

大學用書選譯

近代物理學概論

F. K. Richtmyer 等著

張桐生譯

(一)

教育部出版
正中書局印行

大學用書選譯

近代物理學概論
(一)

張桐生譯

F. K. Richtmyer 等著

正中書局印行
教育部出版

005385

04
L353

大學用書選譯

近代物理學概論
(二)

張桐生譯
F. K. Richtmyer 等著

正中書局印行
教育部出版



京電力大 00257319

研究生部
圖書資料室



版權所有

翻印必究

中華民國五十五年十月臺初版

中華民國五十九年九月臺二版

大學用
書選譯

近代物理學概論

全二冊 基本定價三元七角

(外埠酌加運費滙費)

著	者	F. K. Richtmyer	等
譯	者	張	桐
出	版	者	教
加	印	發	行
發	行	人	李
			潔

(臺灣臺北市衡陽路二十號)

海外總經銷 集成圖書公司

(香港九龍亞皆老街一一一號)

海風書店

(日本東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地)

內政部登記證 內版臺業字第〇六七八號(5048)裕

序

近代物理之領域，因為最近數十年物理科學之發展，有日就擴大之趨勢。古典物理學雖為初學者必經之階段，但自十九世紀後半期以來，物理學有繼續不斷新發展的理論，與新發展的證據，使古典物理的基本概念，大半須加以修正。其最著者，應推相對論、量子論、波動力學等，對於空間時間物質功能原子核子等的觀念，均起了革命性的影響。物理科學，原為探求自然界真理的學問。近代物理學上的題材，都是追求真理而收獲的結果，因此近代物理學，成為最引人入勝之學科。

張桐生先生原為國內物理學名教授，曾在省立成功大學任教多年。最近於授課餘暇，遂譯前康乃爾大學物理學教授銳奇米爾 (Prof. F. K. Richtmyer) 氏所著“近代物理學”一書，以饗我國愛好自然科學人士。銳奇米爾原書初版，於一九二八年印行，當時若干近代物理中之新發展，尚在萌芽時期，核子科學尚為未成熟的學科。銳奇米爾謝世後，原書經他康大同事肯納德教授 (Prof. E. H. Kennard) 及加州理工學院物理教授勞理增 (Prof. T. Lauritsen, C. I. T.) 幾同加以修正，重予印行。凡物理學上的新發展，每次修正付印時，必予補入，使該書內容，務與時代發展相符合。第五次修正版，於一九五五年完成，時電子科學、核子科學、半導體、高能粒子等，正飛揚邁進，均有竿頭日上之勢，而本書第五次修正版，均補敘納入，誠近代物理中極完備之善本也。

張教授應世界名著譯述委員會之請，完成此書之逐譯工作，不久即將付印問世，誠一巨大之貢獻也。

李熙謀 五十一年五月廿八日

原書第五版序

在一九三九年，銳奇米爾(Richtmyer)教授謝世後，此初出版於一九二八年之“近代物理學概論(Introduction to Modern Physics)”一書，其第三版之準備工作，遂推定由當時康乃爾(Cornell)大學物理學教授肯納德(E. H. Kennard)主持。因為物理景象之變更甚廣，需要許多之增益，故對原書材料廣泛之縮減與重整遂為一必需之工作，在作此變更時，著者之用心，係維持此書之特徵，特為循歷史演變以引述新學科，以及選擇少數有限之主題作仔細之討論，而非求對所有一切事件，逐項作成撮要。至在嗣後之第四版中，所作之變更即甚少。

在此第五版中，為容納重要之新資料，遂又作一次縮減，並且許多章節，均重予寫定。前版所列電磁學之一章，在此已移作一附錄；而因“相對論”為基本知識，乃將“相對論”之一章移於光電效應之前。關於量子論與核原子較舊之資料，則予以節略，惟對波動力學之處理則稍予擴展，使之能表現數學方法之一實例，並使學生對於微擾學說與電子旋轉之近似處理，有一明確之觀念。“光譜學”有一部份已予重行寫定，此部份所增加之材料，包括核矩之測定，用微波方法以研究氫之精細構造，氦之轉變線，帶光譜中之交變強度。

X-射線之一章已大大縮減，比熱僅作一扼要之論述，約佔用新篇章“大型物質波動力學”起首之三分之一篇幅；在此章中，亦包含有理想氣體波動力學之撮要，與應用波動力學於固體之一簡短敘述。不過，對於比較不相關連之固體物理實驗事實，則未予述及，此因著者相信學生可以自其它課程中，獲得關於此部份之充分一般知識。

關於核物理學與宇宙射線兩章之修正，大部份為本書新進著者之工作。此兩章已作全盤之重行排列以容納新材料，並對此兩密切相關之科目領域之流行觀念，盡力求作一系統之敘述。在第十章中，對於今日核構造學說與核反應進行趨勢之實驗基礎，相當着重；並且對於學說本身，亦有討論。第十一章之主要材料已予擴展，包括敘述在真能核反應中所新發現之基本質點，而彼等對於物質構造之作用，已成

爲今日物理學中最重要而未解決之問題之一。

肯納德

勞理增

中譯本原書著者序

吾人欣悉此書已經選譯爲中文。科學知識無分畛域，世界俱同。是科學資料與見解之廣泛交換，當爲國際合作之一有價值之形式。吾人希望此譯本對於讀者作比較高深物理研究，有其啓導作用焉。

肯 納 德

勞 理 增

一九六一年十二月二十日

中譯本原書著者序原文

We are gratified that it has been thought worth while to translate this book into Chinese. Scientific knowledge is the same for all nations and widespread exchange of scientific information and viewpoints should be a valuable form of international cooperation. We hope that the translation will be useful as an introduction to some of the more advanced topics in physics.

E. H. Kennard

T. Lauritsen

Dec. 20, 1961

原書第一版序

有許多年，著者在康乃爾大學，並且有時在別處暑期班中，授一課程，名爲“近代物理學說概論”。此諸講演在求適合兩類學生之要求：(1)物理系學生在進入特殊研究院課程之前，須要對近代物理之起源與發展有一認識，使之更能了解比較高深課程之相互關係者；(2)學生爲求學歷或資歷，於具有尋常大學物理課程之知識外，須要對物理學之全貌有一鳥瞰者。此書乃基於此諸講演，而由於前述學生與其它友人之強求，勉爲印行出版者。

此書之目的，率直言之，爲一教本。著者希望將一些比較重要之物理觀念，古典者與近代者，對其起源、發展、與目前情勢作一討論，使學生對於整個物理學之成長與目前趨勢有一正確之透視與遠景。如此之透視——至少著者相信——爲對此科目中任一分類科目仔細研究之必要基礎。對於學生，其興趣爲教育者，或其將從事於任一直接或間接有關於物理之工作者，如工程、化學、天文、數學，則一段近代物理，述其流行學說之起源者，大概與率直陳述學說有相同之興趣與價值。實質上，人類所有一切部門之知識，“爲什麼”乃爲“什麼”之一絕對不可或缺之伴侶。“爲什麼？”爲一人所共知之孩提時代問題。“爲什麼？”係尋訪在教室中或大講堂中有思考(!)之學生。

“爲什麼？”係在召喚專心傾聽其同伴發表彼等所持之見解時之嚴肅之科學家。因此，如果此書似乎在強調常視爲歷史之事實時，如果此書在任何地方敘述一個古典實驗，比其習常之敘述遠爲仔細時，此乃寓意重視“爲什麼”之意。

如果有人意欲解答一坦直之陳述，如“氧原子之構造，爲八個電子繞行一核，核包含有四個 α 質點”，以答覆一睿智之聽衆所提出之所有一切“爲什麼”，則此人必須將起自哥伯尼至拉塞福至波爾之物理學之大部份予以解說。欲對近代物理學更重要之觀念，假說，與定律作一陳述，並及彼等之起源與發展，當爲一百科全書式之工作，至少就本書之目的言，自不能承當。因此，必須選用最合吾人需用之部份，此種選擇與敘述方法，著者乃根據於上述對許多學生講演所得之經

驗。有許多很重要之發展，特爲比較近代者，有予全部省略者，亦有僅作一倉促之評述者。並且即雖在所討論之材料中，亦無意圖使其討論能直達目前。事實上，以今日物理學之急速發展言，欲使任何書本，即雖爲一專門著作，能直達目前，亦殊非可能。所高興者，吾人以爲直求近代，並非爲一必須之需要，因爲吾人認爲學生如欲得最近之知識，須求諸於隨時印行之雜誌期刊。

因此，必須強調者，此書爲近代物理學說之一概論，其目的不在其爲一資料之摘要，亦不求其對所討論之任何問題作一嚴格之敘述。在準備書稿時，著者自由參閱許多討論各種專門問題之極佳教科書。在任何地方，除些微項目，或在敘述中之一偶然珍貴資料外，本書均不宣布其根據，不過或者對於某部份中，有引述特殊見解者，則常註明其根據來源。

著者假設學生已熟悉於基本微積分之原理，因爲近代物理之討論，未有可以不用（至少）一有限量之數學討論者。尙有一單純之事實應予強調者，物理學之進步，乃學說與實驗攜手並進。不過，一部份因爲簡潔起見，一部份因爲欲維持成爲物理原理基礎之知識，置於醒目之處，故引進許多“捷徑”與簡化。此諸捷徑與簡化，從嚴格之觀點言，恐怕其中竟有許多爲相當成問題者。此種省略，著者相信，當不致引起誤解。

凡學生在其教育生涯中，應具此一觀念，即：其基於如此之書修習一課程，不僅須求消化演講中或課室中所講之教材，且須視一“課程”爲一通路，以指導其自己獨自之研究，而且從此“課程”依其嗜好或興趣之方向發展。至望讀此書之學生有此同樣興趣，著者有意未在每章之末作一綜合之摘要，或一套習題與指定研讀之篇章。而在課本中適當地方列示參考資料，在大多數情況中，均爲原始資料。此點亦望學生於閱讀各章節時，能用此諸參考資料，作成其自己之提要。如此方式，對於學生之裨益，自甚明顯。因爲閱讀一些比較重要之發展之原始文章，一般言之，除與接觸任何科目之篇章有相同之經驗價值外，可以比僅讀教科書有更佳之理解。因此，讀者將在此書中，隨處發現重要章節處，有著者建議必須參閱之原始資料。同樣，在許

多地方，其討論甚爲簡略，學生亦須參閱專書以明仔細，並且當學生閱讀此書時，亦會隨處發生各種附帶之問題。

整個物理科學發展之敘述，直爲一動人之故事。（任何科學家可能對其自己之科學有此同感！）作如此之研究時，常會導致某種顯明之通則，而與評價流行之學說與觀念，有特殊重要關係。舉例言之，有人發現，從各方面言，物理學之發展，其特徵爲連續性（continuity）。此即除少數例外，物理學之觀念與定律均係漸漸發展；惟到處吾人發生顯著之不連續。光電現象、X-射線、與放射性之發現，乃代表此種不連續性，而正確名之謂“發現”。惟吾人稱 J. J. 湯姆孫“發現”電子，此“發現”一辭之含義，即迥然不同。電子之歷史，至少應溯源至法拉第。湯姆孫之實驗，所以特殊輝煌者，在其對於某事物之存在，能利用直接實驗，表演之，而先前對此某事物存在之證據，則僅爲間接者。彼時，遂有定性工作與定量工作所扮演之不同角色。許多重要之發現係得自“次一小數位之研究”。最明白之證據爲氫之發現。自從刻卜勒證明行星之軌道爲橢圓後，即使可以寫成定量之關係式，比較僅可敘述定性關係者，更有價值。例如，倫福德（Rumford）對於用機械方法產生能之實驗，僅有啓示之作用。而焦耳熱功當量之量度，則有使人誠服之作用。如果著者利用推論，直接或間接在本書中到處發出如此之通則，則在著者心目中之另一目的已經達成。

著者在此應感謝有助於寫成此書者：著者之內子，有助於準備草稿與校閱書樣；著者之許多學生，因讚賞此書所根據之演講課程，大大鼓舞其印行。至於著者特別應當感謝者，爲拜爾（Bell）電話公司實驗室拜克（J. A. Becker）博士，以其對於閱讀草稿，指出許多錯誤，與提供重要之改進，曾作無可評價之供獻也。

銳奇米爾

伊色佳，紐約州

一九二八年七月

81-101006

本書係教育部從積存譯稿中選印，列爲大學用書之一。除教育部印製規定冊數免費供應僑生閱讀外，由正中書局訂約加印發行。

目 錄

李 序

原書第五版序；中譯本原書著者序

原書第一版序

緒論..... 1

第一章 歷史回顧..... 5

第一時期：自遠古至西元1550年..... 5

1.希臘學者 2.賽萊斯 3.畢他哥拉斯 4.安拉薩哥拉斯
5.德模卡 6.亞里斯多德 7.亞里斯它 8.阿基米德 9.自
希臘學者至哥伯尼 10.哥伯尼體制

第二時期(1550—1800年)：實驗方法之興起.....12

11.伽利略 12.泰佐與刻卜勒 13.實驗方法風起 14.牛頓爵士
15.牛頓之同時代人物 16.在十八世紀中之力學 17.在十八世
紀中之熱學 18.在十八世紀中之光學 19.在十八世紀中之電
學 20.第二時期之結束

第三時期(1800—1890年)：古典物理學之興起.....31

21.十九世紀之物理學 22.熱與能 23.光 24.電學與磁學 25.
法拉第 26.亨利 27.馬克士威 28.電磁學之完成

第二章 相對論.....50

29.牛頓之相對論 30.相對論與光之傳播 31.邁克爾孫－摩黎
之實驗 32.愛因斯坦之新相對論 33.同時與時刻次序 34.羅
倫茲轉換式 35.空間與時間之收縮 36.速度之轉換式 37.相
對論之力學，質量之變更 38.力與動能 39.質量與能量之關係
40.相對論與電磁學 41.廣義相對論 42.愛因斯坦之引力定律

第三章 電子與光電效應.....78

43.光電效應之發現 44.有一問題 45.物質中之電 46.則曼效
應 47.電子之發現 48.電子之諸量 49.光電學 50.光電流與
照度間之關係 51.光電子之能量分布 52.光電子之速度與光
之頻率關係 53.光電發射之其它性質 54.熱游子發射 55.光

電效應之方式程序 56.金屬之自由電子學說 57.光電子之來源

第四章 量子論之發軔..... 107

58.熱輻射 59.等溫包合與黑體輻射 60.各向同性輻射之壓力與能通量 61.斯忒藩-波爾茲曼定律 62.從一運動鏡面之反射 63.絕熱膨脹對於黑體輻射之效應 64.維恩位移率 65.黑體輻射之公式 66.能之均分原理 67.一包含中之自由度 68.萊里-詹斯公式 69.蒲郎克對於黑體輻射之研究 70.在熱平衡中振子間能之分布 71.蒲郎克量子假說 72.蒲郎克輻射定律

第五章 有核原子與光譜線之來源..... 134

73.光譜單位 74.光譜規則性之早期研究 75.光譜線系與彼等之相互關係 76.線系間之其它關係·光譜項 77.原子構造之初期觀念 78.原子對於 α 質點之散射 79.有核原子 80.原子氫之波爾學說 81.在一原子中一電子之量子狀態 82.單-電子之原子之光譜 83.原子氫之光譜 84.游離氫 85.鈉之能階與線系關係 86.電子對於原子之激發與游離 87.輻射之吸收與重發射 88.波爾茲曼分布律 89.波爾學說之擴充

第六章 波動力學..... 174

90.物質波 91.力學視同波之幾何光學 92.物質波之折射 93.布羅格利波長 94.關於電子波之實驗 95.分子波之繞射 96.喬路丁格波方程式 97. Ψ 之物理意義 98.機遇率流密度 99.測不準原理 100.定態或量子狀態 101.以物理量作為運算子 102.在一盒中之質點；諧和振子 103.微擾學說 104.單-電子之原子 105.相對論效應與電子旋轉 106.兩個無交作用之質點在一盒中 107.電子旋轉，不相容原理 108.輻射之發射與吸收

第七章 原子構造與光譜..... 228

複原子..... 228

109.多-電子原子之中心場近似法 110.殼與副殼

元素週期表..... 232

111.週期表之一般特徵 112.首二週期 113.價鍵 114.週期表中所餘部份

光譜..... 244

115.角動量與其選擇規則 116.鹼型光譜 117.鹼金屬光譜項能量 118.在一中心場中，旋轉-軌道效應 119.在鹼金屬型式光譜中之精細構造 120.單-電子原子之複線能階 121.單-電子原子光譜線之精細構造 122.多-電子波動學說 123.LS或羅賽爾-梭德耦合 124.LS複能階 125.LS複階之間隔距離 126.汞之弧光譜 127.當量電子 128.jj型式之耦合 129.磁場對於一原子之效應 130.強大磁場中之則曼效應 131.在弱磁場中之則曼效應 132.在一弱磁場中，LS複線之則曼花樣 133.帕新-拔克效應 134.斯特因-舅拉西實驗 135.同位素構造與超精細構造 136.核旋轉與核磁矩之磁柱量度 137.光譜線之寬度 138.分子光譜 139.轉動光譜 140.振動-轉動光譜 141.分子量子狀態之普遍學說 142.電子譜帶 143.刺曼效應 144.均勻核分子 145.氨之轉變光譜

第八章 X-射線..... 353

早期，多為定量之發展(1895——1912)..... 353

146. X-射線之發現 147. X-射線之產生與測定 148.古典之 X-射線脈搏學說 149. X-射線之偏極化、吸收、與螢光現象

X-射線譜 361

150.晶體繞射光柵 151. X-射線分譜計 152.單波長特性輻射 153.摩色勒定律 154. X-射線譜線之來源 155. X-射線的能階與選擇規則 156.連續 X-射線譜

X-射線與原子之交互作用 383

157. X-射線之吸收 158. X-射線之光電效應 159. X-射線之散射 160.昆普吞效應 161. X-射線之折射與反射 162.電磁輻射之本性

X-射線光譜學中一些後期之發展 402

163.內殼之複游離	164. X-射線譜與原子之外層	165.固體 X-射線光譜學	
第九章 大型物質之波動力學			411
比熱之量子論			411
166.理想氣體之比熱	167.簡單固體之比熱		
理想氣體之波動力學			420
168.理想氣體	169.氣體壓力	170.費爾米—迪拉克氣	
結晶固體			427
171.從原子觀念討論晶體之波動力學	172.導體與絕緣體		
173.集體電子之討論	174.金屬與非金屬		
第十章 原子核			437
自然放射現象			437
175.放射現象之發現	176.放射物質之輻射	177.放射變化	
178.個別帶電質點之偵檢	179.放射元素之核譜		
原子之質量			461
180.正射線	181.穩定元素之同位素		
用 α -質點所作之人工蛻變			469
182.人工蛻變之發現	183.中子之發現		
核束合能與核力			476
184.核之性質	185.核之組成員	186.質量與束合能	187.
核力			
正子、人工放射現象、人工加速質點			496
188.正子	189.感應放射性	190.用人工加速質點之核蛻變	
191.加速器			
核反應與核模型			511
192.核反應之一般特徵	193.銳像核種之質量	194.質點羣	
195.核共振	196.液滴模型	197.中子反應	198.核能階
199.殼模型			
核分裂與核能			548
200.核分裂之發現	201.分裂之學說	202.瞬發中子——鍊鎖	

反應 203.速中子分裂——爆發反應器 204.融合：從輕元素所得之能

第十一章 宇宙射線與基本質點..... 562

205.對於宇宙射線之早期工作 206.宇宙射線游離之量度
207.高度-深度曲線 208.緯度效應之發現 209.地磁效應之學說
210.原動量譜 211.對於單一宇宙射線質點之觀測
212.射叢與爆裂 213.射叢現象之學說 214. π 介子之發現
215. μ 介子之性質 216. κ 介子 217.人工產生 π 介子
218.重介子與超介子 219.宇宙射線之核交互作用 220.宇宙射線原射線
221.在空氣中宇宙輻射之發展 222.宇宙射線之起源

附錄 I 電磁能、動量、與輻射..... 640

223.電磁單位 224.電磁能 225.電磁動量 226.電磁波
227.運動點電荷之電磁場 228.加速點電荷所輻射之能量

附錄 II 元素之組成與同位素之質量..... 648

附錄 III 第一游離電位 V、最低光譜項 T、與元素之電子組態..... 658

常用常數與關係式..... 661

索引..... 663

緒 論

“近代物理學”一辭，從其字義言，當指今日物理學之全部知識。據此，則 1890 年之物理學，仍爲近代者；因爲在 1890 年物理學課本之佳構中，以今日物理學之知識比較考察，亦祇有極少數之陳述，可以視爲不正確，而必須棄置者。實際須要修正之主要部份，則在少數概括性之推論，其原因，一部份係由於隨後發現與推論結果不符之例外情事所致。至於有諸思辨理論，如關於以太者，1890 年之任何優良物理學者，原已認爲頗足懷疑。

不過，就另一方面言，自 1890 年以後，物理學確有極大之進步。在此諸進步中，有些直使似乎已得實驗證明之某數學說發生動搖，或與之背道而馳。

舉例言之，在 1890 年之物理學者中，難得有人懷疑光之波動說。光之波動說，特別在 1887 年赫芝（Hertz）作成其著名之實驗，明白驗證馬克士威（Maxwell）之光之電磁說後，似乎終於完全戰勝昔日所服膺之光之微粒說。但是命運之擺佈，却使近代物理學充滿興味與奇趣。赫芝之實驗，一方面驗證光之電磁說；一方面却發覺一簇新現象——光電效應——而成爲後日建立量子論之重要論據。量子論，從其若干方面言，均與光之波動說相背；因此，如何調和此二各有明確實驗證明之學說，乃成爲第二十世紀最初二十五年間之重要課題之一。

嗣後數頁之目的，在將最近半世紀間所發展之此部份物理學，就其來源、發展經過、與目前形態，作一簡單扼要之敘述。美國之歷史，不能斷然自 1776 年 7 月 4 日開始。同理，如果吾人欲求了解 1900 年以後，物理學成長之完全意義，吾人至少必須了解在此以前，物理學發展之幾個主要事件。因此，吾人先將半世紀以前物理學之歷史，作一扼要之敘述。

作此歷史之扼要敘述，著者之更進一步目的，在希望讀者，至少最後終能具備有同情之心情。近代科學家，除極少數例外者，顯已忽視研究彼等各自之科學歷史。試問能答覆以下各問之物理學者，究有