

高級中學適用

初級物理實習講義

丁燮林 著

中華教育文化基金會
科學教育委員會編輯

商務印書館發行

高級中學適用
初級物理實習講義

丁 燮 林 著

中華教育文化基金會
科學教育委員會編輯

商 務 印 書 館 發 行

初級物理實習講義

目 錄

引論

- I. 常用儀器 1
- II. 作圖線法 11
- III. 準度 15

實習

- 1. 體積，質量，密度 21
- 2. 球面規 23
- 3. Archimedes 氏之原理及其應用 27
- 4. 比重瓶 31
- 5. Hare 氏儀器 34
- 6. Nicholson 氏比重計 38
- 7. 力之平衡 41
- 8. 槓桿原理 45
- 9. 單擺 49
- 10. 物體之自由墜落 52
- 11. 大氣壓力，氣壓表 55

12. Boyle 氏之定律.....	58
13. Atwood 氏之機械.....	61
14. <u>水之表面張力</u>	65
15. 靜摩擦力與動摩擦力.....	69
16. Young 氏彈性率	73
17. 螺旋彈簧.....	76
18. 木樑之彎曲.....	79
19. 金屬絲之旋扭.....	83
20. 玻管水銀溫度表之分度.....	86
21. 玻管水銀溫度表之定點.....	89
22. <u>比熱</u>	92
23. 水之密度與溫度之關係.....	95
24. <u>水之絕對膨脹</u>	98
25. 長膨脹率	101
26. <u>空氣之膨脹率</u> (1)	104
27. <u>空氣之膨脹率</u> (2)	107
28. 定積空氣溫度表	111
29. <u>融解潛熱及蒸發潛熱</u>	114
30. <u>熱傳導率</u>	118
31. 失熱之定律	121

32. <u>凝露點</u>	125
33. 響應管	129
34. 拍音	133
35. 獨弦琴	136
36. <u>音調之絕對測定</u>	139
37. Kundt 氏管	142
38. 線之橫向振動	145
39. <u>平面鏡</u>	148
40. <u>玻璃磚之折光</u>	152
41. <u>三稜鏡</u>	155
42. 像似的深!	159
43. <u>薄透鏡</u>	162
44. 球面鏡	168
45. 鏡台	172
46. <u>水及甘油之折光率</u>	176
47. <u>全反射</u>	180
48. <u>放大鏡及顯微鏡</u>	183
49. <u>望遠鏡</u>	188
50. 照度表	192
51. <u>磁力線</u>	195

52. <u>單磁極之磁場</u>	198
53. <u>磁尺之磁場</u>	201
54. <u>磁場之強度</u>	205
55. <u>地磁場</u>	208
56. <u>電池</u> , <u>電流</u> , <u>正切電流表</u>	211
57. Ohm ² 氏定律, <u>線動式電流表</u>	215
58. Wheatstone 氏橋	219
59. 郵局電阻箱	223
60. <u>電池之內部電阻</u>	226
61. 電位表	229
62. <u>電解</u>	232
63. 電量表	235
64. <u>電磁之感應</u>	238

附錄

本書各實習需用儀器名單	242
-------------------	-----

初級物理實習講義

引 論

I. 常 用 儀 器

停錶 停錶與通常所用之錶不同；通常之錶，錶上之時針分針秒針，運行不息；停錶上之分針及秒針，撥之始動，阻之即停。故停錶可用以直接測得任何一個現象所經過之時間。例如欲測一物體由某點 A 行至某點 B 所需之時間，則祇須於物體經過 A 點時，將錶開行，於物體經過 B 點時，將錶停止，則錶上分針及秒針所記出之分數與秒數，即爲此物體由 A 點行至 B 點所需之時間。

在尋常之物理實習內，停錶常用以測 (a) 一種循環現象之循環率，即測定單位時間（即每秒鐘）內此循環現象發生之次數；或 (b) 測定一種循環現象之週期，即測定此循環現象，循環一次所需之時間。

無論測定一種現象之循環率或週期，測定方法，乃先令此現象循環若干次，然後於循環至某一次之起點時，將錶開

行，經過若干次之循環後，於某一次循環之終點時，將錶停止。如此則所得的時間，爲此循環現象完全地循環了若干次所需之時間；若以測得之時間除循環之次數，則得數爲每秒鐘內之循環數，即循環率；若以循環之次數除測得之時間，則得數爲循環一次所需之時間，即週期。

無論測定週期或循環率，不應於一種循環現象尚未發生之先，即將錶開行；或一面令此現象起始循環，同時將錶開行。

無論測定週期或循環率，不應預先定出一個時間，然後測定在此預先定出之時間內，觀察某種現象循環若干次。因爲在此預先定出之時間內，一種現象未必恰能循環若干次，換言之，即循環之次數，未必能爲整數。

登記錶上分針秒針所記出之時間時，應將分數化爲秒數，并將秒之小數記出。

用停錶時，應先觀察錶上之秒針，是否恰指零線，若有差誤，則應將得數加以校正。

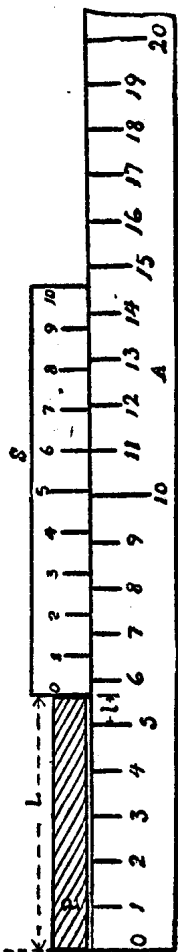
小數尺及小數矩 通常所用之米突尺，尺上最小之分度，大概爲 mm.；用此種米突尺以測量長度，即刻可知其爲若干 mm.；但物體之長度，未必恰爲 mm. 之整數，而多半爲若干 mm. 并帶小數若干。此若干小數，在不求精確之測

量，或可省略不計，或可藉目力估得其近似之值。否則欲得準確之數，必須採用他種測長之儀器，其最淺易者，為小數矩。

圖 1 中，A 為米突尺，S 為小數尺。
小數尺共分爲 10 分度，其全長與米突尺之 9 分度相當。故小數尺上每一分度之長度爲 $9/10$ mm.，米突尺上每分度之長度與小數尺上每分度之長度之差爲 $1 - 9/10 = 1/10$ mm.。

假定 P 為欲測之物體，如圖安置，一端與米突尺上之 0 線相平，他一端與小數尺之 0 線相接，則此物之長度 L 必等於米突尺上 0 線與小數尺上 0 線間相隔之距離。如圖所示，則此物體之長度，為 5 mm. 帶小數 1。此小數 1 即等於小數尺之 0 線與米突尺之第 5 分度線間之距離，此距離究竟等於 1 mm. 之若干分，可於小數尺上求之如下。

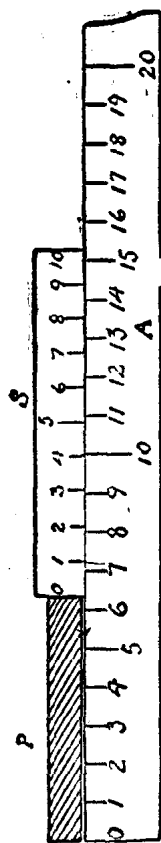
觀察小數尺上之分度線中，第幾分度線恰與米突尺上之任何一分度線相對。



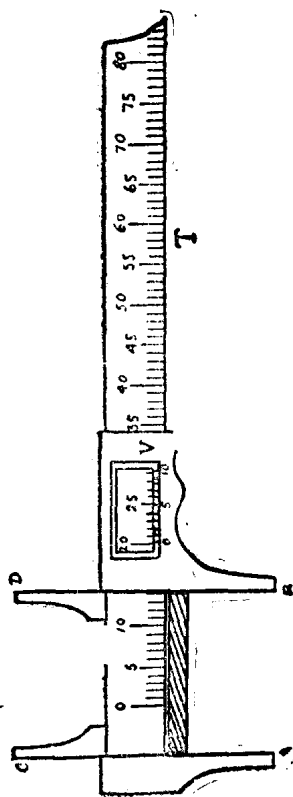
第 1 圖

如圖所示，則小數尺之第 6 線，與米突尺之第 11 線相對。

既知小數尺上每一分度與米突尺每一分度相差之數為 $1/10$



第 2 圖



第 3 圖

mm., 故知小數尺之第 5 線與米突尺之第 10 線相隔之距離

爲 $1/10$ ；小數尺之第 4 線與米突尺之第 9 線相隔之距離爲 $2/10\text{mm.}$ ；以此推算，則可知小數尺之 0 線與米突尺之第 5 線相隔之距離爲 $6/10\text{mm.}$ ，此即爲所求之小數 1。故得物體之長度爲 5 mm. 又 $6/10\text{ mm.}$ ，即 5.6 mm. 。

由以上所舉之例，可知用小數尺量任何一物體之長度時，由小數尺 0 線之位置，可得長度中 mm. 之整數；由小數尺上與米突尺上相對之一線，可得長度中 mm. 之第一位小數。

設小數尺上之各分度線中，無一線恰與米突尺上之分度線相對，則或取各線中最近於相對之一線，認爲相對，求出 mm. 之第一位小數爲止；或取小數尺上最近於相對之兩線，比較此兩線相差之量，更求出 mm. 之第二小數。例如圖 2 所示，或以 6.4 mm. 作爲物體之長度，因小數尺上之第 4 線最近於相對。或進一步以 6.36 mm. 爲物體之長度，因小數尺上之第 3 線及第 4 線，最近於與米突尺上之分度相對，而以第 3 線相差之量，與第 4 線相差之量相較，約成 4 與 6 之比率。

圖 3 爲根據小數尺原理所造成之小數矩。T 爲米突尺，V 爲小數尺，小數尺套於米突尺上，可以沿米突尺移動。A, B 爲小數矩之一對齒，C, D 爲又一對齒。AC 固定於米突尺上，BD 固定於小數尺上。當 A 與 B, C 與 D 接觸時，米突

尺上之 0 線與小數尺上 0 線恰相對。故若將小數尺向右滑動時，每對齒間之距離，恆等於兩 0 線間之距離。今若將欲測之物體置於 A B 兩齒之間，或套於 C D 兩齒之外，使與兩齒緊接，則物體之長度（置於 A B 之間時），或其內空之距離（套於 C D 之外時），即為兩齒間之距離，亦即等於米突尺與小數尺上兩 0 線間之距離。此距離可依上述小數尺求得。

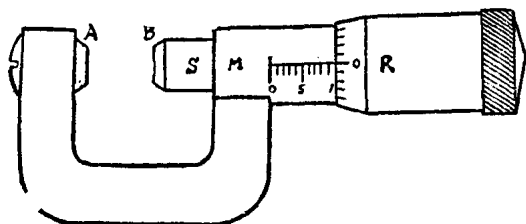
小數尺上分度之長度與米突尺分度長度之比率，不限於為 9 與 10 之比。又除量長度之小數尺外，尚有量角度之小數尺；但其原理，皆與上述之小數尺相同。

螺旋規 螺旋規（圖 4）之主要部分為一精確之螺旋柱 S 及一螺旋套 M，螺旋柱可在螺旋套內旋轉。假定螺旋套是固定的，則螺旋柱在套內旋轉時，同時必有前進或後退之運動。假定螺旋柱每旋轉一週，其前進或後退之距離為 1 mm.，則當螺旋柱旋轉若干週數時，螺旋柱必同時前進或後退若干 mm.。若螺旋柱旋轉之角度不足一週，則螺旋柱前進或後退之距離亦必定不足 1 mm.，而為 1 mm. 之分數。此分數必等於螺旋柱旋轉之角度與全週角度之比率。

與螺旋柱相連者，有一圓帽 R，隨螺旋柱而旋轉。螺旋柱旋轉之角度，可由圓帽邊緣上之分度而知。假定圓帽之邊緣上，共分為 100 等分，則可知螺旋柱旋轉一等分，其前進

或後退之距離為 $1/100$ mm。

與螺旋套相連者，有一米突分度尺；尺上最小之分度為



第 4 圖

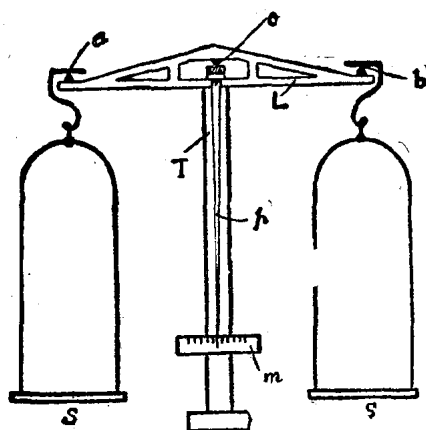
1 mm。當螺旋柱旋轉時，圓帽之邊緣即沿此米突尺向前移動。故由圓帽邊緣在米突分度尺上之位置，可知螺旋柱旋轉之次數，即螺旋柱前進或後退之 mm. 數。

圖中 A 為固定於螺旋套上之平面，B 為螺旋柱之頂端平面。當螺旋柱向右方轉至極端時，即 A B 兩平面相接觸時，螺旋柱圓帽之邊緣，恰與米突尺上之 0 線相重；邊緣上分度之 0 線，恰與米突尺上之橫線相對。今若將任何欲測之物體夾於 A, B 兩平面間，則此物體之長度或厚度即為 A, B 兩平面間之距離，亦即等於螺旋柱從極端向右前進之距離。依上述之理，此距離之整數部分，可由米突尺上分度求得；小數部分，可由螺旋柱圓帽邊緣上之分度求得。

各種螺旋規螺旋柱每轉一週，其進退之距離，不必皆為 1 mm。螺旋柱圓帽邊緣上之分度，亦不必皆為 100 等分。故用螺旋規時，應先令其螺旋柱旋轉一週，觀察其進退之距

離；再觀察圓帽邊緣上之分度數，推算出螺旋柱旋轉每一分度時其進退之距離。

用螺旋規時，在未量物體之先，應將螺旋柱轉至極端，觀察圓帽邊緣上之 0 線，是否恰與米突尺之橫線相對。如果螺旋柱轉至極端時，零度線超過米突尺上之橫線，則此超過之量必須加於以後所量得之一切得數，方為真確之得數。若螺旋柱轉至極端時，零度線尚不達米突尺上之橫線，此欠缺之量必須從以後量得之一切得數中減去，方為真確之得數。此超過或欠缺之量，名為零度差。



第 5 圖

天平 天平（圖 5）之重要部分，為其橫樑 L；樑上裝有三刀邊。中間一刀邊 c 刀口向下，兩端兩刀邊 a, b，刀口向上。秤物時刀邊 c 落於支柱 T 上，天平之左右兩等盤 S，分懸於刀邊 a, b 上。從刀邊 c 至兩端兩刀邊 a, b 間之距離相等。

與天平之橫樑相連者，有一長指針 p ，隨同橫樑擺動。與天平之支柱相連者，有一短分度尺 m ，固定於支柱之下端。等盤中之重量相等時，指針或靜止，或左右擺動。靜止時，指針指分度尺之中央；擺動時，向兩邊擺動之度數相等。

天平所以比較兩物體之重量，故欲求一物體之重量，必另備重量已知之砝碼。設將物體置一等盤內，砝碼置於另一等盤內，若天平平衡，則物體之重，等於砝碼之重。在平面上可秤之物體，其重量變化之範圍雖廣，然所需用之砝碼數，目，則極有限。今先假定所欲秤之物體，其重量僅為自 1 gm. 至 10 gm. 之十種整數重量，則僅備有四種砝碼，即足敷用，例如 1 gm. , 2 gm. , 2 gm. , 5 gm. 四種。因用此四種砝碼，即可組合成自 1 gm. 至 10 gm. 之十種重量。假定所欲測之物體，其重量為自 1 gm. 至 100 gm. 之一百種整數重量，則僅須加造 20 gm. , 20 gm. , 及 50 gm. 三種砝碼，亦足敷用。若再加造 200 gm. , 200 gm. , 500 gm. 三種砝碼，則凡在 1000 gm. 以內之各種整數重量，皆可秤出。再以同理推之，若兼有 $.1\text{ gm.}$, $.2\text{ gm.}$, $.2\text{ gm.}$, $.5\text{ gm.}$ ；及 $.01\text{ gm.}$, $.02\text{ gm.}$, $.02\text{ gm.}$, $.05\text{ gm.}$ ，八種小數砝碼，則凡在 1000 gm. 以內之物體，不但其 gm. 之整數部分，可以求出，即其第一位及第二位小數，皆可秤出。故通常砝碼之配合，大概如下：

500 gm.,	200 gm.,	200 gm.,	100 gm.,
50 gm.,	20 gm.,	20 gm.,	10 gm.,
5 gm.,	2 gm.,	2 gm.,	1 gm.,
.5 gm.,	.2 gm.,	.2 gm.,	.1 gm.,
.05 gm.,	.02 gm.,	.02 gm.,	.01 gm.,

有此二十種砝碼，可以秤出自 .01 gm. 至 1000 gm. 十萬種重量。

用天平時，對於下列各點，應加注意：

1. 砝碼恆用鑷子夾取之。
2. 加砝碼於等盤內，或由等盤內取砝碼時，應先將天平之橫樑架起，使刀邊與支柱及等盤分離。
3. 被秤之物體，恆置左方等盤內，砝碼恆置於右方等盤內。
4. 比較兩等盤內之重量時，不應待指針靜止，觀察其是否靜止於短分度尺之中央，應令指針左右擺動；指針向分度尺 0 線兩邊擺動之距離相等時，兩等盤之重量相等。
5. 增減等盤內之砝碼時，應依砝碼大小之次序，次第更換之。
6. 用畢天平時，應將天平之樑架起；將砝碼置放於原備之盒內。

II. 作 圖 線 法

物理實習中，常用一種圖線表示兩種量之關係，例如螺旋彈簧延伸之長度，與其所繫重量之關係；或定量之氣體，在定溫度之下，其體積與其壓力之關係。表示之方法，乃令兩量中之一量，任意變更若干次，每次於此一量變更之後，測出他一量之大小；於是用代數上之座標法，以此第一量為橫距，他一量為縱距，於方格紙上，標出代表每次測得各量之各圖點；然後經過各圖點作一圖線（或為直線，或為曲線）；由此圖線，可以看出兩種量之關係。

例 1 假定由實習測得螺旋彈簧延伸之長度與其所繫重量之關係如下表所示，則圖 6 即為表示此兩種關係之圖線。

彈簧所繫之重量 gm.	8.0	18.0	31.0	42.3	55.8	67.4	79.0	92.8
彈簧延伸之長度 mm.	.34	.80	1.31	1.85	2.39	2.77	3.49	3.93