

400405
11452
原著第五版

大學物理

(上册)

西柴楊 曼斯 爾基格 著
張桐生 譯



臺灣中華書局印行

大學物理

張桐生譯

(上冊)

UNIVERSITY PHYSICS

Fifth Edition

By

F. W. Sears and H. D. Young

M. W. Zemansky

臺灣中華書局印行

中華民國六十五年十一月初版

原著
五版

大學物理 (全二册)

上册基本定價五元伍角正
(郵運滙費另加)



譯者 張桐生
發行人 熊鈺生
本書局登記證字號
印刷處 臺灣中華書局

張桐生
臺灣中華書局股份有限公司代表
熊鈺生
臺北市重慶南路一段九十四號
行政院新聞局出版
臺業字第捌叁伍號
臺灣中華書局印刷廠
臺灣中華書局
臺北市重慶南路一段九十四號
郵政劃撥帳戶：三三九四二號
Chung Hwa Book Company, Ltd.
94, Chungking South Road, Section 1,
Taipei, Taiwan, Republic of China

(臺總)乙書

33
7/101

497486

原書著者序

本書“大學物理”是為大學理工系科同時也修習微積分的學生寫的。本書可用於密集的兩學期或三學期的課程講授，也實用於較短期的課程講授。本書主要是強調物理原理與習題演算；歷史背景與專門的應用列為次要。每一章中都有許多演算好的例題以及收羅豐富的各種習題。“大學物理”的英文原書有裝訂全一冊的或是上下兩冊分裝的。上冊包括力學、熱學與聲學；下冊包括電磁學、光學與原子與核物理學。

在這新版本中，其基本哲學與綱目，以及深度與標題寬度的平衡，都維持與以前各版本相同而未變。我們為擴展本書的用途而必須作許多更改時，我們仍竭力為以前各版本使用者保持着他們一直所愛好的本書各特徵。茲列舉本版書的重要變更如次：

1. 公尺、公斤、秒（mks）單位制，與國際單位制（Systeme Internationale）的縮寫與名詞已成為本書的主要單位系統。在這單位制中，焦耳是各種形式的能量，包括熱能的基本單位。不過，在上冊中，有些例題與習題還有保留英國單位制的。

2. 屬於原子與核物理學的材料（第四十四章到第四十六章）已完全重寫並擴展為三章，現在是包括有一關於固態物理、高能物理與基本質點的基本討論。

3. 新加入一章討論相對論力學的。這章書是隨意的插在力學課本之末，不過，這章可以提前或移後，必要時可以全然省略。

4. 電磁波的這章已完全重寫，使它表達得更清楚並且有更簡單的方法連貫波的傳播與電磁學的基本原理。

5. 為了擴展題目範圍新加進幾節。如 14-7 例題（量熱學的計算），19-25 能量轉換（的實際），23-5 音程與音階，23-7 聲學現象的應用，28-10 電流的生理效應，38-7（光的）吸收，38-8 照明，41-10 視覺的缺陷，42-1 相干（光）源，42-13 全像術，45-7 半導體，45-8 半導體器具，與 46-11 輻射與生命科學。

6. 有些材料是重行編排了。表面張力的材料縮短並併入流體靜力學的一章書中，熱電學的處理已縮短成一節。電磁感應的一章已重予排列，使之更清楚的表述法拉第對於運動導體與變更電磁場中駐立導體的各種應用。關於電感與有關問題的材料已從這章中移出而編入另一章中。

7. 許多章節已予重寫，以改進文詞的清晰，增加教學的功效。例如第七章（功與能），第八章（衝量與動量），第十一章（諸運動）的章首文字，第 25-4 節（高斯定律），第二十六章（電位）；第 27-7 節（電極化與電位移）；第 29-7 節（R - C 電路）；第 32-6 節（安培定律）；第三十五章（物質的磁性）等。在少數情況中，如將第七章與第八章的重寫，似乎對強調應用微積分有弛緩印象。實情並不如此，這種處理的嚴密程度乃與以前各版本者相若，祇是在依照教學原理將簡單的移前複雜的推後而已。

8. 新習題增添了 300 道，於是總共得 1400 道以上。這新添的習題比前各版本的增廣了變化與範圍。著者不願意着意將各習題歸屬於各特殊章節。因為研究某習題應用某原理實為學習解題的一部份。當然，有許多習題所需用的材料是不限於一節的。

9. 在每一章節重寫時，都貫串着有力的教學原理與著者的教學經驗。在有些情況中，我們不是將觀念與原理先做完全普遍性的討論；而是先討論特殊情況再推展到較普遍的陳述。我們希望這種方式可以使讀者不必攀越像昔日一般的陡坡而可以獲得同樣程度物理學的奧秘。

這本書適用於不同程度與內容的課程調配。全本書可用於兩學期或三學期的密集課程，對於比較不太密集的課程，任課教師可以就課程實況省略一些章節。這版書的格局適合於這樣的調配。例如，相對論，流體靜力學，流體動力學，聲學，物質的磁性，電磁波，光學儀器這幾章，還有其他的篇章，都可以全然或是一部份的省略掉而無傷本書的連貫性。

反之，有許多綱目在數年前祇具邊際重要性並且已從大一物理移

開的，現在却又因生命科學，地球與太空科學，與環境問題而重上前台。凡任課教師有意強調這種應用的，當會發現本書為討論這些有關原理最有用的源泉。

總之，必須強調的，任課教師切勿限制自己必須從頭至尾講畢此書。自然許多篇章是連貫一氣的，但是在這普遍的限制範圍內，任課教師請自由選用本書材料以適合自己的需用，而將一些與特殊課程不太關連的省略掉。

最後，著者應向就這新版書提供卓見的許多同仁，深致謝意。特別是Robert Folk 教授，Shelden H. Radin 教授，與Charles W. Smith 教授曾閱讀本書全稿，他們的批評與指教，尤足銘感。

漢諾威，紐約市，與匹茲堡
1975 年 11 月

西 爾
柴曼斯基
楊 格

在本書正待印行出版之時，驚悉西爾於 1975 年 11 月 13 日逝世，享年 77 歲。西爾在物理教育方面的燦爛一生，成爲同仁與學生的一種表率，我們爲他的謝世，至感悵惘。

柴曼斯基
楊 格

譯者弁言

本書原著是“Sears, F. W., Zemansky, M. W., and Young, M. D., University Physics, 5th edition, 1976.”

第二次世界大戰以後的1946年，美國麻省理工大學(MIT)物理學教授西爾首先出版一套三冊的“物理學原理”，供該校一二年級學生兩學年物理課程的需用，甚享時譽。1947年，西爾與紐約市立大學的物理學教授柴曼斯基合作，就“物理學原理”的格局重行併寫一冊內容比較少，適合於兩學期講授，特別是不用微積分，能使數學程度祇及代數與三角的大專學生統統可以領略的“大學物理學”。此書一出，洛陽紙貴，風行世界。之後，西爾與柴曼斯基復為理工院系學生專門理工課程作準備，寫了一本比較更謹嚴的物理學，沿用“大學物理學”的相同格局，保留“物理原理”利用微積分的討論方式，這就是1949年開始發行的“大學物理”。

於是“大學物理”與“大學物理學”得以蓋全需用者的不同需要與愛好，成為世界各大專院校普遍採用之課本，並且是久而益盛。

譯者於1953年譯介“大學物理學”第二版，繼續其第三版與第四版。1973年譯介“大學物理”第四版，均由台灣中華書局印行。此書為“大學物理”第五版。這兩書內容與格局大致相同，前者不用微積分，後者採用微積分。前者適用於各大專院校，後者宜用於大學理工院系。

譯者研究這兩書的優點：

- 一 內容素材，切合今日“科技事業”的發展，取捨合宜，調配恰當；
- 二 文字精鍊暢達，自然明白；
- 三 插圖生動，插表週到；
- 四 習題四千以上，照顧到最多的不同情況。

這就是它們普遍的深入世界各大專院校，歷久彌新的道理。

2 大學物理 (3017C)

譯者以對這書濃厚之興趣與豐富之經驗，譯此第五版。用字用句，力求盡善盡美，務使讀者與著者間能靈犀貫通，聲氣一致。惟書長數十萬字，疏漏之處，讀者如有發現，至請指教，以便再版時更正之，實所至禱。

最後，譯者對於中華書局一直支持合作，及時印行，甚為感謝。

張 桐 生 謹識

國立成功大學物理學系

民國六十五年九月

目 錄

(上 册)

力學 · 熱學 · 聲學

第一章 向量的合成與分解	1
1- 1 力學中的基本但不能下定義的量	1
1- 2 標準與單位	1
1- 3 物理量的符號	5
1- 4 力	6
1- 5 力的圖示法。向量	7
1- 6 向量加法。一組力的合力	9
1- 7 一個向量的分量	12
1- 8 用直角分解法求合向量	14
1- 9 向量差	16
1-10 關於演算習題	17
習 題	19
第二章 一個質點的平衡	21
2- 1 引 言	21
2- 2 平衡。牛頓第一定律	21
2- 3 牛頓第一運動定律的討論	24
2- 4 牛頓第三運動定律	26
2- 5 一個質點的平衡	28
2- 6 摩 擦	35
習 題	42
第三章 平衡。力矩	47
3- 1 力 矩	47

2 大學物理 (上冊)

3-2	平衡的第二條件	48
3-3	重心	52
3-4	力偶	56
	習題	58
第四章	直線運動	64
4-1	運動	64
4-2	平均速度	64
4-3	瞬時速度	65
4-4	平均加速度與瞬時加速度	67
4-5	定加速度的直線運動	70
4-6	用積分法求速度與坐標	72
4-7	自由落體	76
4-8	變加速度的直線運動	80
4-9	分速度。相對速度	81
	習題	85
第五章	牛頓第二定律。引力	91
5-1	引言	91
5-2	牛頓第二定律。質量	91
5-3	單位系統	94
5-4	牛頓萬有引力	96
5-5	質量與重量	98
5-6	牛頓第二定律的應用	101
	習題	110
第六章	在一平面上的運動	117
6-1	在一平面上的運動	117
6-2	平均速度與瞬時速度	117
6-3	平均與瞬時加速度	119
6-4	加速度的分量	120
6-5	拋體的運動	123
6-6	圓周運動	129

6-7	向心力	132
6-8	在一垂直圓周上的運動	135
6-9	一個衛星的運動	138
6-10	地球轉動時對於 g 的影響	141
	習 題	144
第七章 功與能		149
7-1	功	149
7-2	變力所作的功	151
7-3	功與動能	154
7-4	重力位能	157
7-5	彈性的位能	164
7-6	保守力與耗散力	166
7-7	內 功	167
7-8	內位能	168
7-9	功 率	170
7-10	功率與速度	171
7-11	質量與能量	172
	習 題	175
第八章 衝量與動量		181
8-1	衝量與動量	181
8-2	動量不減原理	185
8-3	碰 撞	187
8-4	非彈性碰撞	187
8-5	彈性碰撞	190
8-6	反 衝	192
8-7	火箭推進原理	194
8-8	推 廣	197
	習 題	199
第九章 轉 動		205
9-1	引 言	205

9- 2	角速度	205
9- 3	角加速度	207
9- 4	定角加速度的轉動	207
9- 5	角與線的速度與加速度間的關係	209
9- 6	轉矩與角加速度。慣性矩	211
9- 7	慣性矩的計算	214
9- 8	動能, 功, 與功率	220
9- 9	角動量	222
9-10	角動量不滅	223
9-11	角量的向量圖示法	226
9-12	陀螺與廻轉器	230
	習題	234
第十章 彈性學		242
10- 1	應力	242
10- 2	應變	245
10- 3	彈性與塑性	247
10- 4	彈性模量	248
10- 5	力常數	253
	習題	254
第十一章 諧運動		257
11- 1	引言	257
11- 2	彈性回復力	257
11- 3	定義	258
11- 4	簡諧運動方程式	259
11- 5	一物體懸掛在一線圈彈簧下的運動	267
11- 6	單擺	269
11- 7	角諧運動	271
11- 8	複擺	271
11- 9	振動中心	273
	習題	276

第十二章 流體靜力學	280
12-1 引 言	280
12-2 流體內的壓力	281
12-3 流體靜力學上的“僻論”	284
12-4 壓力計	284
12-5 真空抽機	286
12-6 阿基米得原理	289
12-7 作用於一水壩的力	292
12-8 表面張力	293
12-9 表面膜的內外壓力差	296
12-10 接觸角與毛細現象	299
習 題	303
第十三章 流體動力學與黏性	308
13-1 引 言	308
13-2 連續性方程式	310
13-3 白努利方程式	311
13-4 白努利方程式的應用	313
13-5 黏 性	320
13-6 泊醉定律	324
13-7 司托克士定律	327
13-8 雷諾數	328
習 題	331
第十四章 相對論力學	335
14-1 物理定律的不變性	335
14-2 同時性的相對本性	337
14-3 時間的相對論	339
14-4 長度的相對論	341
14-5 洛仁子變換	344
14-6 動 量	346
14-7 功與能	347

14- 8 相對論與牛頓力學.....	350
習 題.....	352
第十五章 溫度-膨脹	354
15- 1 溫度的觀念.....	354
15- 2 溫度計.....	357
15- 3 溫標的建立.....	359
15- 4 攝氏、阮肯、與華氏溫標.....	362
15- 5 固體與液體的膨脹.....	363
15- 6 熱應力.....	367
習 題.....	369
第十六章 熱與熱量度	372
16- 1 熱傳遞.....	372
16- 2 熱 量.....	372
16- 3 熱 容.....	375
16- 4 熱容的測定.....	377
16- 5 熱容的實驗值.....	379
16- 6 物態的變化.....	380
16- 7 例題.....	385
習 題.....	387
第十七章 熱的傳遞	391
17- 1 傳 導.....	391
17- 2 在一球體或一柱體中的徑向熱流.....	395
17- 3 對 流.....	395
17- 4 輻 射.....	399
17- 5 史特凡定律.....	400
17- 6 理想輻射體.....	402
習 題.....	404
第十八章 物質的熱性質	407
18- 1 狀態方程式.....	407
18- 2 理想氣體.....	407

18- 3	一理想氣體的 pVT 表面	412
18- 4	一真實物質的 pVT 表面	413
18- 5	臨界點與三態點	417
18- 6	物質溶解於溶劑中對於其凝固點與沸點的影響	423
18- 7	濕 度	424
18- 8	霧室與氣泡室	426
	習 題	428
第十九章 熱力學的定律		431
19- 1	在熱力學中的能與功	431
19- 2	體積變更時作功	431
19- 3	在體積變更中的熱	433
19- 4	熱力學第一定律	435
19- 5	絕熱過程	436
19- 6	等容過程	437
19- 7	等溫過程	437
19- 8	等壓過程	437
19- 9	節流過程	438
19-10	第一定律的微分式	440
19-11	一理想氣體的內能	440
19-12	一理想氣體的熱容	441
19-13	一理想氣體的絕熱過程	443
19-14	熱機	446
19-15	汽油發動機	448
19-16	狄則耳機	450
19-17	蒸汽機	451
19-18	熱力學第二定律	452
19-19	冷凍機	453
19-20	卡諾循環	455
19-21	克氏溫標	456
19-22	絕對零度	458

19-23	熵	459
19-24	熵增加原理	461
19-25	能量變換	462
	習題	464
第二十章 物質的分子性質		468
20-1	物質的分子說	468
20-2	亞佛加厥數	470
20-3	物質的性質	473
20-4	一理想氣體動力說	473
20-5	一氣體的模爾比熱	478
20-6	分子速率的實驗測定法	479
20-7	晶體	480
20-8	一晶體的熱容量	482
	習題	486
第二十一章 進行波		488
21-1	引言	488
21-2	週期波	489
21-3	進行波的數學式	491
21-4	橫波的速率	494
21-5	縱波的速率	496
21-6	縱波的絕熱特性	498
21-7	水波	501
	習題	504
第二十二章 振動體		506
22-1	絃線的邊界條件	506
22-2	一絃線中的駐波	507
22-3	固結兩端絃線的振動	510
22-4	共振	512
22-5	縱波的干涉	514