

科學圖書大庫

物理學自修叢書(五)

近代物理學

譯者 林爾康 楊宗哲

本叢書共分五冊：

- (一) 力學
- (二) 電磁學
- (三) 光學與波動
- (四) 動力論及熱力學
- (五) 近代物理學

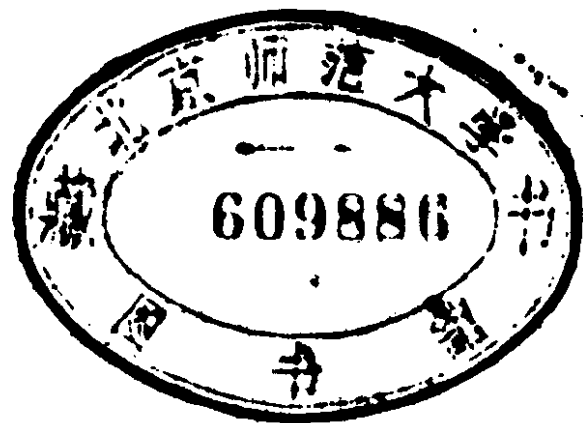
徐氏基金會出版

科學圖書大庫

物理學自修叢書(五)

近代物理學

譯者 林爾康 楊宗哲



徐氏基金會出版

美國徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧鏗 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十年元月十七日初版
中華民國六十二年七月十五日再版

物理學自修叢書 (五)

近代物理學

定價 新台幣五十元 港幣八元

改訂為基價 2.60 元

譯者 林爾康 國立清華大學物理研究所教授

校閱 楊宗哲 國立清華大學物理碩士

內政部內版臺業字第1347號登記證

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 臺北郵政信箱53-2號 電話783686號
發行人 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 林碧鏗 郵政劃撥帳戶第15795號
印刷者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段151號 電話979739號

Ty 1148/02

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤爲社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再邀承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧溼氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分為：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分為譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當為該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，廣即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

遞答紙

物理常數

亞佛加德羅常數：

$$N_0 = 6.02 \times 10^{23}$$

光在真空中的速率：

$$c = 3 \times 10^8 \text{ 米/秒}$$

蒲朗克常數：

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ 焦耳} \cdot \text{秒}$$

電子的荷電量：

$$e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ 庫倫}$$

電子質量：

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ 仟克}$$

庫倫定律常數：

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{牛頓} \cdot \text{平方米}}{\text{平方庫倫}}$$

方程式及公式

光子的能量：

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

光電方程式：

$$hf = E + W,$$

$$\text{此處 } E = \frac{1}{2} m v^2$$

質能互換等式：

$$E = m c^2$$

相對論質量：

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

光子動量：

$$P = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

德布羅意 (De Broglie) 波長

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

單 位

1 焦耳 (*joule*) = 6.25×10^{18} 電子伏特 (*electron volts*)

1 電子伏特 (*ev*) = 1.6×10^{-19} 焦耳

1 卡路里 (*calorie*) = 4.186 焦耳

1 原子質量單位 (*amu*) = 1.660×10^{-27} 仟克

= 931 百萬電子伏特 (*Mev*)

1 焦耳 = 0.24 卡路里

致教師的序言

近代物理學一書是構成一年程序教學的物理課程教本的一系列書中的第五冊。力學（第一冊），電磁學（第二冊），光學與波動（第三冊），動力論與熱力學（第四冊），這些傳統地所用的物理標題，概括了物理科學的領域，都已出版問世了。

尤其近代物理學討論基本量子論及光子論，波粒二重性，原子論，及簡介原子核物理。我們假定學生已具有力學，電磁學，光學及波動的知識，並能處理通常在高中數學課程中所學過的數學符號。對於這些預需的知識有一測驗列在書中第(x-xi)頁上。學生應該在未閱讀本書課程之前，先作該項測驗以發現他在物理或數學的觀念上的某些弱點，然後針對這弱點予以複習。

就像在這系列的其他書一樣，本教本可作為教學的基本工具：即它不需要標準教科書的並用，而只要教師的最少督導就可被採用。倘若將標準教科書作為教導的基本工具，它也可用作補充教材。無論用那一種方式去利用它，我們建議將它和課堂的示範，討論及演習，適當的影片，及可能做的實驗配合在一起。

這一系列的書主要是打算用於高中高年級及大學一年級。在大學程度上，它尤其適合在高中未修過物理課程的文科學生。它應該也很適合列入專科及社區學校的課程，及列入工業學校對預先許可入學學

生的課程計劃內。

我們想再度向那些在約翰韋利及宋斯 (John Wiley and Sons) 公司曾幫助促使這套一系列的程序教學課本付之實現的人們致謝。尤其更應感謝的是朱地凡特麗絲 (Judy Vantrease) 小姐，她校閱稿件及在程序的技術上，提供許多寶貴的意見；杜洛茜加波絲 (Dorothy Garbose) 小姐和卡洛爾斯瓦傑爾 (Carole Schwager) 小姐助使這稿件出版；及喬爾吉弗洛恩 (George Flohn) 先生和作圖部門的全體人員完成優異的作圖。

紐 約 市

1966年9月

亞歷山大 鄒瑟 (Alexander Joseph

丹尼爾 李海 (Daniel J. Leahy)

致學生的指引

本書為一程序教學課本。其意義是(1)物理的主要簡介課程已被分成一連串的簡短題目，及(2)這些題目能促使有效的學習。

每一題目中都留有空格。每一個空格代表某些數量的知識，然後在學習下一章題目之前，並提出問題讓學生回答，以測驗他瞭解的情形。依照老師的指導，你將答案寫在題目的空格處或另外一張紙上。

當你寫好答案時，核對正確的答案，這些正確的答案都列在每一題目下的大括弧符號之下。例如：

1 米是長度的單位，它等於 39.7 吋。二米的長度等於 _____

【 78.74 】

2 米是用以量度（重量／長度／時間）及相等於 _____ 吋。

【長度； 39.37】

參考的圖片列在書後，這些圖片都能折疊，便於學生作題目時的參考。

本書的開頭有一張遮答紙，這張遮答紙用在當作題目時，將正確答案遮住。當你將問題回答後，就將遮答紙向下移動到正確答案露出為止，以便核對答案。

預需的測驗

將正確答案的號碼寫在每一題目右邊所列出的空格處。假如沒有一個正確答案，就在空格處寫“0”。

1 一個 10 公斤的質量正以每秒 5 米速率運動，其動能為

(1) 250 爾格 (*ergs*) (2) 250 焦耳 (*joules*)

(3) 125 爾格 (4) 125 焦耳

(5) 250 牛頓 (*newtons*)

1. _____

2 一個 5×10^{-6} 庫倫的點電荷置於離另一個 1×10^{-6} 庫倫的點電荷 10 米處。它的電位能是：

(1) 4.5×10^{-4} 爾格 (2) 4.5×10^{-4} 焦耳

(3) 45×10^{-3} 焦耳 (4) 4500 伏特

(5) 4.5×10^{-3} 伏特

[用 $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{牛頓} \cdot \text{平方米}}{\text{平方庫倫}}$]

2. _____

3 一個荷電 5×10^{-6} 庫倫的中空金屬球，其半徑為 0.5 米。在球面處的電位能為：

(1) 9×10^4 牛頓/庫倫 (2) 4.5×10^4 焦耳

(3) 4.5×10^4 伏特 (4) 9×10^4 伏特

(5) 9×10^4 焦耳

3. _____

4 在問題 3 中，離球心一米處的電位能為：

(1) 9×10^4 伏特 (2) 4.5×10^4 爾格

(3) 4.5×10^8 焦耳 (4) 9×10^9 焦耳

(5) 45,000 伏特

4. _____

5 在問題 3 中，離球心 0.1 米處的電位能為：

(1) 零 (2) 45,000 伏特 (3) 9×10^4 焦耳

(4) 9×10^4 伏特 (5) 4.5×10^4 焦耳

5. _____

6 在問題 3 中，離球心 0.1 米處的電場強度為：

(1) 零 (2) 45 牛頓/庫倫 (3) 4,500 伏特

(4) 450,000 焦耳 (5) 45 庫倫

6. _____

7 在問題 3 中，離球心 3 米處的電場強度為：

(1) 45,000 伏特 (2) 45,000 牛頓/庫倫

(3) 4.5×10^4 庫倫 (4) 45,000 焦耳

(5) 4.5×10^{-3} 爾格

7. _____

8 浸於真空中的二大平行板間的能位差 (potential difference) 是 20,000 伏特。此平板間的距離為 0.05 米。計算當一帶有 5×10^{-10} 庫倫電量的質點在由正至負的平板間運動，其動能變化為

(1) 1000 爾格 (2) 20,000 伏特

(3) 1×10^{-5} 焦耳 (4) 20,000 爾格

(5) 20,000 電子伏特

8. _____

9 所有電磁波的特色是在真空裏具有同樣的：

(1) 頻率 (2) 波長 (3) 強度 (4) 速率

(5) 相干性 (coherence) 9. _____

10 用以量度電流的單位是：

(1) 伏特 (2) 歐姆 (ohms) (3) 瓦特 (watts)

(4) 安培 (amperes) (5) 庫倫 10. _____

11 設若 $E = hf$ 及 $c = fL$ 。試以 h , f 及 L 表示 E 。(c 為一常數)

(1) hcL (2) $\frac{L}{hc}$ (3) $\frac{c}{hL}$ (4) $hc - L$

(5) $\frac{h}{cL}$ 11. _____

12 一個 10 千克的質量正以 5 米/秒速度向西進行。
其動量大小為：

(1) 250 牛頓 (2) 250 焦耳

(3) 250 千克·米/秒 (4) 50 焦耳

(5) 50 千克·米/秒 12. _____

13 當二質量在一孤立系統中作用，在下面所列的物理量中那些必須守恒不變？

(1) 動能 (2) 位能 (3) 動量 (4) 速度

(5) 加速度 13. _____

14 電子的質量是 9×10^{-31} 千克。計算在 0.1 秒中，將向西運動的電子由 3×10^8 米/秒加速至

5×10^3 米/秒所需的淨力。

(1) 4.5×10^{-26} 牛頓 (2) 1.8×10^{-26} 達因

(3) 1.8×10^{-26} 牛頓 (4) 1.8×10^{-26} 爾格

(5) 4.5×10^{-26} 焦耳

14. _____

15 設若 $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ 及 $\frac{mv^2}{r} = \frac{kq^2}{r^2}$ 。消去 v 並解

出 r 以其他量表示之。

(1) $\frac{m^2 h^2 q^2}{4\pi k m}$ (2) $\frac{4\pi k^2}{n^2 h^2 m q}$ (3) $\frac{4\pi^2 k m}{n^2 h^2 q^2}$

(4) $\frac{n^2 h^2}{4\pi^2 k m q^2}$ (5) $\frac{4\pi^2 k h^2}{m q^2 n^2}$

15. _____

目 錄

致學生的指引

預需的測驗

第一章

波粒二重性 (Wave-Particle Duality) : 光子與物質波.....	1
1. 空腔輻射體 (Cavity radiator) ; 能量的浦朗克 量子 ; 量子化能態及輻射能的量子性.....	2
2. 光電效應 (Photoelectric effect)	17
3. 光子論 (The photon theory).....	27
4. 康普頓效應 (Compton effect) ; 光子的動能及動量.....	36
5. 物質波.....	48
6. 複習與問答題.....	57
問答題.....	64

第二章

原子物理.....	67
1. 盧瑟福原子 (Rutherford atom)	69

2.	光譜線；氫的光譜線系.....	87
3.	氫原子的波爾學說 (Bohr theory of the hydrogen atom)	100
4.	波爾的氫原子 (續)	111
5.	能量吸收與離子化.....	123
6.	波爾理論應用於似氫離子 (hydrogen-like ions) ; 多電子的原子.....	137
7.	x - 射線的產生	144
8.	複習與問題.....	154
	問答題.....	159

第三章

	原子核物理.....	163
1.	放射性物質及其放射物.....	165
2.	放射衰變中的能量變化；原子核符號及其方程式.....	172
3.	放射性衰變的方式；半衰期 (half-life)	185
4.	質量虧損 (mass defect) 與結合能 (binding energy)	198
5.	其他原子核變化：放射性的同位素.....	210
6.	同位素的 $N - Z$ 曲線圖；放射衰變的方式； K - 電子的捕獲	222
7.	核分裂 (Nuclear fission) ；超鈾元素 (transuranium	

element)	230
8. 核力 (Nuclear forces) 與核融合 (Nuclear fussion)	245
9. 複習與問題	258
問答題	265