

最新實用物理學

BLACK & DAVIS

NEW PRACTICAL PHYSICS

陳嶽生譯

汝梅子公富念

中

柏宗泰敬贈

著 者 原 序

本書之著者，深信初等物理學之研究，應以對於日常處境中，各方面習見之許多機械與設備，逕有了解其構造與運轉所據基本原理之企圖為始。故本書自始至終，寧以物理學上原理之應用，見之於日常生活者為重，而視分子學說與原子構造之精言微旨稍輕。由經驗可知，學生若能自其已習或方習之科學，探究其應用，而不覺成為習慣，則必大為滿意。是以學校之設備完善，環境適宜者，其所授物理學一科，必成為課程表中最受人歡迎之一目。

為提醒此一觀點起見，著者乃採用最新實用物理學一名，以題本書。在他方面言之，著者對於近十年來理論物理學之最大盛況及其遠大發見，絕非不顧。著者等亦信此二者對於已有成就之學生，極有關係而甚屬重要，固不待言。但為經驗學識，皆屬有限之初學物理學者計，則此等事理，與彼等自己之生活，相去太遠，殊無重大之意味。故論及之時，稍述即止。

更有進者，在最近十年之內，我國工業研究所中，

有許多聰明之士，埋頭工作，其數之衆，無可與匹，因而發見基本原理之新應用亦復不少。此諸應用，本書僅擇其適於所期之目的者數種，以爲教材。然即此區區數種，對於“實用物理學”範圍之推廣，已甚重要矣。

本書現在之一版，因時代變遷之所許，在精神方面，在教授法方面，以及在一般之內容方面，幾與以前各版相同。至於教材，則特按久長之經驗所示者，試排成可教之次序，且於實驗室之物理學，與家庭，與室外，與工廠內之物理學間，常加以直接之聯絡。計算問題，寧擇其切於實用者，而捨棄人爲者，且將解題時涉及之繁難算法，減至極少限度。最後並於每章之後，編成簡明之提要，以助學生集中其注意於重要之事理。又提出許多問答題與計算題，迫使學生爲求其答案計，至教室以外訪問機器匠，美術家，工程師，以及其他之能告彼以珍貴之智識及見解者。

在此一版中，著者信以爲改良之處者若干點，其中可聲明者如下：

1. 常努力使書中本文簡化而擴充，即所舉之例證亦然

2. 計算題與問答題，皆全加改訂，且細分等級。

3. 在附錄中增加溫習用之補充問答題與計算題數百則。

4. 題材已求其新,關於飛艇,無線電交通,以及電視與有色有聲電影之基本原理者,庶可講述稍詳。

5. 近時對於X線與結晶體之驚奇實驗,略述其梗概,並對於由此而可洞燭物質之構造一端,深加注意

下略。

一九二九年正月 勃萊克 識。

目 錄

○第一章	導言:權與度	1
○第二章	簡單機械:槓桿與滑輪	18
○第三章	功,功率及摩擦力	46
○第四章	液體內之壓力	77
○第五章	空氣之壓力	108
○第六章	正在運動之液體與氣體	145
○第七章	材料之彈性與強度 表面張力	160
○第八章	作用貫於一點之力	179
○第九章	加速運動	199
○第十章	運動之三律	218
○第十一章	勢能與動能	235
+第十二章	熱與膨脹	247
+第十三章	熱之傳播	271
+第十四章	冰,水,及蒸氣	285
✚第十五章	蒸汽與氣體引擎	319
✓第十六章	△磁學	350
✓第十七章	△靜電	368

✓第十八章	△電流	387
✓第十九章	△電路	410
✓第二十章	△電流之磁效應與化學效應	429
✓第二十一章	△電功率,電熱,電燈	455
✓第二十二章	△發電機與電動機	473
✓第二十三章	△誘導圈及變壓器	502
✓第二十四章	△交流	524
✓第二十五章	音波	541
✓第二十六章	樂音	561
✓第二十七章	照明:燈與反射器	590
✓第二十八章	透鏡與光學器械	618
✓第二十九章	光帶與色	660
✓第三十章	△無線電報及無線電話	678
✓第三十一章	△陰極線與X線 放射性	712
	附錄	729
	復習問答題與計算題	733
	西文索引	1—16

最新實用物理學

第一章

導言：權與度

物理學之科學觀——內容及分類——物理學包含計量兼描寫——英國制與米突制之重要單位——時間之單位——密度。

1. 物理學之科學觀 將在本書中論述之一種物理學，與人人所畢生研究而不知者不同，主要之點，在於不獨欲答“爲何”及“如何”之問題，而並欲爲“究係若干”之設問，尋求答案。蓋欲取用萬物以得最大之利益，祇於精確權度物量時，始能得一種智識，以資臂助。例如汽車之上山，乃因燃於引擎內之汽油，使引擎轉動車輪，車輪相繼抵於路面而後推，如路不過滑，即驅車前進矣，此事之約略狀況人人知之。然物理學家於注意上述一切情形後，猶須進而自問，如：“此汽車用油若干？在理想之情狀下，應用油若干，多用之油，

耗於何處？制動機須施力若干，始克勒停汽車於山上？制動機之表面，須有若干大小，始能勝任？制動桿須如何堅固？”等種種問題，當彼能答此一切問題以及其他多種問題時，始可利用彼之機械，更多效果，且或可改良其機械之構造焉。

2. 物理學之分類。是故研究物理學之目的，要在習於運用準確之思想，以究常見之事物，但事物之種類繁多，情狀複雜，故以全科分成：力學，熱學，電學，聲學及光學五門為便，今試以欲詳細研究汽車為例，在力學門中，當研究其拐臂，齒輪，槓桿，唧筒，以及制動機，並包括此諸機械之動作，及其構造上材料之強度；在熱學門中，當研究引擎，揮發器，以及射熱器；在電學門中，當研究電花栓，電花圈，發電機，以及蓄電池；在聲

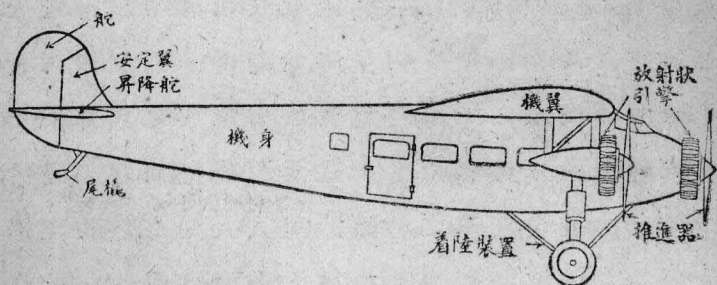


圖1 飛機之側面

學門中，當研究喇叭與消音器；而最後在光學門中，當研究迴光燈及其反射鏡與透鏡，仿此可示任何一種近代機器，不問其為汽車，為機關車，為汽船，為渡過大洋之郵船，為飛機（圖1）或為潛水艇，皆不獨將物理學之諸原理，合為一體，且大部分為物理學所造成。

3. 物理學始於計量。於此開端之時，極可回憶柏拉圖（Plato）氏之古諺，柏氏云：“若自任何技術中除去算術，量度以及權衡，則所餘者已無幾。”故在實驗室中，學者將習知測定種種不同之物，此事並非專為使彼求得若干結果而已，且欲使彼在一生之中，如遇一事一物，即可賴已成之技，作精密之測定，並能將常遇之量的問題，加以準確可靠之討論，惟物理學上一切計量，均稍有出入，而所需準確之程度，則賴乎計量之目的，此宜謹記勿忘，例如決定兩哩石間之距離，一時之誤差，遠不如測量汽車軸承之直徑，所生百分之一時之誤差為重要。

4. 計量之單位。在國內各物買賣之價值，係以元角分計量，此種幣制，以十進制為根據，即以十之倍數計算，深以為幸，然就他一方面言，則權度之制即非十進制，因而極不便利，惟因磅，呌，夸，加侖，以及噸，仍

通用於英美兩國，故必須熟知其化法。在最近百餘年中，其他文明各國，多數採用米突權度制，此制中諸單位之關係，即以十之倍數表示之。在科學工作方面，米突制之採用，幾遍全世界，因此制可大減演算時之工作也。故英美權度制與米突權度制，宜兼收並用而熟習之。



圖 2 國際米突棒。桁腹上所刻兩痕間之距離，即係一呎之長。

5. 呎與碼。呎為特製金屬

棒上兩線間之距離（圖 2），此棒保存於巴黎附近，國際權度局之珍品儲藏庫內。^{*}

此金屬棒之長度，因隨溫度之升降而稍有變動，故以在融冰之溫度時，所量得之距離為準。在美國華盛頓國立標準局內，存有此棒之副樣，極為準確，此樣即為美國之法定呎。

在美國一碼之長，法定為一呎之 $\frac{3600}{3937}$ 。

6. 數種重要之長度單位。有數種長度單位，將見其常用於物理學上，故列之於下表，能記憶更佳

^{*}創此制時，本擬定一呎之長，應等於地球赤道至任一極距離之千萬分之一，然據此定義，終不能仿製一準確之呎。有後實測，知地球之“平均極象限”約為 10,002,100 呎。

長度單位

英國制	1 呎	= 12 吋
	1 碼	= 3 呎
	1 哩	= 5280 呎
米突制	1 糎(公分)	= 10 耗(公厘)
	1 呎(公尺)	= 100 糎
	1 杆(公里)	= 1000 呎
相等值	1 吋	= 2.54 糎(圖 3)
	1 呎	= 39.37 吋



圖 3 英國制與米突制長度單位之比較。

7. 面積之單位。面積單位用之最廣者，為各邊有單位長之正方之面積。例如城市屋基之面積，即用方呎計算，其單位為各邊長一呎之正方。在實驗室中，面積往往用方糎計量，其單位亦為正方，每邊長一糎，一方吋約等於 6 方糎。如以 2.54×2.54 即 6.45 方糎為一方吋，則更較準確。

通常決定面積之法，即係按量得之直線向度 (dimensions) 而計算。例如矩形或平行四邊形之面積，等於底乘高 ($A = b \times h$)。三角形之面積，等於 $\frac{1}{2}$ 底乘高 ($A \times \frac{1}{2} b \times h$)。圓之面積，等於半徑平方之 3.14 倍 ($A = \pi r^2$)。

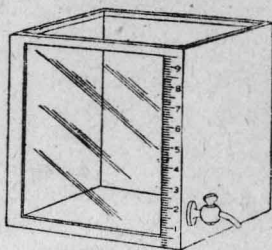


圖 4 一呎之箱，爲各邊長 10 厘之立方。

8. 體積或容量之單位。體積單位用之最廣者，爲各稜有單位長之立方之體積。例如貨車之體積，係用立方呎計算，單位爲各稜長一呎之立方體。在實驗室中，常用立方厘以計玻璃甌之容量。呎 (liter) 爲各邊長 10 厘之立方之體積 (圖 4)。故一呎等於 1000 立方厘。

體積單位

英國制

1 立方呎 = 1728 立方吋

1 立方碼 = 27 立方呎

相等值

1 加侖 = 4 夸 = 231 立方吋

米突制

1 呎 (公升) = 1000 立方厘

1 立方呎 (立方公尺) = 1000 呎

相等值

1 呎 = 1.06 夸

決定有規則立體之體積，最善之法，莫如按量得之向度而計算。例如欲知箱之體積，則求其長乘寬再乘高之積。如遇圓柱形，則計算其底之面積（半徑平方之3.14倍或 πr^2 ）再以高乘之。球之體積為 $\frac{\pi D^3}{6}$ ，或 $0.524 D^3$ 。至於液體之計量，則用有刻度之金屬或玻璃量杯。例如在英國制中，即有以加侖及夸計量之量杯，如量少量之液體，則用按液體盎司（一派 pint 之十六分之一）刻度之量杯。在米突制中，則有按升及立方厘刻度之玻璃甌及量杯（圖5）。一茶匙之容量，約為立方厘，而一立方厘約有20滴。

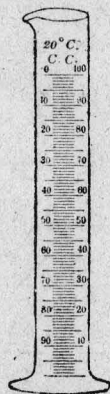


圖5 有刻度之玻璃量杯。

計 算 題

（分數須化成小數，答數須求至三位有效數字）

1. 加14呎，62厘，以及4耗，而以厘表其和。
2. 自8厘減去21耗與2厘之和。
3. 若干厘等於1呎？
4. 若干呎等於1厘？
5. 現在飛機之高度記錄為38,500呎。問此數合若干呎？
6. 若干杆等於1哩？
7. 某汽車之車輪連胎之直徑，為30吋。問（a）車行一哩時；（b）車行一杆時，輪轉若干次？

*欲知“有效數字”之意義，可參閱麥美倫公司出版，勃萊克所著之實用物理學實驗教程。

8. 一水族蓄養器長 60 吋,闊 30 吋,深 45 吋,問此器可容水若干呎?

9. 五加侖之汽油罐,可容若干呎?

10. 以煤氣吹入供玩弄之氣球,欲使其膨大至直徑 20 吋,須用煤氣若干呎?

9. 重量之單位.† 𤔁 (kilogram, 公斤) 爲一特製鉑鈹圓柱之重量,此物與標準呾同保存於巴黎之附近;又爲此柱之極準確之副樣之重量,此樣現存於美國華盛頓國立標準局(圖 6). 製此兩圓柱時,原擬使其重各等於純水一呎之重,惟其後已證實此數不甚準確,然爲目前應用計,則殆已充分準確矣,故等於一𤔁千分之一之克 (gram, 公分),爲水一立方吋之重量.美國市上通行之五分銀幣,重係五克,而

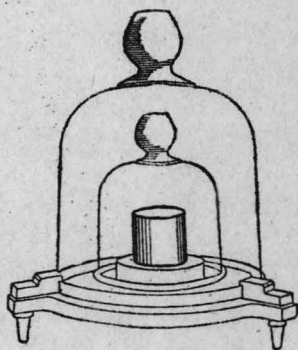


圖 6 標準𤔁。

半圓銀幣之重爲 125 克,此事如記憶之,或有用處. 在美國常衡之一磅,法定爲𤔁之 $\frac{1}{2.204622}$.

重量之單位

英國制

1 磅 = 16 盎司

1 噸 = 2000 磅

米突制 1 克 = 1000 尅

1 尅 = 1000 克

相等值 1 尅 = 2.20 磅

1 立方呎之水重 62.4 磅

1 立方呎^{24°C}之水重 1 克

10. 衡重之機械 彈簧秤 (圖 7) 爲衡物重之

簡單機械,亦可用以計量他種之力,例如由繩索所施牽引之力,此秤內含螺旋形之彈簧圈,其被引之力,即由外面尺度上之指針指示之,彈簧秤甚爲便利,故其用極廣,且其所示之度,就多種實用之目的而論,已屬十分精密。



圖 7 按克及盎司
刻度之彈簧秤。

臺秤 (圖 8) 之構造,爲一裝置靈敏之等臂秤桿,其兩端各支一盤。

秤桿係用以表示兩物體之重量相等者;如兩物體支於秤桿之兩端而得其平,即謂此兩物體有同一之重量。用臺秤決定任何物體之重量,須用一組砝碼爲憑藉,此種砝碼,可用種種方法連合,使與物體之重相配。

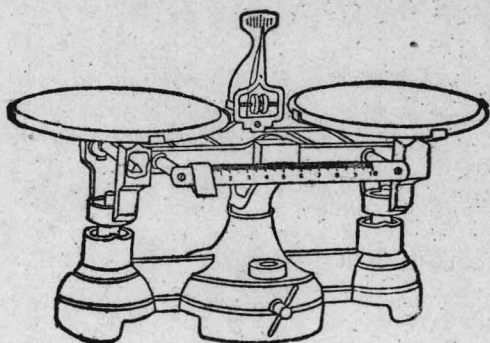


圖 8 裝有瑪瑙軸承之臺秤。

11. 時間之單位 凡文明諸國,皆用秒,分,小時爲時面之單位。一小時爲自今日正午至次日正午之時間之二十四分之一。一分爲一小時之六十分之一;而一秒爲一分之六十分之一。故一小時含有 60 乘 60 即 3600 秒;而平均太陽日含有 24×3600 即 86,400 秒。科學家常用秒爲時間之基本單位。



圖 9 按停錶,可以計量五分之一秒之時間。

計量尋常之時間,可用鐘或錶計量短時間,則用一種特殊形式之錶,稱爲按停錶(圖 9);此錶可讀得一秒之五分之一。

計 算 題

1. 若干克等於1磅?
2. 若干克等於1盎司?
3. 糖每磅價洋6分,問每缸之價若干?
4. 美國鐵路章程,允許每一乘客攜帶行李150磅,試用缸表示此數.
5. 一童子可擲一8磅之彈,至28呎6吋之遠,問在米突制中重量與距離之相等值若何?
6. 有時或聞“一派一磅,天下通行”之語,問水一派重若干磅?(1夸=2派)
7. 汽油之重,約爲水重之四分之三,求汽油一升重量之克數.
8. 一空牛乳瓶重720克,滿盛以水時,瓶重1670克,問此瓶可容若干升?
9. 一刻度之玻璃量杯,內半徑長8寸,可容450克之水,杯上之刻度,係表立方寸數,問(a)在水面讀得之度數爲何?(b)在杯內之水,有若干深?
10. 一汲水桶深9吋,其平均之直徑亦爲9吋,問此桶汲水至滿時,可汲若干磅?

12. 密度 人人皆知鉛較重於軟木塞;然有時尙欲發問,“一磅之鉛與兩磅之軟木塞,何者較重?”須知“重”字實有兩種不同之意義.兩磅之軟木塞,當然較重於一磅之鉛,其義正與兩磅之煤,較重於一磅之煤相同.此時之“重”字,係指物質之全部重量而言.在他一方面,謂鉛“較重”於軟木塞者,係指一塊之鉛,衡其重量,逾於同體積之軟木塞而言.故用“密度”一詞,