

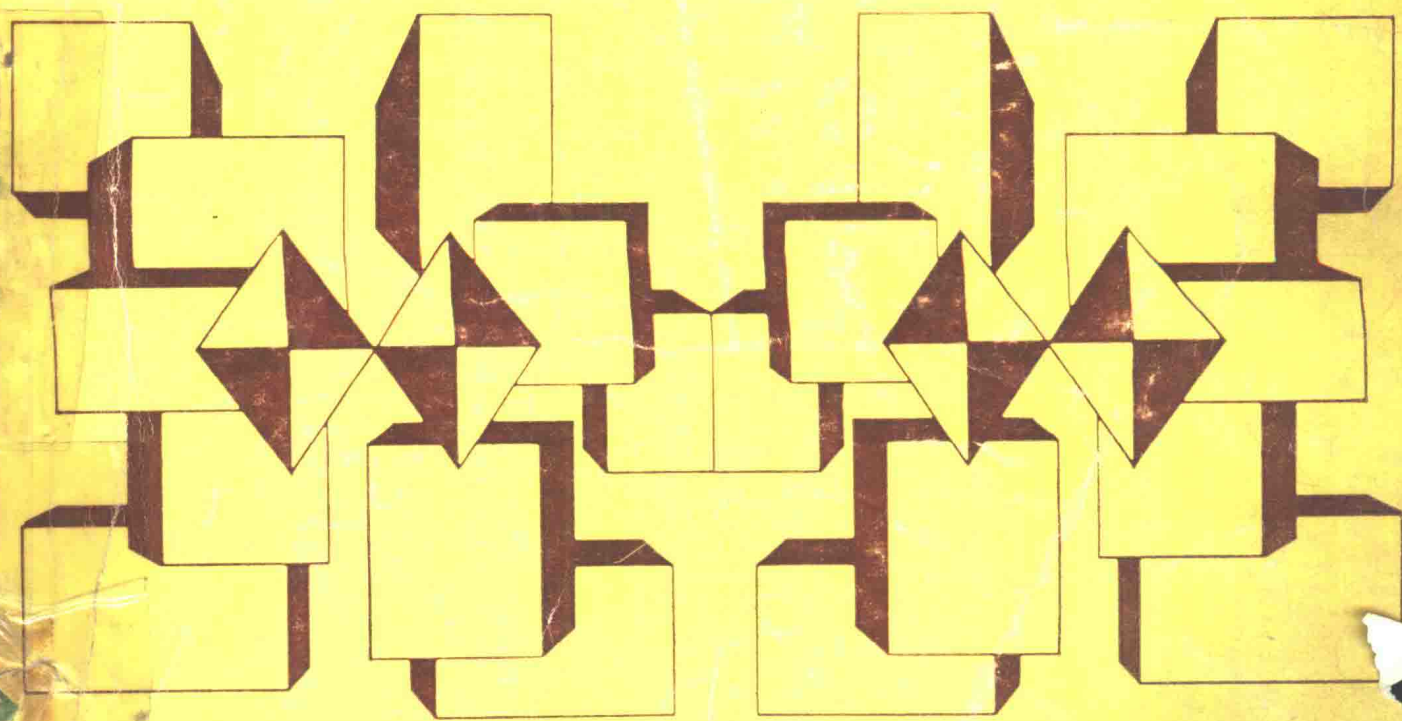
工業專科學校用書

# 當代實用物理

上 册

編 著 者 張 桐 生

〔遵照教育部六十五年公布五年制工業專科學校暫行課程標準編著〕



正 中 書 局 印 行

# 當代實用物理

---

1508

---

版權所有



翻印必究

中華民國六十五年八月臺初版  
力行版 工業專科學校 當代實用物理  
教科書

上冊 基本定價 六元七角

(外埠酌加運費滙費)

編著者 張 桐 生

發行人 黎 元 譽

發行印刷 正 中 書 局

(臺灣臺北市衡陽路二十號)

海外總經銷 集 成 圖 書 公 司

(香港九龍油麻地北海街七號)

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)

東 海 書 店

(日本京都市左京區田中門前町九八番地)

---

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號

(7090) 外

# 弁 言

最近數年，編者嘗有撰寫一本工專物理教科書之意願，惟總以茲事體大，擱筆者再三。

因爲工專物理的內容，必須是對工專學生的相關專業學科與將來事業有切實的關聯與需要者。就今日物理知識的豐富與專業的精深程度言，今日的一本工專物理課本已不宜也不能是一本傳統結構的「普通物理學」。因爲傳統的「普通物理學」是着重在站得高，看得遠，蓋得全；工專物理卻是希望其內容對其專業靠得近，應用得着的。所以我們認定工專物理的本質應當是當代的，實用的，稱作「當代實用物理」的。

其次就是蒐集撰寫課本的資料了。這三十年來，我們是跨進一個嶄新的科技新境界：家用的，如，電視，各項電化用具，空氣調節，直接撥號，自動排擋；更出色的，如原子能，登陸月球，電子計算機，自動化，半導體，雷射（laser），新能源開發，消除髒亂，物理醫學，針灸，颱風改造，地震預報，這些都是今日人人生於斯的周遭事物，是現代國家經濟生活的實質，都應當併列爲撰寫「當代實用物理」的素材。

我們發展國家經濟事業，自然可以引進國外的資金，機器設備，與技術；但這些必需有我們自己的人來接應，訓練這樣隨在皆是在國內接應生根的技術幹部是工專教育的任務。

工專物理就應當對於這許多當代的科技事業交代清楚：其物理基礎何在？現況發展到怎樣情形？侍應的實務如何？如何善盡其用，謀其發展？能包括這些，才是一本工專適用的「當代實用物理」。

編者未能自己直接的搜集這樣的資料來撰寫這樣一本書，但是經與識者仔細研議，得以下一本今日美國最通行的工專物理：

“Harris, N. C. and Hermmerring, E. M., Introductory Applied Physics, 3rd ed. 1972, McGraw-Hill Book Co.”

## 2 專科物理 (上)

其編述要旨與編者所論述者正相符合。而其取材之精到，述作之精擘，確是佳構。科學技術原是世界共通的。美國是當代科技超級大國，各制工專一千餘所，在學學生二百萬以上，這巨股洪流的科技專才是美國科技事業發展之主力軍。物理學為科技教育的基本。考此通行採用之工專物理，允是「當代實用」，圖文並茂，稱其居工專基本課業之要津。以之移用於我國工專課本，對於加強我國今日之工專教育，加速我國之科技發展與經濟建設，自當有非凡之積極助益。

編者之工作是使此書成為一本適用我國工專學生的課本。第一是將此書改用中文撰述，並改用我國通用名詞術語〔係按照教育部於民國60年12月公布之「物理學名詞」(增訂本)辦理〕；第二是屬地區性者採用我國之資料，例如天氣圖，地磁分佈等；第三是詳列子目於篇首目次，彙排綜合資料為附錄，印於篇末，便利查閱。編者之用心，要在使我國學生可以與科技大國的學生共享此一當代實用物理的佳構，從而對我國工專教育與「經濟建設產生最大的切實助益。

論此書之內容，特足稱道者如次：(1) 物理素材屬當代實用者，為工專學生所切需；(2) 所引用之數學，止於三角與初等代數，符合我們各制工專學生之數學程度；(3) 敷陳是圖文並重，圖片生動，文字平易，讀者對照參閱，容易領悟；尤屬重要者，是(4) 此書材料豐富，可以由授課教師配合授課鐘點，彈性伸縮，以適合我們五年制工專兩學年之講授，與二、三年制工專一學年之講授。

此書內容之精擘，是集今日科技大國之精華與原著者之心血所激成；此書改編為我國工專課本，是編者之用心與努力，目的在使我國工專教育在物理基本課業方面，能攀騰科技大國也。

編者為切盼此書能將我們的工專物理推進到一當代實用的新境界，於撰述時，極為謹慎。但是凡事均難免有缺失之處。讀者賢達，如有發現或是在本書其它各方面另有卓見時，請隨時不吝指教，是所至荷。

最後，編者對於正中書局推誠合作，儘先印行，併此致謝。

國立成功大學理學院

張桐生 謹識

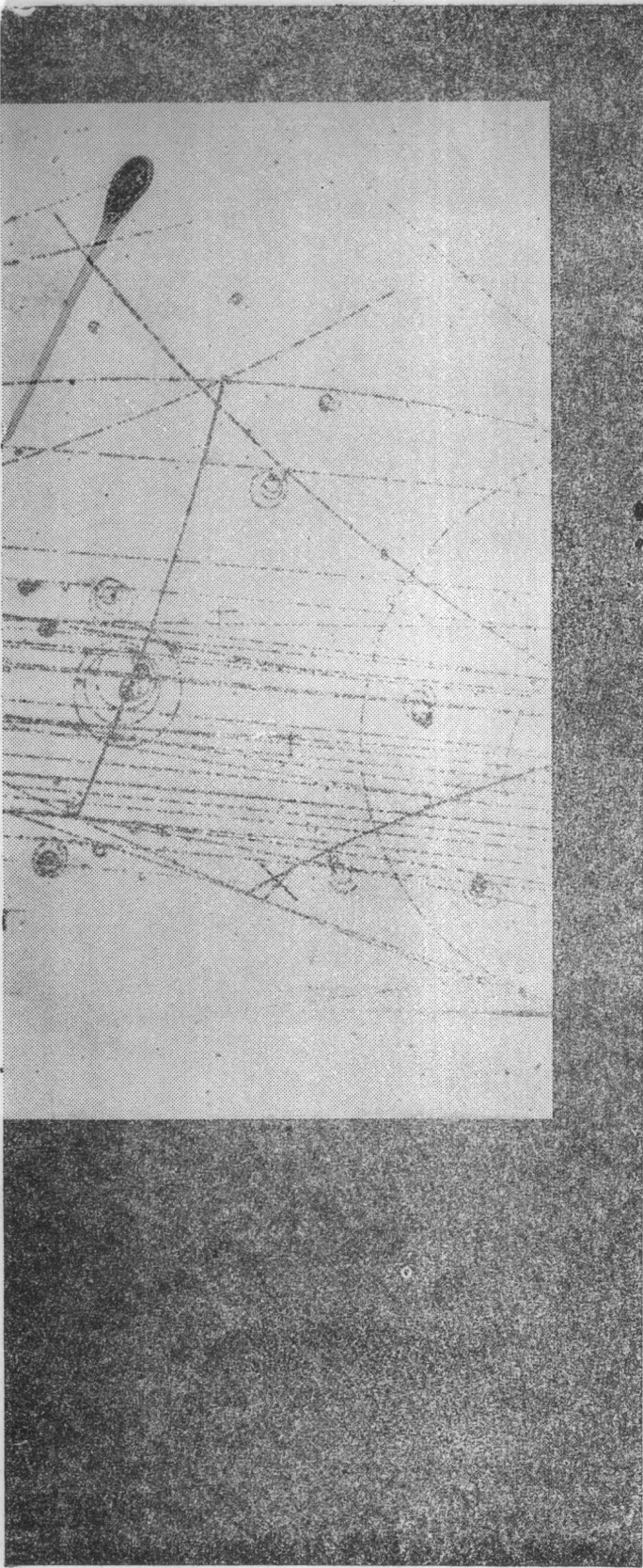
64年9月



# 當代實用物理

---

# 引 言



在一一30吋氣室中，由一3.3 Bev/c  
的反質子所引起之質子一反質子湮滅。  
(美國國立Brookhaven 研究所)

在一 20 吋氣泡室中，由一 3.3 Bev/c  
的反質子所引起的質子—反質子毀滅。  
(美國國立 Brookhaven 研究所)



# 目 次

## 引 言

### 第 1 章 引言與基本數學的複習 ..... 1

#### 何謂物理( 2 )?

1-1. 物理學是物質與能量的科學( 2 ); 1-2. 物質有三種形態( 3 ); 1-3. 在工業中的能量變換( 3 ); 1-4. 工業與機械( 4 ); 1-5. 熱能與機械功( 4 ); 1-6. 能量與波動( 5 ); 1-7. 能量是工業的基礎( 5 ); 1-8. 新的發現與它們用在工業上的可能性( 6 ); 1-9. 數學是技師的基本工具( 6 ); 1-10. 十進制名詞( 6 ); 1-11. 有效數字( 8 )。

#### 代數複習( 8 );

1-12 代數應用到公式( 8 )。

#### 幾何複習( 10 );

1-13. 平面幾何圖形( 10 ); 1-14. 立體幾何圖( 13 )。

#### 三角複習( 14 );

1-15. 基本的三角關係( 15 ); 1-16. 代數與三角術( 16 ); 1-17. 製作與解釋圖線( 18 )。

#### 怎樣學物理( 20 );

1-18. 精讀( 20 ); 1-19. 課堂筆記( 20 ); 1-20. 做實驗與工廠參觀( 20 ); 1-21. 習題( 21 )。

#### 概要( 21 );

#### 問題與習題( 22 )。

### 第 2 章 精密量度 ..... 25

2-1. 量度的基本單位( 26 ); 2-2. 長度的量度( 27 ); 2-3. 質量的量度( 29 ); 2-4. 時間的量度( 30 ); 2-5. 量度儀器

( 32 ); 2-6. 校正儀器( 36 ); 2-7. 準確度的標準( 39 )。  
綴要( 41 );  
問題與習題( 41 )。

## 第一篇 力 學

### 第 3 章 力與運動 .....47

3-1. 重力( 47 ); 3-2. 重力是重量的衡量( 48 ); 3-3. 量度力( 50 ); 3-4. 運動的觀念( 50 ); 3-5. 速度是運動的變率(50); 3-6. 加速運動( 52 ); 3-7. 速度與加速運動( 53 ); 3-8. 等加速運動的距離與速度( 54 ); 3-9. 加速運動的普遍方程式( 56 ); 3-10. 重力加速度( 58 ); 3-11. 公式彙集( 62 ); 3-12. 垂直運動受重力的影響( 63 ); 3-13. 拋體運動與彈道學( 64 ); 3-14. 轟炸機的問題( 65 ); 3-15. 炮擊( 68 ); 3-16. 力是變更運動的原因( 71 ); 3-17. 力是克服慣性所必需( 72 ); 3-18. 牛頓的運動第一定律( 73 ); 3-19. 牛頓的第二定律( 75 ); 3-20. 絕對單位與重力單位( 75 ); 3-21. 牛頓的第三定律( 81 ); 3-22. 因次分析( 82 )。綴要( 85 ); 問題與習題( 86 )。

### 第 4 章 功、能與功率 .....91

功( 91 ); 4-1. 何謂功( 91 ); 4-2. 功的單位( 93 )。能( 94 ); 4-3. 能的分類( 95 ) 4-4. ; 能量的量度( 95 ); 4-5. 能量與它的變換( 99 ); 4-6. 能量不減原理( 100 )。動量( 102 ); 4-7. 衝量( 102 ); 4-8. 運動流體的撞擊( 105 ); 4-9. 動量與牛頓第三定律( 105 ); 4-10. 火箭與噴氣發動機( 108 )。功率( 111 ); 4-11. 功的單位( 112 ); 4-12. 效率( 114 ); 4-13. 量度馬力( 115 )。綴要( 117 ), 問題與習題( 118 )。

### 第 5 章 向量與圖解法 ..... 121

5-1. 用向量來代表量( 121 ); 5-2. 力的平行四邊形法( 122 );

5-3. 力的平衡( 123 ); 5-4. 向量三角形( 123 ); 5-5. 向量多邊形( 124 ); 5-6. 向量分解為直角分量( 124 ); 5-7. 用分量法做向量加法( 127 ); 5-8. 應用於結構問題的向量(128); 5-9. 平行力的平衡( 130 ); 5-10. 由於共點力的平衡(133); 5-11. 速度問題的向量解法 ( 136 ); 5-12. 向量的純量乘法 ( 140 )。綴要( 140 ); 問題與習題( 141 )。

## 第 6 章 基本機械——摩擦力 ..... 145

基本機械( 145 ); 6-1. 槓桿( 146 ); 6-2. 機械利益( 147 ); 6-3. 桿槓與功的原理(147); 6-4. 槓桿的例子與型式(148); 6-5. 其它槓桿( 150 ); 6-6. 斜面( 150 ); 6-7. 有些道路是斜面( 152 )。摩擦( 152 ); 6-8. 摩擦與機械( 152 ); 6-9. 摩擦的本性( 153 ); 6-10. 摩擦力的分析( 153 ); 6-11. 均速滑移角( 155 ); 6-12. 摩擦是好還是壞( 156 ); 6-13. 滾動摩擦( 156 ); 6-14. 滾動摩擦係數( 157 ); 6-15. 套筒軸承與滾珠軸承或滾子軸承的比較(157); 6-16. 流體摩擦(159); 6-17. 摩擦對於機械的效應( 161 ); 6-18. 機械利益與效率( 161 )。基本機械的修改( 163 ); 6-19. 劈(163); 6-20. 螺旋(164); 6-21. 螺旋千斤頂( 164 ); 6-22. 螺旋千斤頂的機械利益與效率( 165 ); 6-23. 螺旋原理的其他應用( 166 ); 6-24. 輪軸( 166 ); 6-25. 滑輪(167); 6-26. 複滑輪組合(169); 6-27. 掛鏈或差動滑輪(170); 6-28. 滑輪與皮帶用作傳送動力(172); 6-29. 變節距滑輪( 173 ); 6-30. 齒輪與齒輪組合( 174 ); 6-31. 複式機械( 176 )。綴要( 178 ); 問題與習題( 179 )。

## 第 7 章 圓周運動與衛星力學 ..... 183

圓周運動( 183 ); 7-1. 轉動與平移的對照( 183 ); 7-2. 角的量度( 184 ); 7-3. 角速度( 186 ); 7-4. 角距離與角速度的關係( 186 ); 7-5. 等速圓周運動( 188 ); 7-6. 向心力( 189 ); 7-7. 離心力( 190 ); 7-8. 向心力的應用( 191 ); 7-9. 離心

機(192); 7-10. 向心力應用於特技飛行(193); 7-11. 公路與鐵路上的車行依賴於向心力(196); 7-12. 路基的傾側(197)。引力與太空探測(199); 7-13. 牛頓的萬有引力定律(199); 7-14. 地球的質量(202); 7-15. 繞行的衛星(203); 7-16. 無重現象(208); 7-17. 在另一行星上的登陸(209); 7-18. 衛星的應用(212)。綴要(213); 問題與習題(214)。

## 第 8 章 轉動動力學、轉矩與動力傳遞 ..... 217

8-1. 角加速度(217)。轉矩(221); 8-2. 轉矩是轉動的原因, 向量積(221); 8-3. 在轉動中的功與功率(223); 8-4. 用主動軸作動力傳遞(225)。轉動動力學(226); 8-5. 慣性矩(227); 8-6. 角動量(230); 8-7. 轉動動能(231)。綴要(232); 問題與習題(233)。

## 第二篇 物質的性質

## 第 9 章 物質的結構 ..... 239

9-1. 物質三態的特性(239); 9-2. 物質的組成(240); 9-3. 分子運動(240); 9-4. 分子運動與氣體壓力(242); 9-5. 分子結構(242); 9-6. 混合物與化合物(243); 9-7. 分子吸引力(243); 9-8. 分子相斥力(244); 9-9. 表面能力(245); 9-10. 表面張力的量度(246); 9-11. 毛細現象(248)。綴要(249); 問題與習題(249)。

## 第 10 章 固體的性質 ..... 251

10-1. 兩種密度(252); 10-2. 密度與比重(254); 10-3. 彈性學(255); 10-4. 應力的種類(256); 10-5. 應力引起應變(259); 10-6. 彈性模量(260); 10-7. 彈性限度, 極限強度(263); 10-8. 應力應變圖(263); 10-9. 安全因數(264); 10-10. 體積彈性係數與壓縮係數(265); 10-11. 切變模量

(267); 10-12. 硬性、展性與延性(269); 10-13. 布里內耳硬度表(270); 10-14. 延性(271); 10-15. 展性(272)。綫要(272); 問題與習題(275)。

## 第 11 章 液體的性質 ..... 279

11-1. 液體有它自己的液面高度(280)。流體靜力學(280);  
 11-2. 壓力是單位面積的力(280); 11-3. 流體靜壓力隨液體的深度而增加(282); 11-4. 液體的壓力是由於重量(282);  
 11-5. 盛器的形狀與尺寸與液體壓力的關係(285); 11-6. 水壩(286); 11-7. 水壓力的傳送——巴斯噶定律(286);  
 11-8. 水壓機(288); 11-9. 阿基米得原理, 浮力(290);  
 11-10. 阿基本得原理的理論證明(292); 11-11. 固體的比重(294); 11-12. 液體的比重(294)。水力學(297); 11-13. 動態流體(297); 11-14. 白努利原理(299); 11-15. 液體流動的量度(303); 11-16. 抽水機(305); 11-17. 新式抽機(305); 11-18. 離心抽機(306); 11-19. 輪機系(307);  
 11-20. 黏性(309); 11-21. 揮發性(309)。綫要(310); 問題與習題(311)。

## 第 12 章 氣體的性質 ..... 315

12-1. 氣體的特性(315); 12-2. 氣體的體積隨壓力而變, 波以耳定律(316); 12-3. 氣體的體積隨溫度而變, 查理定律(317); 12-4. 氣體的壓力隨溫度而變(318); 12-5. 汽與氣(318); 12-6. 氣體與汽的密度(319); 12-7. 工業用氣(320);  
 12-8. 大氣(321); 12-9. 大氣壓力的變化(321); 12-10. 氣壓計(322); 12-11. 大氣壓力(324); 12-12. 無液氣壓計(324); 12-13. 高度計(326); 12-14. 天氣預報(326);  
 12-15. 利用大氣壓力操動的機械器具(327); 12-16. 壓力抽機(328); 12-17. 虹吸管(328); 12-18. 布當壓力計(330);  
 12-19. 計示壓力與絕對壓力(331); 12-20. 真空計(331);



12-21. 白努勞利原理應用於氣體 (331)。綫要 (333); 問題與習題 (334)。

### 第三篇 熱與熱力學

#### 第 13 章 溫度與熱效應 ..... 339

溫度與溫度的測定 (339); 13-1. 溫度 (339); 13-2. 液體溫度計 (340); 13-3. 華氏溫標 (340); 13-4. 攝氏溫標 (341); 13-5. 華氏溫標與攝氏溫標的比較 (341); 13-6. 普通溫度計的構造 (342); 13-7. 標度盤溫度計 (343); 13-8. 電阻溫度計 (343); 13-9. 熱電偶 (344); 13-10. 輻射高溫計 (346); 13-11. 光測高溫計 (347)。熱的本性 (349); 13-12. 熱是能的一種形式 (350); 13-13. 一氣體的行為 (350); 13-14. 熱與溫度的對照 (351); 13-15. 熱所引起的膨脹 (351) 13-16. 線膨脹 (352); 13-17. 差膨脹原理 (353); 13-18. 面膨脹 (356); 13-19. 體積膨脹——固體 (357); 13-20. 水的異常膨脹 (359) 13-21. 氣體的熱行為與壓力—體積—溫度的關係式 (360); 13-22. 普遍氣體定律 (366); 13-23. 溫度量度的國際標準 (366)。綫要 (368); 問題與習題 (369)。

#### 第 14 章 熱與狀態變更 ..... 371

熱的量度 (371); 14-1. 熱量度的單位 (373); 14-2. 量度燃料的熱值 (373); 14-3. 不同物質以不同的速率吸熱 (375) 14-4. 比熱 (376); 14-5. 比熱的量度 (376); 14-6. 固體比熱的量度 (377); 14-7. 水與熱 (379)。狀態變更 (381); 14-8. 水的溫度—熱 T-H 圖 (381); 14-9. 熔化與凝固 (384); 14-10. 水的沸騰現象 (386); 14-11. 沸騰的本性 (386); 14-12. 動分子假說 (389); 14-13. 蒸發 (389); 14-14. 一些有趣味的表演 (390); 14-15. 液—汽交界 (391); 14-16. 三態點 (393); 14-17. 狀態變更對於工業上的重要性 (394)。

綴要( 396); 問題與習題( 397)。

## 第 15 章 熱傳遞 ..... 401

15-1. 熱流下一溫度丘( 401 ); 15-2. 熱傳遞過程( 401 );  
15-3. 傳導( 402 ); 15-4. 熱導率( 402 ); 15-5. 熱導率的量  
度( 405 ); 15-6. 對流( 407 ); 15-7. 強制與自然對流( 407 );  
15-8. 輻射( 408 ); 15-9. 熱傳遞過程的應用( 413 )。綴要  
( 414 ); 問題與習題( 416 )。

## 第 16 章 熱力學——熱機 ..... 419

基本原理( 421 ); 16-1. 熱功當量( 421 ); 16-2. 在能量變換  
中的不滅性( 423 ); 16-3. 熱力學的定律( 425 ); 16-4. 焓  
( 427 ); 16-5. 熱機的基本原理( 427 ); 16-6. 熱機中的循環  
過程( 428 ); 16-7. 理想熱機—卡諾循環; ( 430 ) 16-8. 理想熱  
機的效率( 432 ); 蒸汽機( 433 ); 16-9. 往復式蒸汽機( 433 );  
16-10. 蒸汽機性能的分析( 434 ); 16-11. 多汽缸熱機( 435 );  
16-12. 復往式蒸汽所產生的馬力( 436 ); 16-13. 現階段的往  
復式蒸汽機( 436 ); 16-14. 汽渦輪機( 437 ); 16-15. 渦輪機的  
詳細構造( 438 ); 16-16. 渦輪機所產生的馬力( 440 ); 16-17.  
汽渦輪機設計的一些問題( 441 ); 16-18. 蒸汽機的鍋爐( 441 );  
16-19. 蒸汽機的燃料( 442 ); 16-20. 冷凝器( 443 )。內燃機  
( 443 ); 16-21. 往復式內燃機( 444 ); 16-22. 四衝程循環  
( 445 ); 16-23. 二衝程循環( 446 ); 16-24. 交通用的發動機  
( 447 ); 16-25. 汽車與卡車發動機的馬力標準( 449 ); 16-26.  
航空發動機( 449 ); 16-27. 狄則耳發動機( 450 ); 16-28. 煤氣  
機( 453 ); 16-29. 氣渦輪機( 454 ); 16-30. 噴射機( 454 );  
16-31. 火箭馬達( 455 )。綴要( 459 ); 問題與習題( 460 )。

## 第 17 章 冷凍與空氣調節 ..... 463

冷凍( 463 ); 17-1. 冷凍容量的單位( 464 ); 17-2. 機械冷凍

## 8. 專科物理(上)

的一些應用(464); 17-3. 冷凍的基本熱力學(464); 17-4. 機械冷凍(465); 17-5. 冷凍系統(466); 壓縮冷凍系統(466); 17-6. 壓縮系統的組件(467); 17-7. 壓縮循環的分析(470); 17-8. 壓縮冷凍系統的熱力學(472); 17-9. 壓縮機設計的原理(475); 17-10. 往復式壓縮機(475); 17-11. 離心式壓縮機(477); 17-12. 輪轉式壓縮機(477); 17-13. 冷凝器(478); 17-14. 完整的凝結機(480); 17-15. 蒸發器(480); 17-16. 冷凍廠的控制(481)。吸收式冷凍系統(482); 17-17. 吸收式系統的解說(483); 17-18. 熱電冷凍(485); 17-19. 低溫學(485)。空氣調節(489); 17-20. 何謂空氣調節(490); 17-21. 大氣與人體舒適(490); 17-22. 濕度(491); 17-23. 測量相對濕度(491); 17-24. 何謂人體舒適(492); 17-25. 蒸汽及熱水系統(496); 17-26. 溫暖空氣系統(498); 17-27. 熱增益的分類(501); 17-28. 夏季空氣調節系統的基本組件(501); 17-29. 空氣調節器(502); 17-30. 冷凍設備(503); 17-31. 導管及空氣流閘門(504); 17-32. 「中央系統」與個別裝置空氣調節機的比較(505); 17-33. 整包一套的空氣調節機(507); 17-34. 全年用空氣調節機(507)。綴要(509); 問題與習題(511)。

單數題答案 ..... 515

## 附 錄

附錄一、自然三角圖數表(519); 附錄二、常用對數表(520); 附錄三、希臘字母表(522); 附錄四、定義、換算因子與當量(523); 附錄五、重要的物理常數(530)。

## 引言與基本數學的複習

本世紀的中期，科技發現的步伐很快，使科學知識的累積每十年增加一倍。在化學方面的發現，引導出石油化學、塑膠與合成工業；生物學的研究，引起在藥物上、遺傳學上、與農業上許多重要突破；物理學的研究已為技術改變立好基礎，如應用科學與工程已發展出電腦、噴氣飛機、微波通訊、核能、雷射 (laser)、太空飛行、與攝控 (cybernetic) 時代。從物理學的研究應用言，除了這些似乎奇特動人的發展外，還有日常應用的，如汽車、空氣調節與冷凍、電話、電影、電視、遙控、電燈與電力、以及自動化工業的新奇機器。

在這不到一個人生歷程的時間，這樣近代器物與系統的特殊迅速發展，當然歸功於第二世紀天才者的貢獻；但這也歸功於過去一些睿智的巨擘，如阿基米得 (Archimedes)、伽立略 (Galileo)、牛頓 (Newton)、富然克林 (Franklin)，與拉塞福 (Rutherford) 所傳授給我們的研究與科學探討的精神。

在本書中，讀者當可了解到的是一些物理學怎樣循着科學的途徑發展；並且更多的是物理學怎樣應用到今日的技术問題。

許多讀這部物理學的學生將來要做研究與設計的技師(工程技師)或是在工業生產與檢驗方面的工作(工業技師)。如果您的目標是做一技師，這部書就會提供您職業上技術專業研究的基礎以及許多您將來要從事的工作的基礎。如果您學這課程的目的是為學其他專科而不是技術，或是僅為畢業所必需的科學課程，那麼您即會在這部書中獲得許多珍貴的知識與興趣。在今日，任何人除非對於物理學的原理與應用有些了解，是不能真正稱作是受了良好教育的人。就以您將來的