

高中物理學

上冊

中國科學教科書

高中物理學

(修訂本)

上冊

嚴濟慈編著

中國科學圖書儀器公司

出版

內 容 介 紹

本書有幾個特色，可說與同類教本不同的：——(1)注意物理學基本觀念的正確。例如密度、重度、比重的區別，一克力與一克質量之不同，絕對單位制與重力單位制的區別，縱波與橫波的區別，有效數字的應用……都有精闢的解說。(2)物理學在近十年來，已有飛躍的進步，本書把最近的重要發展，包羅具備，修讀本書，至少可比舊編教本前進十年。(3)本書所舉例子，往往從我國的日常生活中取材，讀來非常親切。多數習題與插圖，出諸嚴先生自己的設計，不但具有啟發性，並且特別適合我國學生的練習。(4)本書於一九五一年九月又經修訂。

高中物理學(修訂本) 上册

著 者 嚴 濟 慈

出版者 中國科學圖書儀器公司
印刷 上海延安中路 537 號 電話 64545

總經售 中國圖書發行公司

版權所有★不可翻印

S. 8—0.10

32 開 290 面 每千冊用紙 9.35 令

1951 年 9 月初版 0001—5000

新定價 ¥ 12,100

1953 年 4 月六版 19001—24000

目 次

第一章 量度	1
1. 量與單位. 2. 長度的單位. 3. 質量的單位. 4. 時間的單位. 5. 基本量與導出量. 6. 厘米·克·秒單位制. 7. 度量衡. 8. 英制 單位. 9. 測量之誤差. 10. 有效數字. 11. 實測數據之演算.	
第二章 質量 密度 比重	9
12. 質量之量度. 13. 天平. 14. 密度. 15. 比重. 16. 比重瓶.	
第三章 物質之各種狀態	15
17. 物質不滅原理. 18. 真空、氣體、液體與固體. 19. 氣體. 20. 氣體之性質. 21. 液體. 22. 固體. 23. 固體之彈性—— <u>虎克定</u> 律. 24. 物態之變化.	
第四章 力	23
25. 物體的重量——重力. 26. 力的方向. 27. 力的強度. 28. 彈 簧秤. 29. 力的重力單位. 30. 用矢號以表力. 31. 壓力. 32. 固 體對於力之傳遞.	
第五章 共點力之平衡	30
33. 二力之平衡. 34. 會聚於一點的三力之平衡——力之平行四邊 形法則. 35. 力之合成. 36. 共點諸力之平衡. 37. 力之分解. 38. 帆船所受之力.	
第六章 平行力	42
39. 兩同向平行力. 40. 兩異向平行力. 41. 諸平行力之合力. 42. 重心. 43. 力偶. 44. 力矩.	
第七章 物體在重力下之平衡	51
45. 物體在平面上之平衡. 46. 懸於一定點的物體之平衡. 47. 可 繞一定軸旋轉的物體之平衡.	

第八章 功	56
48. 功. 49. 功的定義. 50. 功的單位. 51. 動力之功與抗力之功.	
52. 功率. 53. 功率的單位.	
第九章 簡單機械	62
54. 功之不減原理. 55. 機械利益. 56. 滑輪. 57. 槓桿. 58. 輪軸.	
59. 斜面. 60. 劈. 61. 螺旋. 62. 機械效率.	
第十章 液體之壓力	77
63. 液體對容器壁上之壓力. 64. 液體中之壓力. 65. 壓力隨液體的深度而增加.	
66. 容器之底所受的總壓力. 67. 連通器. 68. 連通器之應用.	
第十一章 液體之傳遞壓力	87
69. <u>巴斯噶原理</u> . 70. 水壓機.	
第十二章 液體之浮力	90
71. 浮力. 72. <u>阿基米得原理</u> . 73. <u>阿基米得原理</u> 之反面觀.	
第十三章 <u>阿基米得原理</u> 之應用	94
74. 物體之浮沈. 75. 浮體之平衡. 76. 比重計. 77. 比重之測定.	
第十四章 氣體之壓力與浮力	101
78. 氣體之體積隨容器而定. 79. 氣體壓力之存在及其由來. 80. 氣體之壓力.	
81. 氣體之浮力. 82. 氣球. 83. 飛機.	
第十五章 大氣壓力	108
84. 大氣壓力之存在. 85. <u>托里忒利實驗</u> . 86. 大氣壓力之數值.	
87. 液體比重之測定. 88. 大氣壓力因高度而不同. 89. 壓力之量度.	
90. 氣壓計.	
第十六章 大氣壓力之應用——唧筒	117
91. 吸水. 92. 虹吸. 93. 抽水唧筒. 94. 空氣唧筒. 95. 自來水.	
第十七章 氣體之壓縮	123

96. 氣體壓力與其體積之關係。 97. 壓力計。 98. 壓力之數量等級。

第十八章 勻速運動 慣性原理 128

99. 靜止與運動。 100. 勻速直線運動。 101. 速度。 102. 勻速運動之公式。 103. 在勻速直線運動中物體所受外力爲零。 104. 牛頓第一運動定律。

第十九章 勻加速直線運動 墮體運動 133

105. 墮體運動。 106. 勻加速直線運動。 107. 勻加速運動中之速度。 108. 加速度。 109. 勻加速運動之公式。 110. 勻加速運動係物體一經常之力的作用。 111. 自由墮體之加速度。

第二十章 力與運動 141

112. 運動之開始與停止。 113. 力與質量及加速度之關係——牛頓第二定律。 114. 力之絕對單位。 115. 物體重量之達因數。 116. 動測質量法。 117. 厘米·克·秒絕對制之力學單位。 118. 功與功率之實用單位。 119. 動量。 120. 衝量。

第二十一章 作用與反作用 150

121. 力之存在藉物質而表顯。 122. 受力者與施力者。 123. 作用與反作用——牛頓第三定律。 124. 反作用力之應用。 125. 動量不減原理。

第二十二章 拋射與滑動 155

126. 拋體之運動。 127. 物體在斜面上之滑動。

第二十三章 功與能 161

128. 功能定理——動能。 129. 停止運動所需之時間與距離。 130. 位能。 131. 能之不減原理。 132. 天然水能之利用。

第二十四章 摩擦 166

133. 摩擦力。 134. 摩擦定律。 135. 休止角。 136. 摩擦與運動。 137. 減小摩擦之方法。 138. 摩擦力之應用。

第二十五章 圓周運動 173

第三十五章 熱之傳遞 228

183. 傳導. 184. 對流. 185. 輻射.

第三十六章 熔解與凝固 234

186. 熔解與凝固. 187. 熔點. 188. 水與冰. 189. 熔解時體積之變更. 190. 壓力對於熔點之影響. 191. 溶解熱. 192. 起寒劑.

第三十七章 氣化 242

193. 氣化與液化. 194. 飽和蒸氣. 195. 飽和蒸氣壓. 196. 水在各溫度下之飽和蒸氣壓.

第三十八章 沸騰 248

197. 沸騰現象之敘述. 198. 沸點. 199. 沸點隨壓力而變更. 200. 汽消毒器. 201. 氣化熱. 202. 廢汽管. 203. 蒸餾.

第三十九章 大氣中之水蒸氣 256

204. 蒸發. 205. 濕度. 206. 露點. 207. 乾濕泡濕度計. 208. 露, 霜, 霧, 雲, 雨, 霰, 及雪之成因.

第四十章 氣體之液化 261

209. 氣體液化之條件. 210. 氣體之液化. 211. 製冷設備.

第四十一章 熱與功 266

212. 機械工作之化為熱量. 213. 熱功當量. 214. 熱之本性.

第四十二章 熱機 269

215. 熱能之化為機械工作. 216. 蒸汽機. 217. 熱機之效率. 218. 內燃機.

附錄 上冊習題答數 277

第一章

量 度

§1. 量與單位。凡是有大、小或多、寡可得而計量的，都叫做量(quantity)。如一〔丈〕之繩與一〔丈〕之布，它們的長是相等的，又如一〔斤〕之鐵與一〔斤〕之肉，它們的重是相等的。長與重，都是量。又如體積密度等，為關於物體性質的物理量；速度，力等，為關於物理現象的物理量。

欲論一量，必須取同類的某一量，作為量度的標準。這被採為標準的量，叫做單位(unit)。量長用〔尺〕，論重用〔斤〕；〔尺〕與〔斤〕各為長度與重量的一種單位。

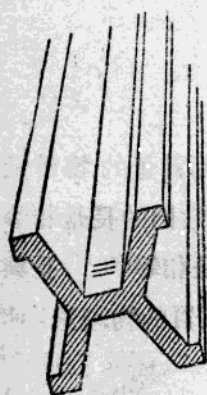
某量如為單位的 n 倍，則 n 就是表示這個量的數值(numerical value)。量之大小(magnitude)與其數值，不可混同；大小本一定，而數值則視所用的單位以為轉移。如布一疋，長42〔市尺〕，若用〔米〕來表示，則為14〔米〕。

在日常應用，為免除數值之數字位數太多起見，常採單位的倍數或其分數，作為輔助單位，如〔尺〕之上有〔丈〕，有〔里〕，〔尺〕之下有〔寸〕，有〔分〕是。

科學上所用的單位，概依法國的米制(metric system)，亦

就是我國現行的標準制，以十進位，甚為便利。

§2. 長度的單位。通過巴黎的子午線，由赤道到北極的距離的一千萬分之一稱為米(meter)。根據這個長度，用鉑 90% 與



銥 10 % 的合金造成一棒，妥為保存於巴黎國際度量衡局，是為國際米原器。此棒長約 1.02 [米]，橫斷面作 X 形(圖 1)，在溝內距兩端約一[厘米]處，各刻標線三條。此端之中間一條標線與彼端之中間一條標線間之距離，在攝氏 0° 時，作為 1 [米]。

由此原器所規定的 [米]，現在作為長度的標準，從此測知由赤道到北極的子午線之長為 10,000,856 [米]，而並不恰是一千萬[米]。

又 1 [米] 的千倍曰 [仟米] (kilometer)，又稱 [公里]。1 [米] 的百分之一曰 [厘米] (centimeter)，1 [米] 的千分之一曰 [毫米] (millimeter)。

§3. 質量的單位。表示一個物體所含物質的多寡之量，叫做質量(mass)。質量的單位亦有標準原器，亦由鉑 90% 與銥 10% 的合金製成，為一圓柱體，直徑與高相等(圖 2)，保存於國際度量衡局，叫做 1 [仟克] (kilogram)，又名 [公斤]。1 [仟克] 的千分之一，曰 [克] (gram)。1 [克] 的千分之一，曰 [毫克]

(milligram).

溫度為攝氏 4° 的水，即密度最大時的水，每 1000 [立方厘米] 之質量，大致與 1 [仟克] 相等。嚴格言之，則為 $1/1.000027$ [仟克]。通常均視 1 [立方厘米] 的水的質量為 1 [克]。

§4. 時間的單位。任何週期性的現象都可作為量度時間的基礎，人類很早就採用了地球自轉這一個週期現象。

因為地球自轉，太陽東升西沒。太陽每連續二次經過中天相隔的時間，稱為 1 [太陽日] (solar day)。惟地球自轉之外，尚有公轉。地球公轉的速度隨時略有不同，其軌道面又與赤道面不相一致，故[太陽日]之長短不能一律。就一年中之[太陽日]而平均之，曰 1 [平均太陽日] (mean solar day)，簡稱 1 [日]。1 [日] 分作 24 [小時] (hour)，1 [小時] 分作 60 [分] (minute)，1 [分] 又分作 60 [秒] (second)。

通常量度時間的儀器，為鐘與錶。

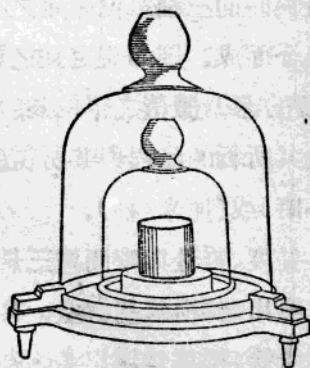


圖 2. [仟克] 原器。

§5. 基本量與導出量。量長度用尺，質量用天平，時間用鐘。長度，質量與時間三者必須各與其所選定的單位直接比較而量得。此外之物理量，種類繁多，且隨人類知識之開展而增加，所幸各種物理量，沒有——為之獨立制定單位的必要。把長度質

量與時間三種單位確定之後，其他一切單位均可由這三種單位組合而成。例如規定長之單位為〔米〕後，則導得面積之單位為〔平方米〕，體積之單位為〔立方米〕。又如物體之速度，可分別量其所行的路程與其所需的時間，計算而得速度之單位為〔里/小時〕或〔厘米/秒〕。

長度、質量與時間這三量，既各自獨立，又為其他之物理量所由導出，特稱為基本量。其他一切物理量，如體積、速度、熱量、電量等，都稱為導出量。基本量所用的單位，曰基本單位(fundamental unit)；由基本單位組合而成的，曰導出單位(derived unit)，是用來表示導出量的。

§6. 厘米·克·秒單位制。 物理學中對於長度、質量及時間三種基本量，各取其一定的某單位，以相組合，如對於長度用〔厘米〕，對於質量用〔克〕，對於時間用〔秒〕，就成為厘米·克·秒單位制(centimeter-gram-second system)，或簡稱C.G.S.制，係取其英文名稱之首一字母連綴而得。

故在厘米·克·秒制中，體積的單位為〔立方厘米〕，速度的單位為〔厘米/秒〕，其他仿此。

§7. 度量衡。 各國對於度量衡，皆有定制。度指長度，量指容量，衡指質量。其中長度與質量，均屬基本量，其單位已如前述。容量之單位，在米制，用〔升〕(liter)，等於1000〔立方厘米〕，故為一種導出單位，亦即1〔仟克〕攝氏4°之純水所占的容

積。

我國現行度量衡制，與米制同，即度用〔米〕，亦稱〔公尺〕；量用〔升〕，亦稱〔公升〕；衡用〔仟克〕，亦稱〔公斤〕。更有市用制，取 1〔米〕的三分之一定為 1〔市尺〕；1〔升〕定為 1〔市升〕；1〔仟克〕的二分之一定為 1〔市斤〕。

§8. 英制單位。在英制中，表長度用〔呎〕(foot)，表質量用〔磅〕(pound)，表時間用〔秒〕，故聯合而成為呎·磅·秒單位制 (foot-pound-second system)。其進位過繁，不適於科學界使用，但在工商業上仍多沿用者。英制之進位及其與米制之關係見表 1。

表 1. 英制單位及其換算

1〔呎〕	= 12〔吋〕(inch)
1〔碼〕(yard)	= 3〔呎〕
1〔哩〕(mile)	= 5280〔呎〕
1〔加侖〕(gallon)	= 4〔夸脫〕(quart)
1〔磅〕	= 16〔囑〕(ounce)
1〔仟米〕	= 0.6214〔哩〕
1〔吋〕	= 2.54〔厘米〕
1〔米〕	= 39.87〔吋〕
1〔升〕	= 1.06〔夸脫〕
1〔仟克〕	= 2.204〔磅〕
1〔磅〕	= 453.6〔克〕

§9. 測量之誤差。吾人於各種物理量，既定有單位以資比較，即可從事測量。測量所得者為一數目，然與數學問題中之數目不同。測量所得者，為一近似值，並非確定值。例如用呎

量長，圖 3 之矢號 m ，代表所欲量的長之一端。由圖可見 m 的

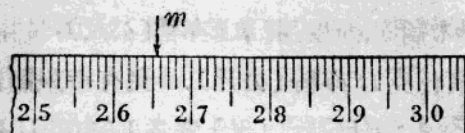


圖 3.

位置介乎 26.5 與 26.6 之間，加以估計，可作為 26.56。是測得之數 26.56，其第三位數

字 5 係確定，而第四位數字 6 是不可靠的。倘若吾人可斷言矢號 m 必在 26.54 之右，又必在 26.58 之左，則其位置應作為： 26.56 ± 0.02 。得數之尾，附以 ± 0.02 者，表示其可能的誤差。

測量不能得確定值之原因有二：一因所用的儀器，及其所根據的方法，未臻完善；二因所欲測之量，本身即不確定，如欲測一片之厚，其兩面既不平，又不互相平行是。

§10. 有效數字。測量所得結果，恆有不可避免的誤差。如量長得 15 厘米， 568 ± 0.03 ，則小數第二位已不可靠，第三位留之何用，宜記為 15.57 [厘米]。故吾人記載數目，宜到開始不可靠的數字為止。個位開始不可靠，即止於個位；十位開始不可靠，即止於十位，如是記載數目所用的數字，個個皆有意義，稱為有效數字 (significant figure)。上舉例中之 15.57 [厘米]，即為四位有效數字。

通常測量所得，有效數字不過三位或四位，在應用上，已夠滿意。

物理學上所遇到的同一種類之量，如地球之質量為

$5,940,000,000,000,000,000,000,000$ [克]，

而電子之質量爲

$$0.000,000,000,000,000,000,000,000,898 \text{ [克]},$$

大小懸殊，奚啻天壤。此等數目，宜各寫成

$$5.94 \times 10^{27} \text{ [克]},$$

及 $8.98 \times 10^{-28} \text{ [克]};$

不但可以省寫許多 0，且亦明白表示了其有效數字祇是三位。

§11. 實測數據之演算。 吾人常從實測的數據，來計算所要求的量，則演算時有不可不注意的地方。

【例】設有薄銅片，測得其長爲 26 厘米.3 $\pm$ 0.1，闊爲 5 厘米.6 $\pm$ 0.1，厚爲 0 厘米.42 $\pm$ 0.02。其體積，依長闊高相乘，將爲

$$V = 26.3 \times 5.6 \times 0.42 = 61.8576 \text{ [立方厘米]}.$$

但小數點下之數字，都可靠嗎？恐個位之 1，即不可靠。因銅片的真正厚度可能是 0.40 [厘米]，若以此與長闊相乘，得 $V = 58.912$ [立方厘米]，與上所得者，其中數字竟無一位相同。

實測之長爲三位有效數字，闊與厚只有二位有效數字，則其乘得之體積，祇可保留二位有效數字（通常即實測數據中有效數字之最少位數）而爲

$$V = 26.3 \text{ [厘米]} \times 5.6 \text{ [厘米]} \times 0.42 \text{ [厘米]} = 62 \text{ [立方厘米]}.$$

習 題 一

(1) 1 [立方米] 等於多少 [立方呎]？1 [立方米] 的水的質量，等於多少 [磅]？求每 [立方呎] 的水的質量。

(2) 甲乙兩村，相距 5.4 [公里]，問合若干 [哩]？

(3) 由〔米〕之原來定義,求地球的半徑。

(4) 有一球,測得其半徑爲 1.4 厘米 ± 0.1 , 求此球之體積(注意有效數字的位數)。

(5) 試指出下列諸長度中,何者最大,何者最小?

1.8 〔米〕; 63 〔吋〕; 0.002 〔哩〕。

第二章

質量 密度 比重

§12. 質量之量度。物體所含物質多寡之量，曰質量。欲測質量之大小，可用天平。例如欲稱一塊鐵，將鐵塊置於天平右端圓盤中，在左端另一圓盤中置 250 [克] 的砝碼，而得平衡；於是吾人知此鐵塊的質量等於 250 [克] 砝碼的質量。至於砝碼的質量是直接或間接用天平與仟克原器比較而得。

§13. 天平。圖 4 所示，為最普通的天平 (balance)。其主要部分為金屬質的天平梁，梁的中央有一鋼質三稜體 C ，名曰刀口，為天平梁所藉以旋轉的軸。梁下附一指針 P 。指針能因梁之傾轉，而在刻度板上指示其傾轉之大小。當梁水平靜止時，指針適指 0 度。

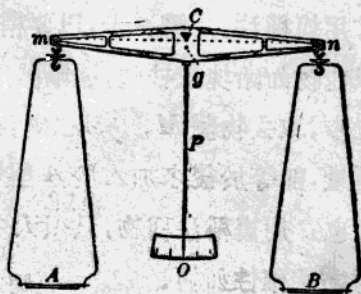


圖 4. 天平。

梁之兩端，各懸一盤；一盤承欲量度的物體，只一盤承砝碼。普通所用的砝碼，或以鎳製，或以黃銅製；每個之質量為 1 [仟克]，或 1 [仟克] 之倍數或分數。在每個砝碼上，刻明其質量，精密之砝碼，[克] 以下的，用鉛製或鉑製。

天平之準確性。若以兩個質量相等的物體，分別置於天平兩端懸盤中，而不改變其平衡，則曰天平準確。在準確天平中，梁的兩臂 mC 與 Cn 之長度相等。

天平之靈敏度。天平靈敏與否，要看它在平衡中，一端須加了至少若干砝碼，指針才有可以察覺的轉動。

普通商用之天平（用以稱糖，果，魚肉之類者），其靈敏度僅至〔克〕；而實驗室用之天平，往往靈敏至〔毫克〕，或十分之一〔毫克〕；藥房中所用者，普通至〔厘克〕。

天平之用法。（1）單稱法 稱一物體，不必十分精確時，用單稱法可矣。法以要稱的物體，置於天平一端的懸盤中，於他端懸盤上置砝碼，使天平回復平衡為止。用此法時，當然假設此天平有適當的準確程度。

（2）複稱法 以一靈敏天平，稱一物體，欲得其正確的質量，則宜用複稱法。第一步，以要稱的物體 M ，置天平懸盤 A 中，另以他物如鉛塊或砝碼，逐漸置於 B 盤中，至天平平衡為止。第二步，取去物體 M ，代以砝碼，亦至天平平衡為止。於是 M 之質量，即等於後來加入於 A 盤中砝碼之質量。此曹冲稱象之法也。用複稱法稱物，只須天平之靈敏度高，砝碼準，可不問天平之準確性如何。

14. 密度。物體中物質密集之狀況，可由單位體積內所具有的質量表出之，是為密度(density)。設 M 為某物體的質量， V 為這個物體的體積，則其密度 d 為