

物理學

第 一 册

著 者

艾 隆 索 斐 恩
(MARCELO ALONSO) (EDWARD J. FINN)

譯 者

謝 芳 生 博 士

東 華 書 局 印 行 .1

版權所有·翻印必究

中華民國六十年五月初版
中華民國六十八年六月四版

大學
用書 **物理學 (全四册)**

第一册 定價 新台幣六十元整

(外埠酌加運費滙費)

著者 艾·羅 爾 斐 恩
譯者 謝 芳 生
發行人 卓 鑫 森
出版者 臺灣東華書局股份有限公司

臺北市壽愛路一〇五號
電話：3819470 郵撥：6481

印刷者 合興印刷廠
臺北市大理街130巷2弄1號

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號
(60008)

前 言

物理學是一門基本科學，它對其他一切科學都有深遠的影響，所以不只是以物理為主科和工程方面的學生必須對它的基本觀念有澈底的瞭解，而是任何一個準備以科學為職業的人（包括主修生物，化學，以及數學的學生們）都必須具有同樣的瞭解。

對理學院和工學院的學生而言，普通物理這門課的主要目的（同時也許是它之所以被列在課程中的唯一原因）是給學生們一個統一的物理觀念。這一點應當由分析各個基本原理和它們的涵意，以及它們的限度來辦到，所以這本書設計為理學院和工學院學生的一門二學期用的普通物理課——所介紹的是我們認為構成今日物理學核心的基本觀念。

直到最近為止，物理學被教得彷彿是由幾門科學聚積而成的，它們之間多少有些關係却又沒有一個真正統一的觀點。傳統式的分為力學、熱學、聲學、光學、電磁學，以及近代物理學（……“學”）不再合用。我們脫離了這種傳統的方法。採用一個較更合邏輯而統一的介紹法，強調各項不滅定律，場和波的觀念，以及物質的原子觀。特殊相對論的基本原則在全書中均被用來作為輔導原理之一，任何物理理論必須符合這點。

主要題材可分為三部分：(1) 質點，(2) 相互作用及場，(3) 波。在第一篇中我們由力學開始以便建立一些基本原理，這些原理在敘述我們所觀察到的在我們周圍的運動時是必須的。在這一篇中我們由統計力學的觀點，來討論熱力學；我們相信這種方法比較簡單而合理。然後，因為自然界的一切現象都是相互作用的結果，而這些作用又是以場的觀念來分析的，所以我們在第二篇內考慮現在所認出的各種作用和它們相關的場，重心吸引作用和電磁作用被討論得非常詳細，因為它們是

2 物理學 二

大多數所見的巨觀現象 (Macroscopic phenomena) 的起因; 和核子現象以及涉及基本質點的過程有關的各種強、弱作用則討論得很簡明。在第三篇中我們將波當作場的觀念的結果來討論。一般包括在聲學和光學內的材料我們都列在這部份內。但是重點則在電磁波方面。最後一章是量子力學的簡短介紹。在全書內我們一再地談到物質的構造, 即是原子, 分子, 原子核, 以及基本質點。

這本書很新穎, 不只是它的介紹方法不同, 它的觀念也特出, 因為我們加入了一些基本題材是一般普通物理教本中所沒有的; 同時也略去了一些傳統上所談到的問題。所用數學限於微積分內的非常基本的觀念。許多基本原理的應用以及一些特殊題材均以做好的例題形式出現。這樣, 教師可以趁方便的時候說明, 或者選擇地來討論, 是以在課程的編組方面伸縮性較大。證明以及限於物理涵義內的數學計算均和教本的主體分開(*用灰色的底) 以免讀者在閱讀時失去物理推理的主源。這樣安穩同時又使教師在要略去某些證明時可以較為自由。

我們採用 IUPAP 的符號, 單位及名稱委員會的推薦。我們一直用的是 SI 單位, 以米, 千克, 秒, 以及庫侖為基本單位 (即 MKSC 制)。然而我們同時也介紹了一些 CGS 制和英制中常用的單位。

所有物理常數, 到小數第四位為止, 都是用 1964 年的值。自從本書付印之後又有一些常數被發表出來 (B. N. Taylor, W. H. Parker, 及 D. N. Langenberg, Rev. Mod. Phys. 41, 375, 1969), 它影響書中所列的幾項數值。

所有各項科學的課程都受到很大的壓力要將新近變得有關的各門課包括進去, 我們期望這本初級物理的書能減少一些這種壓力, 因為它在不需要不適當的努力下在學生們大學教育的早期提高了學生對物理觀念的瞭解以及運用它們的能力。

我們要對某些人, 由於他們的鼓勵和協助才使此書得以完成的人,

譯註: * 在本書中用小號字體以示區分。

表示謝意。我們特別要感謝我們傑出的同事 D. Lazarus 教授，他是這本書的顧問編輯，他的批評和指教幫助我們修正並改進這書的許多地方。我們對 Addison-Wesley 工作人員的才能和努力也十分感激。末了，我們至少應該感謝我們的妻子們，她們一直非常耐心地陪着我們。

艾隆索 M. A.
斐恩 E. J. F.

華盛頓
1969 十月

第一冊 目 錄

0. 引 論	1~6
0-1 什麼是物理？	0-2 物理的古典式分支
0-3 物理和其他各種科學 之間的關係	0-4 實驗方法
1. 物質的構造	7~20
1-1 引論	1-2 質點
1-3 原子	1-4 分子
1-5 巨觀物質	1-6 相互間的作用
2. 度量和單位	21~34
2-1 引論	2-2 度量
2-3 基本量	2-4 基本單位
2-5 密度	2-6 平面角
3. 向 量	35~58
3-1 方向的觀念	3-2 無向量和向量
3-3 向量的加法	3-4 向量的分量
3-5 幾個向量的加法	3-6 運動學問題上的應用
3-7 無向積	3-8 有向積
3-9 面的向量表示法	
4. 力	59~84
4-1 引論	4-2 同點力的合成
4-3 轉矩	4-4 幾個同點力的轉矩

2 物理學 (一)

- | | |
|----------------|----------------|
| 4-5 加到剛體上各力的合成 | 4-6 平行力的合成 |
| 4-7 質量中心 | 4-8 靜力學——質點的平衡 |
| 4-9 靜力學——剛體的平衡 | |

第一篇 質點

5. 運動學 88~124

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 5-1 引論 | 5-2 直線運動：速度 |
| 5-3 直線運動：加速度 | 5-4 直線運動中速度與加速度的向量表示法 |
| 5-5 幾種特殊的運動 | 5-6 曲線運動：速度 |
| 5-7 曲線運動：加速度 | 5-8 定加速度的運動 |
| 5-9 圓周運動：角速度 | 5-10 圓周運動：角加速度 |
| 5-11 圓周運動中的速度與加速度 | |

6. 相對運動 125~157

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 6-1 引論 | 6-2 相對速度 |
| 6-3 均勻的相對移動： <u>伽利略</u> 轉換 | 6-4 均勻的相對轉動 |
| 6-5 對地球的相對運動 | 6-6 <u>羅倫茲</u> 轉換 |
| 6-7 速度和加速度的 <u>羅倫茲</u> 轉換 | 6-8 <u>羅倫茲</u> 轉換的結果 |

7. 力和動量 158~201

- | | |
|--------|----------|
| 7-1 引論 | 7-2 慣性定律 |
|--------|----------|

- | | |
|-------------|--------------------------------|
| 7-3 線動量 | 7-4 動量不減原理 |
| 7-5 質量的再定義 | 7-6 <u>牛頓</u> 第二和第三定律，
力的觀念 |
| 7-7 力的單位 | 7-8 摩擦力 |
| 7-9 流體中的摩擦力 | 7-10 質量可變的系統 |
| 7-11 曲線運動 | 7-12 角動量 |
| 7-13 有心力 | |

8. 功和能202~235

- | | |
|---------------|---------------|
| 8-1 引論 | 8-2 功 |
| 8-3 功率 | 8-4 功和功率的單位 |
| 8-5 動能 | 8-6 能量的單位 |
| 8-7 定值力的功 | 8-8 位能 |
| 8-9 力和位能之間的關係 | 8-10 一質點的能量不減 |
| 8-11 位能曲線的討論 | 8-12 非保守力 |
| 8-13 結要 | |

9. 振盪運動236~279

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 9-1 引論 | 9-2 簡諧運動的運動學 |
| 9-3 簡諧運動中的力和能 | 9-4 簡諧運動的基本方程式 |
| 9-5 單擺 | 9-6 二個簡諧運動的重疊：
同一方向，同一頻率 |
| 9-7 二個簡諧運動的重疊：
同一方向，不同頻率 | 9-8 二個簡諧運動的重疊：
垂直方向 |
| 9-9 耦合振盪器 | 9-10 不諧和振盪 |
| 9-11 阻尼振盪 | 9-12 被迫振盪 |
| 9-13 振盪器的阻抗 | 9-14 週期運動的 <u>傅立葉</u> 分
析 |

10. 質點系統280~329

10-1 引論	10-2 被隔絕質點系統其質量中心之運動
10-3 外力作用下質點系統質量中心的運動	10-4 對比質量
10-5 質點系統的角動量	10-6 內在的和軌道的角動量
10-7 質點系統的動能	10-8 質點系統的能量不滅
10-9 外力作用下質點系統的總能量	10-10 質點系統的內能
10-11 質點系統的束縛能	10-12 碰撞
10-13 流體運動	

附 錄330~340

單號習題答案 i~viii

第二冊 目 錄

11. 剛體動力學	341~376
11-1 引論	11-2 剛體的角動量
11-3 轉動慣量的計算	11-4 剛體轉動的運動方程式
11-5 物理擺	11-6 扭擺
11-7 轉動的動能	11-8 迴轉儀運動
12. 高能量動力學	377~408
12-1 引論	12-2 古典式相對論
12-3 特殊相對論	12-4 動量
12-5 力	12-6 能量
12-7 質點系統	12-8 高能量過程
13. 統計力學	409~457
13-1 引論	13-2 溫度
13-3 統計平衡：馬克士威爾-波茲曼分佈定律	13-4 氣體中分子的能量和速度的分佈
13-5 氣體的狀態方程式	13-6 多質點系統：功
13-7 多質點系統：熱	13-8 對多質點系統能量不滅原理之重述：熱力學第一定律
13-9 熱容量	13-10 可逆的和不可逆的過程
13-11 熵	13-12 熵和熱的關係
13-13 平衡的趨向：熱力學第二定律	

ABC 32/04

14. 遷移現象.....458~486

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 14-1 引論 | 14-2 分子的擴散： <u>費克定律</u> |
| 14-3 熱傳導： <u>傅立葉定律</u> | 14-4 粘滯性 |
| 14-5 平均自由路程、碰撞頻率、以及碰撞截面 | 14-6 遷移現象的分子說 |

第二篇 相互作用及場

15. 重力作用.....490~529

- | | |
|-------------------|----------------|
| 15-1 引論 | 15-2 重力定律 |
| 15-3 慣性和重力質量 | 15-4 重力位能 |
| 15-5 能量和軌道運動之間的關係 | 15-6 重力場 |
| 15-7 重力位 | 15-8 球體所產生的重力場 |
| 15-9 等效原理 | 15-10 重力和分子間的力 |

16. 電性作用.....530~568

- | | |
|-------------|----------------|
| 16-1 引論 | 16-2 電荷 |
| 16-3 庫侖定律 | 16-4 電荷的單位 |
| 16-5 電場 | 16-6 點電荷的電場 |
| 16-7 電荷的量子化 | 16-8 電荷不滅原理 |
| 16-9 電位 | 16-10 電場內的能量關係 |
| 16-11 電流 | |

17. 磁性作用.....569~618

- | | |
|---------|--------------|
| 17-1 引論 | 17-2 動電荷上的磁力 |
|---------|--------------|

17-3	帶電質點在均勻磁場 中的運動	17-4	帶電質點在不均勻磁 場中的運動
17-5	帶電質點在磁場中運動的例 子	17-6	電流上的磁力
17-7	電流上的磁矩	17-8	閉路電流所產生的磁 場
17-9	直線電流的磁場	17-10	圓周電流的磁場
17-11	運動電荷的磁場	17-12	電磁學和相對論
17-13	電流間的力		

單號習題答案 i~vi

第三冊 目 錄

18. 原子的電性結構619~655

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 18-1 引論 | 18-2 電解 |
| 18-3 原子的核子模型 | 18-4 <u>波爾</u> 的原子說 |
| 18-5 角動量的量子化 | 18-6 電子自轉 |
| 18-7 自轉與軌道間的相互作用 | 18-8 原子內的電子層 |
| 18-9 分子中的電子 | 18-10 固體內的電子 |
| 18-11 導體、半導體、及絕緣體 | |

19. 靜態的電磁場660~720

- | | |
|------------------------|---------------|
| 19-1 引論 | 19-2 一個向量場的通量 |
| 19-3 一個向量場的線積分和環流 | |
| I. 電場 | |
| 19-4 電動勢 | 19-5 電場的高斯定律 |
| 19-6 放在一個電場中的一個導體的性質 | 19-7 物質電性的極化 |
| 19-8 極化向量 | 19-9 電位移 |
| 19-10 電的極化係數和介電係數 | 19-11 電容量、電容器 |
| 19-12 電場的能量 | |
| II. 磁場 | |
| 19-13 磁場的 <u>安培</u> 定律 | 19-14 磁通量 |

2 物理學 (三)

- 19-15 物質的磁化
- 19-16 磁化向量
- 19-17 磁化場
- 19-18 磁的極化係數和導磁係數
- 19-19 靜態場各定律的總結

20. 與時間有關的電磁場721~757

- 20-1 引論
- 20-2 法拉第一亨利定律
- 20-3 由於導體和磁場間的相對運動所引起的電磁感應
- 20-4 電磁感應和相對論
- 20-5 電位和電磁感應
- 20-6 自感應
- 20-7 磁場的能量
- 20-8 耦合的電路
- 20-9 電荷不滅原理
- 20-10 安培—馬克士威爾定律
- 20-11 馬克士威爾方程式

21. 電路758~800

- 21-1 引論
- 21-2 歐姆定律
- 21-3 電功率
- 21-4 電阻器的組合
- 21-5 直流電路
- 21-6 計算電網中電流的方法
- 21-7 有自感的電路中電流的建立與衰減
- 21-8 電容器的充電與放電
- 21-9 自由的電振盪
- 21-10 被迫的電振盪、交流電路
- 21-11 轉動向量法應用到交流電路上
- 21-12 非歐姆式導體

22. 強與弱的相互作用801~836

- 22-1 引論
- 22-2 原子核

22-3	原子核的性質	22-4	原子核的束縛能
22-5	核子力	22-6	殼模型
22-7	放射蛻變	22-8	放射蛻變的定律
22-9	核子分裂	22-10	核子熔合
22-11	基本質點		

第三篇 波

23. 波動839~888

23-1	引論	23-2	波動的描述
23-3	波動的一般方程式	23-4	一根固體棒和一條彈簧上的彈性波
23-5	氣柱內的壓力波	23-6	絃上的橫波
23-7	棒上的一個橫波	23-8	液體內的表面波
23-9	什麼在波動中傳播？	23-10	二維及三維內的波
23-11	流體內的球形波	23-12	羣速
23-13	<u>都卜勒效應</u>	23-14	聲音、聲學

24. 電磁波889~928

24-1	引論	24-2	平面電磁波
24-3	一個電磁波的能量和動量	24-4	振盪偶極的輻射
24-5	被加速的電荷的輻射	24-6	電磁波在物質中的傳播；分散
24-7	電磁波中的 <u>都卜勒效應</u>	24-8	電磁輻射的光譜

單號習題答案929~934

第四冊 目 錄

25. 電磁輻射和物質間的相互作用935~983

- | | | | |
|-------|----------------------------|-------|------------------|
| 25-1 | 引論 | 25-2 | 原子、分子、和原子核對輻射的放射 |
| 25-3 | 原子、分子、和原子核對電磁輻射的吸收 | 25-4 | 束縛電子對電磁波的散射 |
| 25-5 | 自由電子對電磁輻射的散射、 <u>康普頓效應</u> | 25-6 | 光子 |
| 25-7 | 再談光子：光電效應 | 25-8 | 定態 |
| 25-9 | 定態的實驗證據 | 25-10 | 輻射和物質間的相互作用 |
| 25-11 | 原子光譜 | 25-12 | 分子光譜 |
| 25-13 | 核子光譜 | 25-14 | 黑體輻射 |

26. 反射、折射、及極化 984~1029

- | | | | |
|-------|--------------------|-------|--------------|
| 26-1 | 引論 | 26-2 | <u>馬呂斯定理</u> |
| 26-3 | 平面波的反射與折射 | 26-4 | 球面波的反射與折射 |
| 26-5 | 橫波在二不同材料繩交接處的反射和傳輸 | 26-6 | 電磁波的反射與折射 |
| 26-7 | 電磁波在各向異性介質中的傳播 | 26-8 | 雙色性質 |
| 26-9 | 雙折射 | 26-10 | 光學活動性 |
| 26-11 | 金屬表面的反射與折射 | | |

27. 波動幾何1030~1067

- | | |
|------------|------------|
| 27-1 引論 | 27-2 球面的反射 |
| 27-3 球面的折射 | 27-4 透鏡 |
| 27-5 光學儀器 | 27-6 稜鏡 |
| 27-7 色散 | 27-8 色差 |

28. 干擾1068~1109

- | | |
|----------------|------------------------|
| 28-1 引論 | 28-2 二個同步源所產生的
波的干擾 |
| 28-3 幾個同步源的干擾 | 28-4 一維的駐波 |
| 28-5 電磁駐波 | 28-6 二維的駐波 |
| 28-7 三維的駐波；共振穴 | 28-8 波導 |

29. 繞射1110~1144

- | | |
|---|--|
| 29-1 引論 | 29-2 惠更斯原理 |
| 29-3 一個矩形狹縫的 <u>夫牢因</u>
和 <u>斐繞射</u> | 29-4 一個圓形孔的 <u>夫牢因</u>
和 <u>斐繞射</u> |
| 29-5 二相等且平行狹縫的 <u>夫</u>
<u>牢因</u> 和 <u>斐繞射</u> | 29-6 繞射柵 |
| 29-7 <u>夫累涅爾</u> 繞射 | 29-8 散射 |
| 29-9 晶體對 x 射線的散射 | |

30. 量子力學1145~1174

- | | |
|----------------------------------|-----------------------|
| 30-1 引論 | 30-2 質點和場 |
| 30-3 質點對晶體的散射 | 30-4 質點和波摺 |
| 30-5 <u>海森堡</u> 的位置與動量的
測不準原理 | 30-6 <u>海森堡</u> 原理的示例 |