

大 學 用 書

普通物理學

(上 冊)

FREDERICK BUECHE 原著

崔
朱
曹
許

伯
紹
培
武

銓
鎔
熙
雄

合 譯

國家科學委員會補助

國立編譯館出版
臺灣書店印行

大學用書

普通物理學

(introduction to physics for Scientists and engineers)

(上冊)

FREDERICK BUECHE 原著

崔	伯	銓	
朱	紹	鎔	
曹	培	熙	合 譯
許	武	雄	

國家科學委員會補助

國立編譯館出版
臺灣書店印行

中華民國六十六年二月初版

大學
用書 普通物理學

版權所有・翻印必究

定價：上下册新臺幣肆佰貳拾元正

原著者 FREDERICK BUECHE

譯者	崔	伯	銓
	朱	紹	鎔
	曹	培	熙
	許	武	雄

譯權所有人	國立編譯館
補助機關	國家科學委員會
發行人	陳定書
發行印刷	臺灣書店

臺北市重慶南路一段十四號

業務部電話 3113875 號

門市部電話 3110378 號

郵政劃撥 7821 號

原 著 者 序

在修習基本物理課程的學生中，只有少數將成為專業的物理學家。但是在工程、化學、生物學各方面的工作上，物理學是不可或缺的工具，因而要成為工程師、化學家、生物學家的人們中，需要更多的有關這工具的知識及熟練此工具者，正與日俱增。既然學物理的目的和方法不只一種，故一門切合實際的初學課程，就得考慮到這一點。

此外，我們還得體認到，學生之具有成就感和滿意感的重要性。其他學域的教師們，每常認為物理學是他們可以教得更好的學科；我們也每常發現，學生們對某些原理的領會之難，竟超乎我們的想像。這種不幸狀況的原因裏，有些是我們可以控制的，因而是可以除去的。這本教科書的一項主要目的是：要使學生們感到學習普通物理課程，是一段較滿意的歷程。為了這目的，書中遵循了幾項準則。

1. 利用學生們的直覺和先前的實際經驗，並非罪過。在書中，盡可能依下列步驟，而建立各物理原理：先用直覺的方式，展現所涉及的物理，以便學生們對那原理有所感受；接着才列出數學構式，藉以定量地處理各原理，最後則實習各原理的使用。

2. 在這課程中所觸及的細節程度應是有限度的。幾乎物理學中的任何專題，都可做為一整本書的標題。我們略去非最基本的而且煩瑣的枝節；學生們只要了解原理，並曉得怎麼用它們，這就夠了。
3. 過份的嚴謹會導致嚴重的惶惑。我們雖然不犧牲精確性，但仍注意不使入門的教科書中，充滿嚴密的條文，而將所論的原理遮住。
4. 物理學家及一般科學之所思所行，並不異於他人。由於學術期刊篇幅很珍貴，所以近日出版的論文，對於那產生最後結果之思考過程留存得很少。但是，教科書不當精簡得使科學中的人性消除殆盡。
5. 普通物理課程，固然是為未來物理學家而設的一門課；對於工程學及其他學科而言，則是一門服務性質的課程。我們必須供給其他科系所需的基本工具。

雖然我不敢自認完全成功地實現上列目標，不過我希望能由於有了這些準則而能克服一些前述的困難。

內容方面，係先假定學生們正同時學着微積分。不過，當用到微積分觀念的時候，仍對該等觀念加以解說。附錄中有一部分專論積分法，因為有許多微積分教材未能恰當地表出“積分”，“面積”，及“和”之間的關係。顯然地，數學家們和我們有相同的失策之處：都把教材設計得太強調嚴密性，而失却對於觀念的感應。微積分是物理學家和其他科學家用以計算的一種工具，我們就依這性質，在本課程中，儘早介紹給學生們，這樣子，他們才不致把它和物理混在一起。

書內的數學程度和複雜程度，都隨內容的發展而逐步加強。我的經驗是：學生們對這遞增幅度，感到與他們的興趣和發展相符。從頭

到尾，數學觀念都是因所討論的物理內容所需，而引入的。譬如純量積是用“功”來介紹的，向量積則在處理轉動時才提及。這些僅是如何將主題及觀念教給學生，使能看出其間關係的兩個例子。

在結構方面，本書的內容順序是：力學，熱與熱力學，電學，波與光，原子與原子核物理。相對論是在力學中介紹的，而在書中其餘部分中時常用到它。論及波與光的那一章中，把聲波、機械波和電磁波統一地處理。把波的觀念推廣到基本的波動力學，是很簡單的，所以我們接着就這麼做。原子和原子核物理討論得詳細些。在課文主體之外，附了一些簡短的插敘，希望藉以作為關於物理學史的一點補充材料。

每章末的問題，是用以激發思考的，請儘可能加以使用。我曾費了相當多功夫，來編寫各章末尾的較恰當的一系列題目。我堅信尤其重要的一點是，應指定學生們先做些容易的習題以提高自信，而較須計算技巧的題目，可較少取用。

FREDERICK BUECHE

目 錄

上 冊

原著者序

第一章 物理學與量度	1
1-1 物 理 學.....	1
1-2 科學與量度.....	2
1-3 長度標準.....	4
1-4 時間標準.....	7
1-5 質量標準.....	9
1-6 單位系統.....	10
1-7 導 出 量.....	11
1-8 複雜化的因素.....	12
第二章 有方向的量：向量	17
2-1 向量與無向量.....	17

2-2	幾個向量的合向量	18
2-3	力 向 量	24
2-4	單位向量	26
2-5	數學上的細節	30
第三章	靜止之物體	35
3-1	物體在何時靜止	35
3-2	船在河上的運動	36
3-3	邁克生——毛立實驗	39
3-4	參 考 系	42
3-5	平衡之第一條件	43
3-6	平衡之第二條件	48
3-7	樞點之位置是任意的	51
3-8	重 心	52
第四章	等加速運動	65
4-1	速 度	65
4-2	加 速 度	69
4-3	直線運動	70
4-4	等加速運動	72
4-5	藉積分求平均值	76
4-6	五個運動方程式：加速度為常數時	79
4-7	自由落體	82
4-8	拋射體運動	85
第五章	運動定律	97

5-1	牛頓運動定律	97
5-2	牛頓第二定律	100
5-3	第二定律之應用	102
5-4	斜面運動	108
5-5	幾個相連物體之運動	113
5-6	重量與無重量	117

第六章 相對論的效應 127

6-1	運動着的參考座標	127
6-2	慣性參考座標	131
6-3	定性的推理	133
6-4	時間膨脹	135
6-5	長度收縮	140
6-6	洛仁子——愛因斯坦變換方程式	144
6-7	洛仁子——愛因斯坦變換之演繹	148

第七章 動量 159

7-1	衝量與動量	159
7-2	不在 $\vec{v}$ 方向之衝量	161
7-3	含有非恒定力之衝量	164
7-4	動量守恒	167
7-5	三維碰撞	172
7-6	火箭推進	174
7-7	動量與相對論性的質量	176
7-8	相對論力學中之力	181

第八章 功與能.....189

- 8-1 功之定義.....189
- 8-2 功率之定義.....191
- 8-3 由一不變力所做之功.....194
- 8-4 動 能.....197
- 8-5 保守力場.....201
- 8-6 重力位能 U_g204
- 8-7 $U_g + K$ 的守恒.....207
- 8-8 外力效應.....210
- 8-9 相對論性的能量.....212

第九章 系統的運動.....227

- 9-1 質量中心.....227
- 9-2 質量中心之運動.....231
- 9-3 系統內的碰撞.....234
- 9-4 完全彈性體之一維碰撞.....238
- 9-5 二維彈性碰撞.....240
- 9-6 包含直線彈性體元素之系統.....242
- 9-7 能 量 圖.....249
- 9-8 一彈簧系之能量圖.....251
- 9-9 力與能量圖.....252
- 9-10 穩定與不穩定平衡.....253
- 9-11 氫 分 子.....257
- 9-12 由鐳射出之 α 粒子.....258

第十章 轉動運動.....267

10-1 角之量度.....267

10-2 角 向 量.....268

10-3 角速率與角速度.....272

10-4 角加速度.....273

10-5 切線加速度.....274

10-6 沿徑加速度.....277

10-7 向 心 力.....280

10-8 無 重.....284

10-9 加速參考系.....287

第十一章 轉動動力學.....295

11-1 轉矩與轉動.....295

11-2 向 量 積.....299

11-3 剛體轉動.....301

11-4 慣 性 矩.....303

11-5 細桿之慣性矩.....306

11-6 圓柱之慣性矩.....307

11-7 平行軸定理.....310

11-8 I 之實驗求法.....311

11-9 剛體之平衡.....313

第十二章 轉動動量與能量.....323

12-1 質點之轉動能.....323

12-2 剛體之轉動動能.....325

12-3	轉矩與功，功率間之關係	328
12-4	轉動與平移之合併	329
12-5	質點之角動量	334
12-6	角動量守恒；單一質點	336
12-7	質點系之角動量	340
12-8	轉動與線性運動關係式的綜述	342
12-9	自旋着的陀螺	347

第十三章 振盪 357

13-1	虎克定律與振動	357
13-2	專門名詞	359
13-3	簡諧運動	360
13-4	邊界條件的適合	363
13-5	運動方程式之使用	367
13-6	平均量	372
13-7	擺	375
13-8	扭擺	377
13-9	阻尼諧振	379
13-10	驅動諧和振體	383

第十四章 重力與場 393

14-1	重力定律	393
14-2	重力與重量	397
14-3	積分求引力	398
14-4	其他引力問題	400
14-5	重力場	402

14-6	力線與通量	405
14-7	高斯定律對重力之應用	408
14-8	球之重力場	411
14-9	等效原理	417
第十五章 理想氣體		425
15-1	氣壓——一般性的考慮	425
15-2	稀薄氣體之壓力	427
15-3	溫度的定義	429
15-4	溫度之物理基礎	433
15-5	分子速率之分佈	440
15-6	馬克士威速率分佈函數	444
15-7	馬克士威—波茲曼分佈函數	446
15-8	平均自由路徑	450
15-9	分子計算	454
第十六章 物質的熱性質		461
16-1	熱的觀念	461
16-2	熱量的單位	462
16-3	比熱的定義	464
16-4	單原子氣體的定容比熱	466
16-5	氣體所作的功	469
16-6	單原子氣體的定壓比熱	470
16-7	能量均分	473
16-8	非理想氣體與凡得瓦方程式	476
16-9	液相與汽相的轉變	481

16-10	汽化熱	484
16-11	物質的各態	487
16-12	熔解熱	489
16-13	熱膨脹	492
16-14	熱傳導	496
16-15	三相點	499
第十七章 熱 力 學		505
17-1	熱力學第一定律	505
17-2	等溫體積變化	508
17-3	等溫膨脹所作的功	515
17-4	絕熱體積變化	517
17-5	循環過程	521
17-6	卡諾循環	524
17-7	克氏溫標	526
17-8	熱力學第二定律	529
17-9	無序與熱的退化	530
17-10	熵	532
17-11	不可逆過程中熵的變化	537
第十八章 靜 電 場		545
18-1	電荷	545
18-2	庫倫定律	547
18-3	疊加原理	549
18-4	電場	551
18-5	帶電棒造成的電場：狀況 1	555

18-6	帶電棒造成的電場：狀況 2	557
18-7	帶電環軸上的電場	563
18-8	電偶極的電場	564
18-9	導體與絕緣體	568
18-10	定性的討論	569
18-11	電荷在電場中的運動	570
第十九章 高斯定律		579
19-1	電通量線	579
19-2	點電荷發出的通量	582
19-3	高斯定律	584
19-4	均勻帶電球的電場	587
19-5	導體內的電場和電荷	590
19-6	平行金屬板間的電場	593
19-7	均勻帶電的長圓柱體	596
第二十章 電 位		607
20-1	電位差	607
20-2	平行金屬板	609
20-3	靜電學中的功和能	612
20-4	點電荷與電位差	614
20-5	等位線和等位面	617
20-6	絕對電位	619
20-7	多電荷造成的電位	622
20-8	帶電棒造成的電位	623
20-9	由電位求電場	626

20-10	電子伏特	631
20-11	共軸圓柱	633
20-12	均勻帶電環的電位	636
20-13	均勻帶電盤的電位	637
20-14	偶極電位	638

第一章 物理學與量度

科學家量度自然現象，使他們能描述包容這些現象的宇宙之事物，本章中我們將討論量度之重要性質。有三種基本單位用來說明實驗之結果，這些單位將在敘述量度之過程中加以討論。

1-1 物理學

物理學是研究自然定律之科學。很多年以前，人們會將前一句解釋為：物理學處理的是支配無生物的自然定律。目前此種說法已不再正確。物理學家正積極地從事於生命科學中的生物學方面及他種問題之研究。爲了解形成微小細胞的分子之巨大聚合體，我們需要關於影響原子及分子行徑之物理定律的知識。有生命之物體中的分子及細胞中之原子，當然必須遵循應用於無生命物體中之同樣的物理定律。這些定律如何用來解釋有生命物體之本性仍爲大部分尙無解答的問題。解答這些問題將是未來科學家們的一件重大工作。此項工作的成就將會令人興奮，正如同科學上過去的種種巨大的成就一樣。

物理學家追尋
發理及了解自
然界之定律