儀器等尖端技術發展；奈米能源研究；奈米生物技術、環境安全與健康技術。

民國八〇年代初期，台灣的學者開始參加國際的粒子物理實驗。那時一些主要的粒子實驗已發展成三、五百人的大計劃。八〇年代初，中央大學張元翰等四人參與歐洲核物理中心（CERN）L3 的實驗，其後中央大學與中山科學院又參與美國太空署的「國際太空反物質探索計畫」（共有 16 國 400 多位科學家參與）探測宇宙中之反物質，後來中央研究院、國科會太空計畫室及成功大學陸續加入。

民國 82 年，中研院物理所的李世昌等加入美國費米實驗所已運轉數年的碰撞探測器實驗，粒子偵測器的建造與分析。次年，該團隊發現頂夸克（top quark）。

台灣大學的侯維恕於民國八〇年代創立高能實驗組，參與日本 KEK 的 B Factory 的 Belle 的實驗，研究 B 介子的衰變等性質。

西歐中心於 1995 年批准建造大強子對撞機（LHC），集合世界 100 多國家一萬多物理學家及工程，建造世界最大的對撞機及四個大實驗，以 14 兆電子伏特（TeV）的能量探究粒子物理的基本問題。中央研究院、中央大學及台灣大學團隊分別參加其中兩個實驗。

國科會對粒子物理（包括場論）研究計畫的資助，從 78 年的 391 萬（子計畫數 19 件），逐年躍增；到 88 年增為 5,151 萬（子計畫數 36 件），98 年更增至 1 億 1,310 萬（子計畫數 60 件，包括場論與核物理）。

5. 電離體物理

臺灣對於電離體的研究雖屬零星，但有相當傑出的表現。中央大學的伊林於民國 83 年發現世界第一個電離體中的微粒晶格；透過適當調控實驗參數，可藉以研究「固體-液體-汽體」複雜相變過程之微觀動力學行為。

另外，清華大學的朱國瑞研究電子迴旋微波激射(electron cyclotron maser, ECM) 有成，是一種新型毫米波源。

6. 理論物理

臺灣理論物理學界在民國五〇年代，主要研究的是固態物理。民國六〇年代，研究主題延伸到原子核理論、粒子物理與場論以及統計物理。七〇年代又延伸到原子物理。八〇年代，天體物理與宇宙論、非線性力學開始熱門。到九〇年代，又增加量子資訊等的研究。

據統計，臺灣理論物理界於 *Physical Review Letters* (PRL) 上，在民國 80 年發表 2 篇論文，85 及 86 年各發表 7 篇， 87 年發表 12 篇，以後則幾乎每年都維持兩位數，96 年為 16 篇。顯見，民國 86 年年 8 月理論中心的成立，對推動及整合原本零星的研究甚有功效。

7. 生物物理與軟物質

民國九〇年代開始，生物物理與軟物質受到重視，國科會且為此一領域立項，目前主力是在中央研究院及中央大學。臺灣第一篇在 *Nature* 上關於血液循環的論文是由中央研究院複雜系統研究小組完成。

國科會 93 年開始將「軟物質及生物物理」獨立列為一個領域，當年資助計畫 44 件，金額 4,433 萬；到 98 年，計畫數增為 52 件，金額增為 6,627 萬元。

物理學社群的發展

中華民國物理學會會員人數歷年增加情形略述如下：[76]民國六〇至七〇年代，約維持在為 400 人；民國 80 年度時有會員 560 人；到 85 年略增為為 567 人（包括永久會員 261 人，學生會員 112 人，教師會員 175 人，國外會員 19 人）；90 年增為 828 人，95 年大增為 1,684 人（包括永久會員 300 人，學生會員 990 人，教師會員 235 人，國外會員 17 人）；98 年更增為 2,066 人。

物理學會年會時所發表論文數量歷年增長情形略述如下：[77] 64 年在中央大學開會時與會人數約一百人，並未舉辦研討會。73 年又在中央大學舉行時，發表論文 26 篇。80 年在淡江大學舉行時，發表論文 122 篇。90 年在臺灣大學舉行時，與會人數增為約 700 人，發表論文摘要 465 篇。95 年又在臺灣大學舉行時，與會人數增為 1,428 人，發表論文摘要共 965 篇（包括論文 407 篇，壁報論文 559 篇）。99 年在成功大學舉行時，與會人數達 2,054 人，共發表論文摘要共 1,323 篇（包括論文 480 篇，壁報論文 853 篇），論文宣讀共分八十三場之多。[78]可以看出：民國八〇年代中期後物理學界有蓬勃的發展。

中華民國物理學會自民國 82 年開始遴選「會士」[79]；另外，學會自民國 80 年起開始頒給特殊貢獻獎。

---

[76] 中華民國物理學會檔案。

[77] 中華民國物理學會檔案。

[78] 民國 99 年在成功大學舉行的「中華民國物理學會年會暨研究成果發表會」，可看出臺灣物理學界目前主要的研究興趣。該會一連舉行三天，與會人數共二千多人，論文宣讀共分八十三場之多：A 奈米（9 場）、B 半導體（9 場）、C 磁學與磁性材料（5 場）、D 超導與強關聯系統（8 場）、E 光學與光電（9 場）、F 表面物理 / 掃描探針顯微術（6 場）、G 生物物理 / 軟物質（5 場）、I 量子資訊與量子計算（2 場）、J 中高能物理（7 場）、K 天文/重力 / 宇宙學（9 場）、L 同步加速器 / 加速器物理（2 場）、M 電漿 / 一般物理（3 場）、N 原子 / 分子（4 場）、O 物理教學與物理演示（3 場）、Q 熱門專題——全球暖化與極端氣候（2 場）。

[79] 歷年來當選會士，又獲得其它重要獎項的會員如下列：{（）內數字代表獲教育部學術獎年份；〔〕內數字代表擔任教育部國家講座主持人年份；【】內數字表示當選中央研究院院士年份；〈〉內數字表示獲得行政院傑出科技榮譽（貢獻）獎年份；《》內數字表示獲得總統科學獎年份。} 82 年：鄭天佐【81】《96》、吳茂昆【87】、朱國瑞〔86〕(91)【91】《92》〈93〉、張石麟（87）〔88〕〔91〕【99】。83 年：李世昌【99】、鄭海揚（84）。84 年：伊林（86）〔92〕【97】、胡進錕（94）、張達文（92）。86 年：李弘謙〔95〕。87 年：侯維恕（99）。88 年：李羅權（90）【91】《94》。89 年：陳建德【89】。91 年：陳永芳〔90〕、呂助增（72）。92 年：葉崇傑（97）。93 年：黃偉彥〔87〕（93）。94 年：潘犀靈（93）、胡宇光〈94〉。95 年：蔡定平〈94〉。96 年：朱時宜【95】。98 年：王玉麟〈98〉。99 年：李定國、郝玲妮。

《中國物理學刊》[80]（*Chinese Journal of Physics*）自 68 年起由石育民擔任總編輯五年，其後相繼擔任總編輯的有曾祥光、黃克寧、古煥球、黃偉彥、鄭海揚、鄭以禎、陳永芳、闕志鴻、何耀錦、馮明光、張嘉升、楊信男[81]。該刊自 77 年 10 月起改爲雙月刊。該刊爲一創作性刊物，使用英文，內容具體反映臺灣物理學界的一般研究水平；自創刊以來國際性的《科學摘要錄》（*Science Abstracts Series A*）皆刊載其文章摘要。作者分布亦漸有國際性，以亞洲、非洲、歐洲等國家為主。[82] 81 年（1992 年）該刊被《科學引文索引》（SCI）收錄，論文質與量均達國際水準，[83] 退稿率達 70%左右。線上審稿系統（on-line referee system）已於 97 年正式啟用。

物理學會在閻愛德擔任理事長任內，自民國 68 年 7 月起創辦《物理》季刊，其主要功能在報導臺灣物理學界之動態，並介紹一些物理學的新發展和國際物理學界的活動，對象為一般會員。首任總編輯由石育民擔任。該刊自民國 76 年 6 月後改名為《物理會刊》，每兩個月出刊一次。至民國 82 年再改名為現在的《物理》雙月刊。自 87 年 8 月號起，《物理》雙月刊已在中華民國物理學會網站全文上網。

臺灣的物理學界除組成中華民國物理學會外，其它相關社群還有中華民國天文學會、中華民國光電學會、科學月刊社[84]等。據國科會物理推動中心編《全國各大學及研究機構物理領域研究人員研究專長及通訊錄》所收錄人名，可瞥見近年來臺灣物理學界成員增加情形：民國 83 年第一版共收錄 550 人，90 年第四版共收錄 899 人，96 年第七版共收錄 1,117 人。

從人數看，目前臺灣物理學界的人力——物理學會會員人數約佔全臺灣人口的比率的萬分之一，物理學界人數約佔全臺灣人數的十萬分之五，較三十年前已有長足的進步。

物理名詞與專書出版

在此一時期，國立編譯館復於民國 89 年 12 月委託中華民國物理學會修編物理學名詞，後於 90 年 2 月聘黃偉彥為主任委員，陳永芳為副主任委員，組成審查委員會。[85]審查迄 91 年 7 月完成，教育部乃於 92 年 2 月公告，由洪葉文化事業有限公司出版《物理學名詞》。

---

[80] 現名《中華民國物理學刊》。

[81] 曾祥光（77-78），古煥球（79-80），黃偉彥（81-82），鄭海揚（83-85），鄭以禎（86），陳永芳（87-88），闕志鴻（89-90），何耀錦（91-92），馮明光（93-94），張嘉升（95-96），楊信男（97-100）。中華民國物理學會提供資料。

[82] 以民國 80 年 12 月出版之二九卷六期爲例，共刊出論文八篇，其中四篇由國外投稿。

[83] 古煥球，〈中國物理學刊為 SCI 收錄〉，《自然科學簡訊》四卷二期（81 年 5 月），頁 30-32。

[84] 《科學月刊》係由留美學生創辦，在臺灣發行；於民國 59 年元月創刊，民國 61 年重心轉移到臺灣，迄今四十一年。其創辦人林孝信、李怡嚴與在美各地聯絡人，及重心轉到臺灣前期主要參與者如石育民、石資民、王亢沛、劉源俊等，多為物理界人士。

[85] 全體委員名單：黃偉彥、陳永芳、高涌泉、張慶瑞、張石麟、葉李華、吳玉書、吳茂昆、齊正

此一時期，出版的中文專書不多，主要原因是市場太小。值得一提的專書有：徐家鸞著的《經典力學》，由正中書局在民國 75 年出版；張弘編著之《幾何光學》由東華書局在 76 年出版；呂助增、鄭伯昆合著的《實驗物理方法》，由聯經出版社在 79 年出版；林清凉著的《啟發性物理學》，一套四冊（《力學》、《電磁學》、《近代物理 I》、《近代物理 II》），由五南圖書公司在 90 年到 94 年間陸續出版（《近代物理 II》一書於 99 年修訂再版）。黃克寧著的《量子力學——哲學概念與數學基礎》由俊傑書局股份有限公司在民國 93 年出版。

四、結語

過去百年的前期，物理學在中國從無到有，有一百多位受過嚴謹訓練的物理學先行者，抱著科學救國的信念，披荊斬棘，從編寫中小學物理教材，翻譯物理字彙，創建儀器工廠做起；同時在各地大學創設物理學系，建立物理實驗室，開始在國內做出國際水平的研究成績。不幸，民國廿六年日本全面侵華，剛萌芽的中國物理學受到洗劫——在民族大遷移中，圖書設備損失殆盡，所幸各校的物理師生生命安全無慮，科學的種子得以保存。

抗戰勝利後，不幸內戰又爆發。內戰結束後，臺灣海峽兩岸乃在不同條件下，以不同的模式發展，再度經過長期艱苦建設的過程。初創期中培養出來的那一群物理學家，成了這一時期的重建骨幹。到民國七十年代，經濟開始起飛，科學發展經費成倍增加；兩岸的物理學都迅速發展，逐漸接近國際水平。

中華民國在臺灣近三十年來物理學的發展，進步迅速，卻也存在許多隱憂。一方面由於廣設大學與研究所，人才的數量雖增多了，人力更形分散，機構間學者的合作仍舊缺乏。另一方面，社會價值觀益趨急功近利，著重短期績效，科學資源的分配及科學家的課題取向受到很大影響，不免斲喪科學的進展。所以，相較於國際物理學的飛速成長，本土具突破性成就並不多。

此外，近年前往國外一流學府修讀高級學位的學生人數明顯減少，失去不斷吸取新血的機會，這一負面因素終將反映在二十年後臺灣物理學界的發展上。又，臺灣物理學界人數到底稀少，內部評審不容易客觀，影響競爭的績效。近年來，由於實驗儀器多倚賴進口，學界缺乏自行設計製作儀器的風氣與經驗傳承。至於中文物理學術書籍、期刊或教科書的出版，由於市場限制，也乏善可陳。

回顧過去六十多年來臺灣物理學的發展，最有開創之功的是戴運軌、吳大猷、李怡嚴與浦大邦四人，他們代表了四種不同的典型。遺憾的是他們由於各種原因，都沒能建立可長可久的傳承。總的來說，臺灣的物理學界發展迄今，可惜沒能形成大師級的人物，因而號召力不夠，社會影響力也薄弱。

放眼看今日世界物理學界，英文、俄文與中文三大系統儼然已成形。臺灣的物理學，早期依附於日文系統，民國五〇年代後開始依附於英文系統。但眼見中

中、吳文桂、褚德三、趙如蘋、伊林、李弘謙、林明瑞、吳仲卿、傅永貴、陳志強。

文系統逐漸壯大，未來如何在英文系統與中文系統之間調適，當是臺灣物理學發展上的一重要問題。這與兩岸物理學名詞的會通與中文教科書的流通有密切關係。

民國六〇年代的年輕物理學子重理論輕實驗，趨留學，少歸國，是一種偏差；四十年後的今天，新一代的年輕學子重實驗輕理論，避留學，近工業，又是另一種偏差。如何調整理論物理、實驗物理與應用物理三樣的投入比率，當是另一大問題。又，臺灣幅員小，不可能樣樣顧及；如何選擇有基本重要性的合適的課題，在某些領域上特別著力，有賴大家集思廣益，深入探討。

總之，吾人當記取過去教訓，在目前基礎上，腳踏實地，穩健前行。

主要徵引書目

1. 戴念祖編，《二十世紀上半葉中國物理學論文集粹》，南昌：湖南教育出版社，1993。
2. 申先甲，《中國現代物理學史略》，福州：福建科學技術出版社，2002。
3. 吳大猷，《早期中國物理發展的回憶》，臺北：聯經出版社，2001。
4. 國史館中華民國史學術志編纂委員會編，《中華民國史學術志（初稿）》第十章物理學（陳卓撰），臺北：國史館，1996。
5. 戴運軌，《八十回憶錄》，臺北：中外圖書，1982。
6. 鄭以楨、張秀蓉、林秀美編，《1970 年前臺灣物理學系所的發展》，臺北：中華民國物理學會，2006。
7. 《物理》季刊、雙月刊，中華民國物理學會。
8. 《中華民國教育統計》，教育部。
9. 《科學發展月刊》，行政院國家科學委員會。
10. 《自然科學簡訊》，行政院國家科學委員會。
11. 《科學月刊》，臺北市科學出辦事業基金會。

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.**