

# 新實用物理學

## NEW PRACTICAL PHYSICS

BY

BLACK AND DAVIS

民國二十四年一月

師大附中理科叢刊社出版

# 新 實 用 物 理 學

## New Practical Physics

By

Black and Davis

民國二十四年一月

師大附中理科叢刊社出版

# 新實用物理學

全 一 冊

定價每冊國幣貳圓伍角

原 著 者

Black and Davis

翻 譯 者

薄 善 保

聶 恒 銳

高 同 恩

校 訂 者

張 貽 惠

劉 拓

發 行 者

理 科 叢 刊 社

國立北平師大附中

印 刷 者

集 成 印 書 局

和平門內東順城街

分 銷 處

中 原 書 店

北平東安市場



### 運輸用之三發動機單葉機,全體用金屬製成.

該機之說明如下: 橫長74呎,縱長49呎10吋,機翼面積785平方呎,機重6100磅,可載重3900磅並能裝235鎊之汽油,駛行速率為每時95哩,每段飛程570哩,三機關之功率載(Power load)為每馬功率15磅,艙內有座可容10人,該機約值美金49,000元.

## 原 序

本書著者深信研究普通物理學之要務,首在了解日常所習見各機械之構造及其作用之基本原理,本書中之各部分,即專致力於日常生活之物理學諸原理的應用,而不在分子物理,或原子構造等之探討也,由吾人之經驗,深知學生如在無意識中,發現其所習某科學之實際應用時,必得最大之愉快;故在正當情形下,物理學應為學校中最有興趣之科目。

本書命名為新實用物理學即含此意;然在另一方面,吾人亦決不忽視近十年來理論物理學者之最高活動,及其深遽之發現,蓋深信此種理論,對於深造之學者,自有其特殊之重要及最大之興趣;但對於初學物理者,此等淵深理論與其簡單經驗,實相距太遠,故本書只能簡略述及之。

近十年來更有多數超來之人材,在工業研究室中從事工作;並發現若干基本原理之新應用,其中適合於本書之目的者,已將其採入,且此數種增加材料為實用物理領域中之最重要者。

本版在精神上,教學方法及總目錄與學習時間等與前版幾全相同,而本版由長時間之考驗,更特別注意於教材之排列,務使其易於教授;並使實驗室中之物理與家庭,街市,工廠中之物理直接關聯,所採之問題,寧取其實際應用者,而不

取編製者，且力求減少算學計算之繁雜。最後吾人更以清楚總括之綱要，使學生之注意集中於重要事項。又設若干問題，學生必須訪問教室以外之機械匠、工程師等技術人材，得其指示及其意見後，方可得詳明之解答。

本版增進之處甚多，下列諸點更應特別提及：

1. 十分努力於內容及說明之簡明及擴大。
2. 問題已精細校正並謹慎編列。
3. 附表中又增補助問題若干。
4. 近代之最重要發明如飛機、無線電、電視、五彩有聲電影等之敘述，皆十分新穎入時。
5. 近代最新奇之X線與結晶之實驗，亦略述及，以俾學生得窺物質構造之堂奧。

吾人感謝諸位教師由採用前版所得之經驗，給與若干可貴之批評及建議，俾本版得以改進。吾人所深感激者為：

Mr. J. Hawley Aiken, Technical High School, Springfield, Mass.; Mr. E. F. Allen, Senior High School, Atlantic City, N. J.; Mr. C. G. Ames, High School Berkeley, Calif.; Mr. W. J. Boyd, Collinwood High School, Cleveland, O.; Mr. M. I. Buker, High School, New Bedford, Mass.; Mr. F. M. Carl, Collinwood High School, Cleveland, O.; Mr. H. C. Christensen, High School, Berkeley, Calif.; Mr. Daniel Dahl, High School, Passaic, N. I.; Mr. W. V. Emery, High School, Berkeley, Calif.; Mr. E. E. Ford, West High

School, Rochester, N. Y.; Mr. J. C. Howard, Senior High School, Savannah, Ga.; Mr. L. W. Johnson, High School, Butte, Mont.; Mr. I. T. Johnsrud, Lewis and Clark High School, Spokane, Wash.; Mr. A. L. Jordan, Polytechnic High School, San Francisco, Calif.; Mr. A. F. Long, Central High School, Patterson, N. J.; Mr. L. T. Masson, Bennett High School, Buffalo, N. Y.; Mr. J. G. Macken, Lewis and Clark High School, Spokane, Wash.; Mr. J. C. O'Neil, Public High School, Hartford, Conn.; Mr. J. C. Packard, High School, Brookline, Mass.; Mr. C. F. Peck, Polytechnic High School, Long Beach, Calif.; Mr. G. S. Pierce, West Technical High School, Cleveland, O.; Mr. M. L. Raymond, Central High School, Scranton, Pa.; Mr. G. C. Sayre, Central High School, Duluth, Minn.; Mr. J. H. Schaumloeffel, Technical High School, Brooklyn, N. Y.; and Miss Minnie Van Valkenburgh, High School, Dublin, Ga.

著者特別感謝 Mr. Homen 及米爾頓研究會之 W. Le Sourd 所編製之問題及 Mr. Austin 及哈佛大學之 R. Frey 改編無線電學一章。同事 Prof. Frederick 善爲校對印稿並供給若干可貴之意見。印稿及草稿皆由吾妻精密校對，並使格式異常清晰明瞭。不幸校長 Davis 未得參加此次修改，故本版只得由予一人完全負責。

## 目 錄

頁數

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 第 一 章 | 緒論： 度量及衡量.....     | 1   |
| 第 二 章 | 簡單機械： 槓桿及滑輪.....   | 18  |
| 第 三 章 | 功、功率及摩擦.....       | 44  |
| 第 四 章 | 液體中之壓力.....        | 73  |
| 第 五 章 | 空氣之壓力.....         | 101 |
| 第 六 章 | 運動之液體及氣體.....      | 137 |
| 第 七 章 | 彈性及材料強弱學、表面張力..... | 151 |
| 第 八 章 | 作用於一點之諸力.....      | 169 |
| 第 九 章 | 加速度運動.....         | 188 |
| 第 十 章 | 運動三定律.....         | 205 |
| 第十一章  | 勢能及動能.....         | 220 |
| 第十二章  | 熱及膨脹.....          | 232 |
| 第十三章  | 熱之傳播.....          | 256 |
| 第十四章  | 冰、水及蒸汽.....        | 269 |
| 第十五章  | 蒸汽及氣體機關.....       | 302 |
| 第十六章  | 磁.....             | 329 |
| 第十七章  | 靜電.....            | 344 |
| 第十八章  | 電流.....            | 361 |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 第十九章  | 電路. ....          | 383 |
| 第二十章  | 電流之磁效應及化學效應. .... | 402 |
| 第二十一章 | 電功率,電熱器及電燈. ....  | 429 |
| 第二十二章 | 發電機與電動機. ....     | 447 |
| 第二十三章 | 誘導圈及變壓器. ....     | 475 |
| 第二十四章 | 交流. ....          | 497 |
| 第二十五章 | 音波. ....          | 515 |
| 第二十六章 | 樂音. ....          | 534 |
| 第二十七章 | 照度: 燈及反射器. ....   | 561 |
| 第二十八章 | 透鏡及光學器械. ....     | 590 |
| 第二十九章 | 色及光譜. ....        | 631 |
| 第三十章  | 無線電報及無線電話. ....   | 647 |
| 第三十一章 | 陰極線及X線. 放射性. .... | 676 |
|       | 附錄. ....          | 690 |
|       | 總問題. ....         | 696 |

# 新實用物理學

## 第一章

### 緒論 重量及計量

物理學是一種科學——內容及區分——物理學中包括計量及敘述——英國制及十進制之重要單位——時間之單位——密度

1. 物理學是一種科學. 本書中所述之物理學, 與一般由不知不覺中, 所學得者不同; 其主要差別, 非僅在解答「何故」(Why) 及「如何」(How) 之問題而已, 且進而作「數量」(How much) 之解答. 蓋由實際測量事物, 所得之知識, 方可有助於應用, 而收宏大之效果. 例如吾人皆知汽車登山, 由於汽油在機中燃燒, 所生之力, 使推進輪轉動, 車輪復推壓地面, 如路不過滑, 則此車即可前進. 但物理家詳察此事後, 必進而問曰: 「此車現需汽油若干? 在理想上應用若干? 多耗之油用於何處? 制動機 (Brake) 應施力若干; 方可使車停於坡上? 制動槓桿 (Brake rod) 宜如何堅實, 制動機之面積廣大幾何, 始克致用. 對於以上及類此之諸問

題如能正確答覆，則此人必能善用其車，或可改良車中之構造也。

2. 物理之區分。研究物理學之主要目的，為養成吾人對於習見之事物，有詳細觀察，正確考慮之習慣。但習見之事物不一，狀類紛繁；為便於研究計，可分為力學、熱學、電學、音學，及光學五部。例如欲精密研究汽車之種種問題，則車中之曲拐 (Crank) 齒輪 (Gear)，槓桿 (Lever) 唧筒 (Pump)，制動機 (Brake) 以及各部機件之運動，與材料之強弱等，皆屬於力學之問題；內燃機，揮發器 (Carburator) 輻射器 (Radiator) 等，則為熱學中之問題；電花栓 (Spark plug)，電花圈 (Spark coil) 發電機 (Generator)，及電池等，則為電學中之問題；喇叭 (Horn)，悶音器 (Muffler) 等則為音學中之問題；又如車燈，反射鏡，透鏡等，則為光學中之問題；推而至於近世之任何機械，無論其為

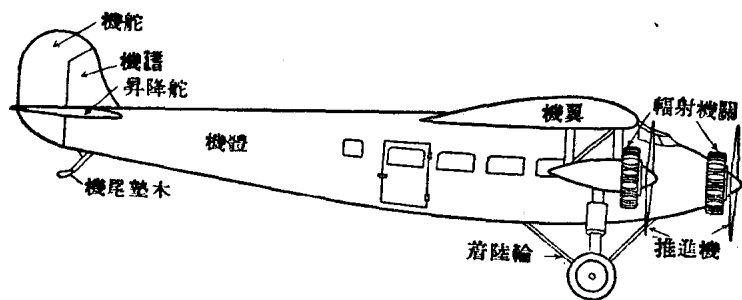


圖 I 飛機側面圖

汽車，機關車 (Locomotive)，汽艇 (Motor boat)，輪船，飛機 (圖1) 潛水艇等，不僅為物理學原理之集成，即此等機械之本身，亦

多係物理科學使之實現者。

3. 物理學以計量爲始。昔日柏拉圖曾謂「任何學術中，如除掉算學及度、量、衡外，所餘無幾。」學者在試驗室中學習測量各種事物，其主要意義，不只在所得之結果，且在使學者遇見應測量之事物，習知一完善測量之方法，並使其對於事物之「量」的問題能作正確可靠之討論也。

吾人應知物理學中之測量，常有幾許之差誤，其準確之程度，常視其測量之目的而定，例如測量兩計里碑間之距離，即有一吋之誤差，實無大防碍，但如測量汽車之軸承時，即百分之一吋之誤差，亦爲極嚴重之事。

4. 測量之單位。買賣物品之價值，在美國以元與分計算，幸而此種貨幣制度，係十進制，計算甚便，但重量及長短之單位，則非十進制，計算上頗感不便，然磅，呌，夸 (Quart) 甯 (Gallon) 及噐 (Bushel) 等單位，仍通行於英美諸國，故吾人亦須熟習之，近世文明諸國，之輕重與長短之單位，多採用十進制，在十進制中，各單位之關係皆以十之倍數表明之，在科學界中，十進制已被採用，因其能化簡計算之工作，故學者對於重量及長短之單位，英國制及十進制均宜熟習之。

---

[譯者按：吾國政府近年所頒定之度量衡器之新標準爲「一二三制」：即

公制之公升，公斤及公尺各爲吾國市制之一市升，二市斤與三市尺也，]

### 5. 公尺及碼. 公尺\*爲

一金屬棒上兩刻度間之距離.(圖2)

此棒現存於巴黎附近萬國度量衡

局中(International Bureau of weighing and measures)



圖2. 國際公尺其長以梁上兩刻度之距離測之

\* 最初公尺之定義爲由地球赤道至北極或南極間距離之千萬分之一,但依此定義則極難得一正確之標準公尺,其後測得平均極象限之價約爲10,002,100公尺。

因此棒之長度,隨溫度高低,而少有變更,故其長度係指定在融冰時量之.一極準確之仿造公尺,現存於華盛頓美國標準局中,此仿造之公尺,爲美國之法定公尺。

在美國,壹碼,法定爲  $\frac{3600}{3937}$  公尺。

6. 長之重要單位. 下列表中諸長度單位,爲物理學中所常用者,學者應熟稔之爲要。

長度單位.

英國制            1 呎 (Foot. ft) = 12 吋 (Inches. in)

                    1 碼 (Yard. yd) = 3 呎

                    1 哩 (Mile. mi) = 5280 呎

十進制 (Metric) (公制)

1 公分 (Centimeter; cm) = 10 公厘 (Millimeter; m.m.)

1 公尺 (Meter; m) = 100 公分

1 公里 (Kilometer; Km.) = 1000 公尺

英國制與十進制之當量

1 吋 = 2.54 公分 (圖 3)

1 公尺 = 39.37 吋

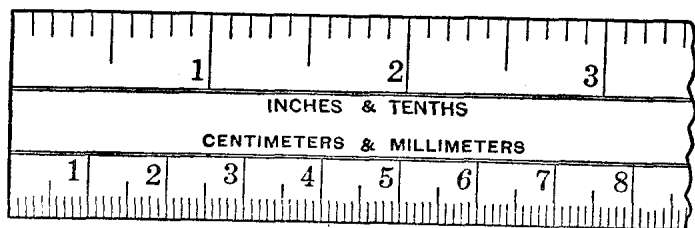


圖 3 英國制與十進制長度單位之比較

7. 面積單位. 最普通之面積單位為每邊皆為單位長之正方形. 例如市中之房基, 常以平方呎計算此單位, 即為每邊長皆為一呎之正方形. 試驗中常用平方公分, ( $\text{Cm}^2$ ) 以測量面積. 此亦為一正方形. 每邊之長, 皆為一公分. 每方吋約為 6 平方公分. 確數為  $2.54 \times 2.54 = 6.45$  平方公分.

測面積之法, 常由其各邊之長度計算之. 如一長方形之面積, 應為兩邊長度之乘積 ( $A = b \times h$ ) 三角形之面積, 為其底邊與高度乘積之半 ( $A = \frac{1}{2} b \times h$ ) 圓面積為  $3.14$  乘半徑之平方 ( $A = \pi R^2$ )

7. 容積單位. 容量 (Capacity) 最通用之容積單位為每邊皆為一單位長之立方體, 是以一貨車之容量, 常以立

方呎計算。在試驗室中欲知一瓶之容積，常以立方公分 ( $\text{cm}^3$ ) 測量之。公升 (圖4) 爲每邊長 10 公分 (約合 4 吋) 之立方體。1 公升等於 1000 立方公分。

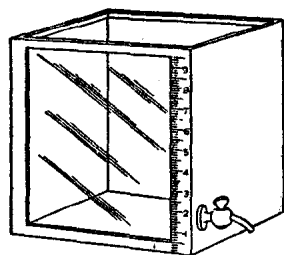


圖 4 一公升之箱每邊皆爲 10 公分

### 容積單位

英國制。

1 立方呎 (Cubic foot; cu. ft) = 1728 立方吋 (cubic inches)

1 立方碼 (cubic yard; cu. yd) = 27 立方呎

當量。

1 加侖 (gallon) = 4 夸 (quarts) = 231 立方吋。

十進制。

1 公升 (liter; l) = 1000 立方公分 ( $\text{cm}^3$ )

1 立方公尺 (cubic meter;  $\text{m}^3$ ) = 1000 公升

當量。

1 公升 = 1.06 夸

有規則立體之容積，可由其各邊之長度計算之。例如求一箱之容積，可取其長、寬、高之相乘積，又如一圓桶之容積，可由其底面積 ( $3.14 \times \text{半徑之平方}$ ) 與高之乘積計算之。球體之容積應爲  $\frac{\pi D^3}{6}$  即  $0.524 D^3$  ( $D$  = 直徑) 欲測液體之容積，須用刻度之玻璃器或金屬器皿。在英國有加侖及夸之量器，少量之液體，則用刻有滴 [Fluid ounces 爲磅 (Pint) 之  $\frac{1}{16}$ ] 之器皿量

之。在十進制中，則有量杯及量瓶(圖 5)，各刻有公升，立方公分，立方公厘等刻度。一茶匙約含 5 立方公分(c. c)，而一立方公分約有 20 滴。

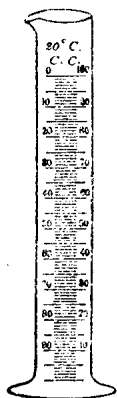


圖 5. 刻度玻璃量筒

## 問 題

(題中之分數以小數表出之，算至小數點下三位爲止)

1. 求 14 公尺, 62 公分, 及 4 公分之和試以公分表之.
2. 試由 8 公分中, 減去 21 公厘 2 公分之和.
3. 1 呎等於幾公分?
4. 1 公尺與幾呎相當?
5. 最近飛機昇騰之記錄爲 83.500 呎以公

尺計之則如何?

6. 1 哩等於幾公里?
7. 一汽車輪其直徑爲 30 吋, 如車行 (a) 1 哩, 輪應轉若干次?  
(b) 行 1 公里應轉若干次?
8. 一魚池長 60 公分, 寬 30 公分, 深 45 公分, 問此池可蓄水若干?
9. 5 加侖汽油之容積, 合若干公升?
10. 盛滿一直徑 20 公分之氣球, 須氣體若干公升?

9. 重量單位. 公斤(Kilogram)爲一特製之銀, 鉑合金圓筒之重, 此筒與標準公尺同保存於巴黎附近之度量衡

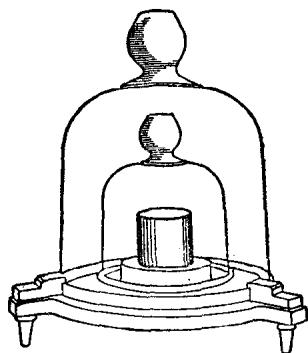


圖 6. 標準公斤

局中。美國華盛頓標準局中亦存有鈹鉑圓筒(圖 6)。此合金筒之重，原冀其與一公升純水之重相等，近雖已證實其不甚正確，但在普通測量中，亦可視其為近似正確之值。故一公分(gram)之重，即一公斤之千分之一，可視為一立方公分(c.c)純水之重。在美國 5 分之銀幣重為 5 公分，半圓銀幣之重為 12.5 公分，皆可幫助吾人之記憶。

美國常衡一磅法定為  $\frac{1}{2.204622}$  公斤

### 重量單位

#### 美國制

1 磅(Pound; lb) = 16 兩(Ounce; oz.)

1 噸(Ton; T) = 2000 磅

#### 十進制.

1 公分(Gram; g) = 1000 公絲(mg).

1 公斤(Kilogram; kg) = 1000 公分.