

#3
112379

新課程標準適用

建國教科書

初級中學

物理學實驗教程

編著者 張 鎬

正中書局印行

建國教科書
初級中學
物理學實驗教程

張 鎬 著



正中書局印行

編輯大意

1. 本教程遵照二十三年四月部頒之中學物理學設備標準編輯而成，與二十五年六月修正之中學課程標準比較，則本教程除與之完全適合外，復多出若干實驗項目，兼可供學者課外自習之用。

2. 本教程首列儀器構造和用法一章，以說明各種儀器之構造與用法，並及儀器之保護法，俾初學者運用儀器時，不致茫無頭緒。

3. 本教程實驗標題上有用 * 符號標明者，均係必做之實驗。為顧慮教育時間起見，實驗方法中，間有用小號字之處，可省略不做，但須由教師斟酌決定之。

4. 本教程每種實驗之後均附有報告單，將實驗中應行報告之事項，臚列無遺，學者於實驗時，可隨做隨填，實驗畢，將單抽出，繳呈教師評閱。

5. 本教程報告單內列有問題，其性質係舉出實驗中所經過之現象，或作現象之歸納與演繹，以與既知之事實或定則互相印證，教師可藉此以觀學者對於實驗理解之程度。

6. 本教程所用學名，均依據部頒物理學名詞。

7. 本教程實驗 32，悉從陳道橋著之“星體圖說”內取材，應聲明於此。

8. 本教程有未完善之處，望教者與學者隨時指正。

目 次

實驗須知	1
------	---

I. 儀器構造和用法說明

1. 米尺	5
2. 量筒	5
3. 刻度玻璃管	5
4. U形管	6
5. 氣壓計	6
6. 長頸管	6
7. 溫度計	7
8. 彈簧秤	7
9. 記秒鐘	8
10. 沸水壺	8
11. 量熱器	9
12. 磁鐵	9
13. 羅盤	10
14. 驗電器	10
15. 驗電板	11
16. 電容器	11
17. 驗電流器	12
18. 乾電池	12
19. 換向器	13
20. 電鎗	14

【 1 】

101116

21. 丹頓爾電池	14
22. 安培計	14
23. 伏特計	15
24. 伏特安培兩用計	15
25. 蓄電池	16
26. 按鈕	17
27. 電阻器	17
28. 比重計	18
29. 電鈴	18
30. 蜂音器	19
31. 晶體檢波器	19
32. 感應圈	19
33. 聽筒	20

II. 實驗

*實驗 1. 直角三角形各邊的關係	23
*實驗 2. 固體及液體的比重	27
*實驗 3. 浮力	31
實驗 4. 浮體	35
*實驗 5. 深度和液體壓力	39
實驗 6. 氣體容積和壓力的關係	43
*實驗 7. 槓桿和力矩的原理	47
*實驗 8. 滑車	51
*實驗 9. 摩擦	55
*實驗 10. 物質的彈性	59

實驗 11.	腳踏車走快的道理	65
實驗 12.	單擺的原理	69
*實驗 13.	聲音的速度	73
*實驗 14.	溫度計	77
*實驗 15.	熱量	81
實驗 16.	蒸發和溫度	85
實驗 17.	濕度	89
實驗 18.	液體的膨脹	93
實驗 19.	絕熱質的比較	97
*實驗 20.	平面鏡	101
*實驗 21.	單透鏡	105
實驗 22.	微孔照像機	109
*實驗 23.	磁鐵和磁場	113
*實驗 24.	靜電現象	117
*實驗 25.	電的磁效應	123
實驗 26.	電流電壓和電阻	129
實驗 27.	電燈	133
實驗 28.	蜂音器的構造	137
*實驗 29.	電鈴的構造和裝置	141
實驗 30.	電鏡	145
實驗 31.	晶體收音機	149
實驗 32.	行星的觀察	157

實驗須知

1. 最忌粗心 未動手實驗以前，應先看清實驗的目的，並且要理解實驗的方法，於是再檢查儀器的構造，並明瞭其用法，方可着手實驗。否則，祇按查行事，敷衍塞責，等到實驗做完，還不知道是怎樣一回事。如此，徒然耗費時間與精力，學者切戒。

2. 最忌成見 實驗時務要平心靜氣，嚴密觀察，最忌抱有成見。如以既知的事實或定則梗於胸中，而不惜左右實驗的結果，以期與之適合，如此，雖做了實驗，與不做何異，學者切戒。

3. 最忌迂緩與不負責 每屆一實驗結束時，要即刻計算結果，填入報告，有需解答的問題和習題，都要當時做就，若待以後，則事過境遷，影響模糊，勢必至弄得一場沒結果，豈不可惜！報告既然做畢，繳與教師了，還有一事不要忘記，即是把實驗時應用的器械一概整理好，放在原處。這雖不屬於實驗以內的事，但是，等到下次他人也做同樣實驗的時候，就很有關係了。

4. 要知道如何記載長度和目測長度 量度長度必須用尺，尺有英尺、市尺、米尺等區別，惟有米尺是採取十進制，處理最便，故實驗室中都用米制。米制用米做單位，1000 米叫做千米， $\frac{1}{100}$ 米叫做釐米， $\frac{1}{10}$ 釐米即 $\frac{1}{1000}$ 米叫做毫米。在實驗中記載長度，有用米做單位的，有用釐米做單位的，也有用毫米做單位的，這是要看實驗的情形而定的。譬如現在測得長度為 15 米，又 55 釐米，又 4 毫米又 $\frac{3}{10}$ ，此長度若用米做單位記之，當記為 15.5543 米，若用釐米做單位記之，當記為 1555.43 釐米；若用毫米做單位記之，當記為 15554.3 毫米。毫米的十分之幾，在米尺上沒有相當的刻度，所以在量度長度的時候，遇到不足一毫米的另數，

便要用目力估計，這叫做“目測”。目測的方法是：憑目力把一毫米的標度分做四等分，長度不足一毫米的四分之一，便是 .01 或 .02 釐米；若是過了四分之一，但不到二分之一，便是 .03 或 .04 釐米；若是過了二分之一，但不到四分之三，便是 .06 或 .07 釐米；若是過了四分之三，但不到一毫米，便是 .08 或 .09 釐米。如此估計，初時固然難能準確，若練習多了，自然會熟練起來。

5. 要知道如何截取數值的位數 計算數值，應該截至小數點下第幾位為止，要看實驗的性質而定的。譬如用米尺測量同一長度，至十分之幾毫米為止，計前後共測三次，得 7.89, 7.91 和 7.89。因為米尺的刻度祇至毫米為止，所以小數點下第二位係由目測而得的。上面三個測得的數值的平均值是 7.89666……。此平均值顯然要截至小數點下二位為止，纔算合理，因為原來小數點下第二位是由目測而得的，其準確的程度已可懷疑，若第三位以下，自然更無可取的價值了。但是第三位數若是比 5 大，則須用四捨五入法把它進入第二位內。如是，上面的平均值當是 7.90。

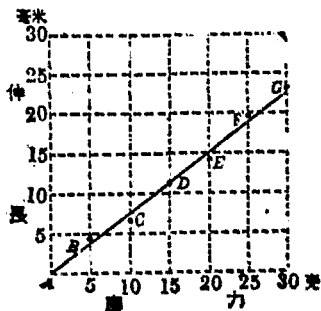
6. 要知道如何求誤差的百分率 實驗時即使是很細心嚴密的話，因為儀器和手法的關係，也難免有些誤差，有時須把誤差的百分率計算出來，以示實驗準確的程度。例如三次測得的數值是 12.59, 12.57 和 12.56，取其平均值為 12.57。三值中和平均值相差最遠的一值是 12.59，即以此值和平均值相減，即 $12.59 - 12.57 = 0.02$ ，這就是誤差，誤差的百分率，求之如次：

$$\begin{aligned} 0.02:12.57 &= \text{誤差百分率}:100\%, \\ \text{誤差百分率} &= \frac{0.02}{12.57} \times 100\% \\ &= 0.16\%。 \end{aligned}$$

7. 要知道如何圖示變量的關係。研究物理學的時候，常常要見到有二量相伴而變化的現象。如彈簧因應力變化，而其長度即因之而伸長，應力加得越多，長度也伸得越長。又如氣體因加壓力，而其原容積因之而縮小，壓力加得越大，容積便縮得更小。而且這兩種現象，雖都是相伴而變化的，但其間關係卻截然不同。若要把這兩種關係，不借重文字語言把它分別出來，惟有用圖示法，最為明白。現在先取彈簧的應力和變形的關係，用圖示法表示出來。假定由七次實驗得出應力和變形的數值是：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次
應力	0克	5克	10克	15克	20克	25克	30克
變形	0.0毫米	4.0毫米	6.5毫米	11.3毫米	14.1毫米	19.5毫米	23.5毫米

先在方格紙上畫兩條正交的縱橫線，兩線的交點叫做原點。現在把七次應力的數值，從原點起自左而右，各各度在橫線上，於是得到六個度點；又把七次伸長的數值，從原點起自下而上，各各設在縱線上，也得到六個度點。然後在橫線和縱線上每一度點處各向上和向右畫一平行於縱橫線的線，如此，可得到七個交點，為 A, B, C, D, E, F, G 。再用

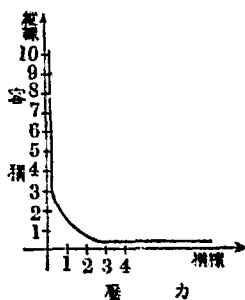


線把這些交點聯結起來，看是怎樣的線。

上圖把各交點聯結起來，原來是一條通過原點的直線(雖有幾點是在線的外面，但如相去甚近時，則可當誤差看)，這就是代表應力和伸長的關係的圖形。至如氣體所受的壓力和容積的關係，若也用圖示法表示出來，則所成的圖形，和上面的完全不同。假定由六次實驗得出壓力和容積的數值是：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次
壓力	0.1	0.2	0.5	1	2	4
容積	10.0	4.0	2.0	1	0.5	0.25

依圖示法作圖，則得下面圖形：



上圖是雙曲線，代表氣體壓力和容積的關係。研究物理學者，一看見圖形，便會知道其中關係：譬如看見圖形是一條直線，便知道應力和變形是成正比的；又看見一條雙曲線的圖形，便知道壓力和容積是成反比的。像這樣用圖形表示變量的關係，既簡單且明白，物理學中常常用到它，即下面實驗中也有幾處要應用的，初學者不可不注意。

I. 儀器構造和用法說明

1. 米尺(圖 1.) 米尺分爲 30 釐米長的和 100 釐米長的兩種,



圖 1.

每種起碼的刻度都是 1 毫米。10 毫米等於 1 釐米, 100 釐米等於 1 米, 即 1 公尺。圖 1 所示 1, 2, 3, …… 等數字是指釐米。米尺不到十分之一的毫米, 用它測量長度的時候, 凡是不到 1 毫米長的另數, 必須用目測(目測的方法詳實驗須知)。若要準確一點, 可以自製一輔助尺應用, 輔助尺的製法和用法詳實驗 1。

2. 量筒(圖 2.) 量筒是用硬玻璃做成的, 外面刻有度數, 每度至多等於 10 立方釐米, 至少等於 1 立方釐米。用量筒測量液體的容積的時候, 必須用眼和量筒成直角的方向看過去, 看到液體的面和量筒上某刻度相合處而讀其示度。又液體在量筒中, 不會成水平面的, 液體面和量筒接觸處必較面的中心稍稍高起一點, 量筒口徑越小, 高起越多, 讀出示度應用液體中心做標準。

3. 刻度玻璃管(圖 3.) 刻度玻璃管是用普通玻璃做成的。玻璃管的外面刻有度數, 刻法並

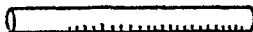


圖 3.

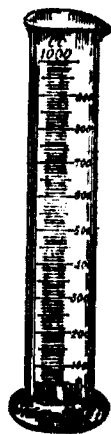


圖 2.

無一定。玻管浮在水中時，須扶持垂直的地位，而後讀其示度。

4. U形管(圖4.) U形管有兩種：一種是短腳閉口，長腳開口的(圖甲)；另一種是兩腳都開口的(圖乙)。兩腳都開口的一種，外面刻有度數，刻法無一定。此等管試驗時須另裝水銀。學者須注意水銀裝在管內，水銀面的中心較邊緣會高起一點，和別的液體恰成相反，讀出示度要用中心高起點做標準。

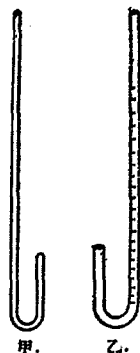


圖 4.

5. 氣壓計(圖5.) 氣壓計供測量大氣壓力用。圖5所示是一種最簡單的。它的構造祇有一條U形管，用螺絲釘固着在一塊木板上面，管的上端是閉口的，下端彎成U形，是開口的。

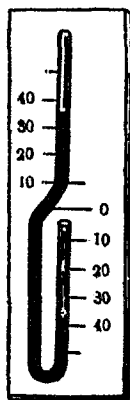


圖 5.



圖 6.

管外刻度，起碼是毫米，刻度的零點約在管的中部，左管水銀面和右管水銀面相差的距離便等於大氣的壓力，故用時宜先觀察左管水銀面較零點高出若干毫米，再視右管水銀面較零點低下若干毫米，然後把一高一低的毫米數加起來，即得大氣壓力。

6. 長頸管(圖6.) 長頸管也是用硬玻璃做成的，供試驗液體膨脹時用。管的外面刻有度數，起碼的小分度是 $\frac{1}{50}$ 立方釐米，內裝欲試驗的液體，讀示度的方法和上述量筒等一樣。

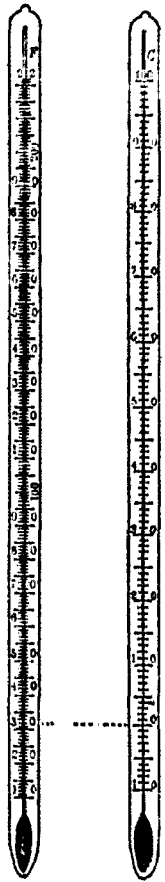


圖 7.

7. 溫度計(圖 7.) 溫度計內裝水銀,大部分貯存在玻璃管的下端膨大部分中。玻璃管的口徑極細,上端空隙的部分是真空。水銀感熱而膨脹,便會從管中昇上;反之,失熱便會降下。管外的刻度分為兩種:一種把冰點至沸點的距離等分做 100 度,這叫做攝氏溫度計或百度計(右圖),最小分度有至 0.2° 的;另一種是以 32 度為冰點,212 度為沸點,冰點和沸點的中間是 180 度,這叫做華氏溫度計(圖左)。溫度計的玻璃質很脆薄,用時要小心加護,但加熱或放在沸水中煮,卻不要緊。用它測量溫度,須用目平射水銀柱的頂點和刻度照台處,而讀它的示度。有時管上刻度不明,可取白紙襯在管的背面,便可看得清楚一些。

8. 彈簧秤(圖 8.) 彈簧秤是利用彈簧的伸長或壓縮時的變形,以稱物體的重量的器械。把彈簧繞成螺絲狀,裝在金屬製成的匣內,上端固定在匣上,下端連接一鉤,並附一指針,把所欲稱的物體掛在鉤上,使彈簧伸長,同時指針指出匣外的示度,就是物體

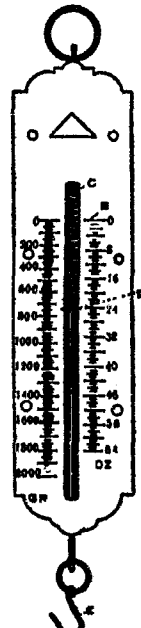


圖 8.

的重量。恒外刻度載重 2 仟克的可讀至 25 克；載重 1 仟克的可讀至 5 克；載重 200 克的可讀至 $\frac{1}{2}$ 克。也有同時刻着英國重量單位“盎司”的，如圖的右邊所刻的刻度便是。學者要注意彈簧秤所稱的是重力而非質量，和天平秤等器械絕不相同。

9. 記秒錶(圖 9.) 記秒錶亦叫停錶，它的構造和普通錶差不多，祇是能自由節制指針的走動或停止。錶面的刻度普通可讀至五分之一秒。使用的時候，用手指按下錶鈕，指針即便走動，這算是時間的開始，又用手指一按錶鈕，指針即便停住，這算是時間的結束，於是檢視指針所指的刻度，便曉得所經過的時間是多少。每次使用之後，須再按一下錶鈕，使指針回到零度上面，如此，下次使用時知道指針是從零度開始走動的，故在時間結束之後，祇須一視指針所指的地方，便可讀出所經過的時間來。

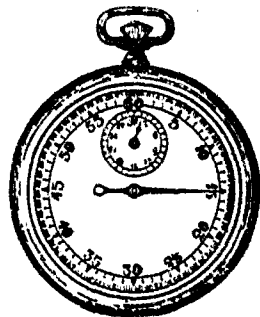


圖 9.

10. 沸水壺(圖 10.) 沸水壺是用銅製成的，上面附着一個較小的圓筒，以便插入溫度計，作測量蒸氣熱量的用。小圓筒旁邊有一個出口，蒸氣即從此處導出；下面大圓筒旁邊也有一個出口，這是備裝 U 形管用的。U 形管內裝水銀，由兩腳內水銀面的相差，可以看出蒸氣和大氣壓力的相差來。不用 U 形管時，可用木塞把下面出

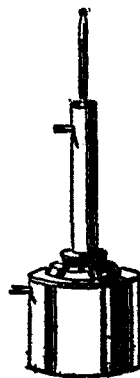


圖 10.

口堵住。

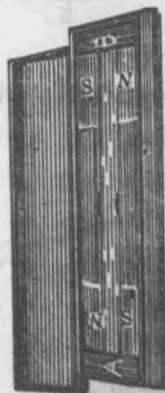
11. 量熱器(圖 11.) 量熱器是一個用黃銅製成的圓筒,附有木蓋,



圖 11.

蓋的上面有兩個孔:較大的孔備插入溫度計用;較小的孔備插入攪棒用。此外還有一個有蓋的木箱,使用時把量熱器蓋好,放進木箱,箱內四週空隙處,都用絕熱質如棉花、鋸屑、羽毛之類充實起來,以防止量熱器內熱量的消失。

12. 磁鐵(圖 12.) 磁鐵是一種用鋼鐵做成有磁性的器械,也有人



(甲)



(乙)



(丙)

圖 12.

叫它做人工磁石。因為做成的形狀不同，分做條形磁鐵(圖 12 甲)和蹄形磁鐵(圖 12 乙)兩種。還有一種，兩端尖銳像針形的，叫做磁針(圖 12 丙)。使用的時候，切不可拿它碰撞或是失手落掉，這雖是一種敲不破跌不傷的物體，然而一經敲跌，磁性便會消失，以至於不能再用了。每次用畢，又須把兩條條形磁鐵，異極並頭的放在匣內，然後兩端各再放一塊鋼鐵，使磁力線不從空氣中穿過，如此，可以減少磁力的消失，而多延長磁鐵的壽命。蹄形磁鐵雖不必兩塊一起放，但是不用的時候，以一塊鋼鐵接在兩極上是必要的。

13. 羅盤(圖 13.) 羅盤是一種利用磁針指北性，以測量方位的器械。外面圓盒是用黃銅製成的，盒的中心點支着一支磁針，圈上刻有度數，並在四象限上刻 *N, S, E, W* 等字樣。羅盤圓盒的外邊還有一個推鈕，前推則磁針在支點上活動，後推則磁針停止活動。使用的時候，先推推鈕使磁針活動，然後用手旋轉圓盒，令磁針的北極正和 *N* 字處的刻度重合為止。用畢，再推推鈕令磁針停止活動。

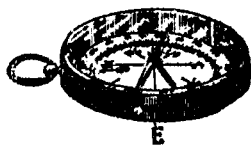


圖 13.

14. 驗電器(圖 14.) 驗電器是用以檢查物體上有無帶電的器械。此器由一玻璃瓶而成，瓶口插入一絕緣體的塞，如白蠟或硬橡皮等類。塞上有孔，穿入金屬棒一條，棒的上端有一金屬球或金屬板，下端則有細長的金箔兩片，互相密接而下垂。帶電的物體若持近驗電器的球部或板部，則金屬棒便因感應而帶電，於是金箔立即展



圖 14.

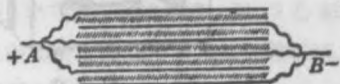
開(如圖),被感應的電量多或電位高,展開度亦大,反之電量少或電位低,展開度亦小。

15. 驗電板(圖 15.) 驗電板是一塊有玻璃柄的金屬圓板。用時手執玻璃柄,使金屬板和帶電的物體相觸一下,因為金屬能導電的緣故,所以電就流到金屬板上來,再拿它和別的物體一撞,電就由金屬板上傳到別的物體上去了。

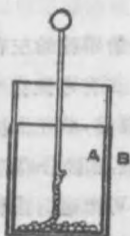


圖 15.

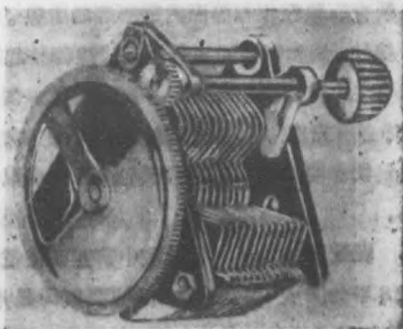
16. 電容器(圖 16.) 電容器普通有三種。如圖甲是一個玻璃瓶,內外都貼錫箔,用時須把瓶放在和地面通的導體上,或拿在手裏,然後加電位於金屬棒上(棒的下端有金屬鏈,和內層錫箔接觸),則內層錫箔帶有一種電荷,同時瓶外錫箔,因感應作用也帶有異號的電荷(瓶外錫



(乙)



(甲)



(丙)

圖 16.

箔的同號電荷，已被拒斥於地下去了)。此種電容器叫做蓄電瓶，也叫做來頓瓶。如圖乙是另一種電容器，用錫箔若干片，中間用蠟紙或雲母片等絕緣體隔開，單數的錫箔和雙數的錫箔都各分別聯接在一起，就是蓄電器的兩個電板。下面實驗 31 所用的電容器就是此類。此外還有一種容量可變的電容器(圖 16 丙)，由一組固定金屬板，和另一組可以轉動的板，互相穿插而成，此類電容器是用空氣做絕緣質的，雖電容較小，然在無線電中，確是合用。

17. 驗電流器(圖 17.) 驗電流器是一種試驗電流磁效應的器械。

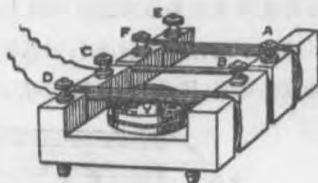


圖 17.

木框上紮有三組粗細相等而圈數不等的導線。各紮導線的左右都有兩個接線柱，倘和電池的正負極用接線聯結起來，便有電流從兩接線柱間的導線上流過。此外還須一面磁針或一個小羅盤，放在導線的下面。用時必須先旋轉木框，令導線和磁針的方向一致，然後令導線通電，這時磁針便會偏東或偏西，如果偏度在 10 度以上，可把磁針或羅盤移開一些。

18. 乾電池(圖 18.) 實驗室中常用的乾電池，其內部構造約略如次：圖 18 甲的(A)是用厚紙製成的圓筒；(B)是用塗有水銀的鋅板製成的圓筒，這就是電池的負極；(C)是石膏和礬砂溶液混和的白色糊狀物；(D)是二氧化錳，炭粉，石墨和礬砂溶液等相混合的黑色糊狀物，

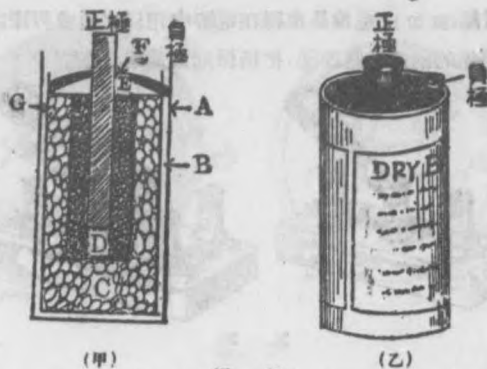


圖 18.

其中插入一條炭精板，作電池的正極；(E) 是矽酸棉絮；(F) 是封閉筒口的瀝青；(G) 是筒側小孔，作為放出氣體的路。圖 18 乙 示乾電池的外表形狀。用時祇須用導線聯接兩極，便有電流從正極輸出，從負極流回。每個電池的電動力約為 1.48 伏特。

19. 換向器(圖 19.) 換向器是串聯在電路中用以變更電流的方向的器械。它的構造約略如圖所示，在木塊上面有 a, b, c, d 四個接線柱， a, d 兩接線柱分別和電池的正負極聯接。 a 和 b, c 和 d 的中間各用兩半絕緣的銅環連通，這時候電流的方向正如圖內箭頭所示；若要在 b, c 路上得到相反方向的電流，祇須把銅環旋轉，使 a 和 c 及 b 和 d 的銅片各壓在同側的銅環上就好了。

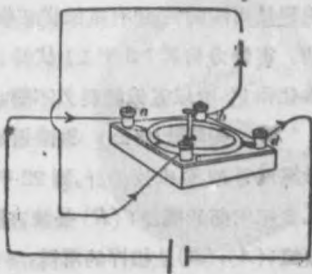


圖 19.

20. 電鑰(圖 20.) 電鑰是串聯在電路中用以連通或拆斷電路的器械。捺下絕緣的柄則電路連通,把柄掀起則電路自斷。



圖 20.

21 丹聶爾電池(圖 21.) 丹聶爾電池構造如圖 21 所示:(甲)是瓷筒;(乙)是素燒筒;(丙)是彎面銅板,上附接線柱;為電池的正極;(丁)是鋅條,上附接線柱,為電池的負極。用時把彎面銅板套在瓷筒內,又把素燒筒套在彎面銅板內,更放鋅條於素燒筒內。瓷筒內盛濃硫酸銅溶液,素燒筒內盛稀硫酸溶液。用接線聯結兩接線柱,便有電流從正極輸出,從負極流回。電動力約為 1.0 至 1.1 伏特。此等電池因無極化作用,所以電流能長久不變。



圖 21.

22. 安培計(圖 22.) 根據通電於線圈能吸引軟鐵的道理,製成安培計。圖 22 甲表示它的外形,乙表示內部的構造:(*R*)是紮在圓筒上的線圈;(*E*)是套在圓筒內的軟鐵;(*A*),(*B*)是槓桿的兩臂,*A*臂附有重錘 *G*,*B*臂則和軟鐵的一端聯繫;(*O*)是槓桿的支點;(*D*)是指針;(*C*)是弧尺,上刻安培數;(*H*),(*I*)是兩接線柱,各和線圈的一端聯結。用時把接線柱接到外面的電



圖 23.

源的兩極上(即串聯),則線圈通電而生磁性,便能吸引軟鐵,同時,因槓桿作用使指針D向右方移動,視電流的強弱而指在一定的刻度上,就是表示這電流強度的安培數。凡是電學試驗中需要測量電流強度,而得其準確單位時,就得用它。

23. 伏特計(圖 23.) 伏特計是用於測量電壓或電動力的器械。普通所用的伏特計的構造,和安培計差不多,惟繞於圓筒外的導線須極細,並且要多紮數圈,使電阻增大,則通過線圈的電流變為極弱。用時須將其兩端與外面電源的電路並聯。此外還有一種伏特計專用於電氣工程上的,構造稍有不同,此處不再提它。

24. 伏特安培兩用計(圖 24.) 兩用計的外形,如圖 24 所示,和通常所用的安培計或伏特計大致相同,惟盒面弧尺則分為二種:在上面的表示電流安培數,刻度自 0 度至 35 度;在下面的表示電壓伏特



圖 24.

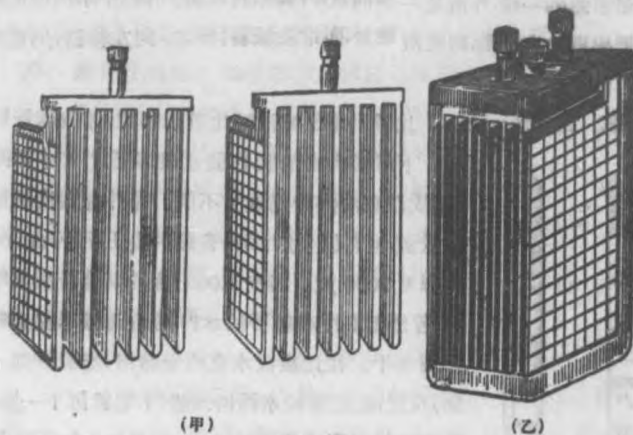
數，刻度自 0 度至 10 度。B 是絕緣導線，可以任意屈曲，一端用螺絲 D 固着在圓盒的頂部，他端則附有銅質的導電器如 C。用兩用計測電源的電流強度時，可用 A 字突出部分和電源的正極相接，同時用導電器 C 和負極相接，如是，則電流通過計內，而面上指針遂向右方移動，可從指針所指的刻度讀下安培數。若用為測量電源的



圖 24.

電壓的時候，則用 V 字突出部分替代 A 字突出部分，又以並聯替代串聯，則可從指針所指的刻度讀下伏特數。使用兩用計時，切須注意電源的電流強度，如電流太強，則計內機件，必至毀壞，所以不能拿兩用計進行測量多數乾電池聯成的乾電槽。

25. 蓄電池(圖 25.) 蓄電池也叫做二次電池，和普通電池能直接自動生電的不同。此種電池本身原來沒有電流，必須從他處電源輸入電流，把它儲藏起來，臨用時再放它出去，這叫做放電。通常所用的有正極板和負極板(圖 25 甲)各一組，都用鉛鎳合金製成。每塊板上鑿成格子，用氧化鉛和稀硫酸混成的糊狀物填滿正極各板的格子，負極各板的格子中則填鉛粉。把正極板和負極板交錯相插(板和板的中間必須隔一空隙)，放入玻璃質或硬橡皮質製成的容器中，如圖 25 乙所示。容器內部充滿稀硫酸(1 容積純硫酸和 5 容積的蒸餾水合成)。稀硫酸注入容器後二小時以內，即須充電(蓄電池的正負極和外面電源的正負極相聯接，算是充電)。充電的時候視電動力昇至 2.2 伏特即止。以後放電，電動力便會慢慢的降低，至 1.8 伏特時即須再行充電，至此限度，如仍不充電，則電池必受損傷。用此電池可得很強的電流，但為延長電



(甲)

圖 25.

(乙)

池的壽命起見，於充電或放電時，切不可用過強的電流。蓄電池種類很多，用途亦大，上述的一種叫做鉛蓄電池，下面實驗 31 中用到它。

26. 按鈕(圖 26.) 按鈕是串聯在電路中，用以連通或拆斷電路的器械，作用和電鑰差不多，不過這是專應用在電鈴的電路中罷了。構造如圖：中間是盤曲的銅片，一端用螺絲釘固着在木板上，和電池的正極或負極，用電鈴接線接通，他端和骨鈕 *P* 相接觸，按下骨鈕則電路自通，放手則銅片因彈性力而回復原狀，於是電路拆斷了。



圖 26.



圖 27.

27. 電阻器(圖 27.) 電阻器是聯結在電路中，以節制電流的器械。種類很

多,最普通的一種,外面是一個圓盒,內裝細長導線。圖 27 示內部的構造,把拐臂向右移動,則電阻增加,而電流減弱;反之,向左移動,則電阻減少,而電流增強。

28. 比重計(圖 28.) 比重計是測定液體比重的器械,用玻璃管製成。

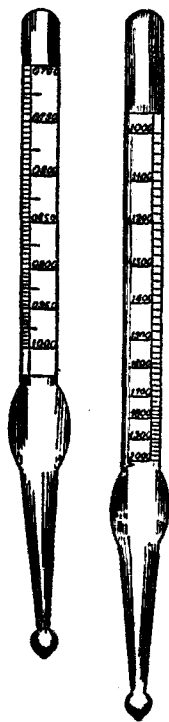


圖 28.

下部膨大成泡狀,內裝水銀,使重心集中而降低,故浮在液體中能直立不倒。管外有刻度示比重數值,但有很多刻法,最普遍的自上而下,由 700 度以至 2000 度。其中 1000 度的刻度叫做標準線,若是把它浮在純粹的水內,恰好這標準線和水面相平;在比重較水重的液體內,它就浮起一點;反之,在比重較水輕的液體內,它就沉下一點。使用時以玻璃筒盛欲測的液體,約至七八分爲度,取比重計沉入液內,讀其和液面相平處的示度,即是測定的比重。比重計上所謂 1000 度的,就是比重 1,又所謂 700 度的,就是比重 0.7,餘可類推。又比重計所示的比重數值,是專指液體溫度在攝氏 15 度而言。

29. 電鈴(圖 29.) 電鈴內部構造,如圖 29 所示。 T_1 , T_2 是接線柱; M 是電磁石, B 是唧鐵; S 是軟鐵片; P 是螺絲柱; C 是接觸螺絲; H

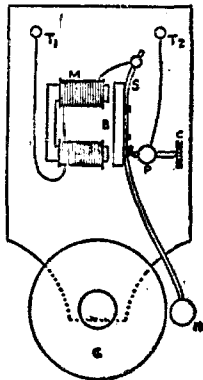


圖 29.

是鐘； G 是鈴。使用時可將電池的兩極接在 T_1, T_2 上，電路中須再插入一個按鈕，按下按鈕，則電路通而電鈴發聲；放手則電路拆斷。

30. 蜂音器(圖 30.) 蜂音器內部構造如圖所示： T_1, T_2 是兩接線柱； M 是電磁鐵； B 是楔鐵片； C 是接觸螺絲； P 是螺絲柱。使用時把 T_1, T_2 分別和電源的两極相聯結，在電路中可插入按鈕，按下按鈕則電路通而蜂音器發聲。原理和電鈴一樣，不過電鈴是以鎚擊鈴而發聲，蜂音器則純由楔鐵片的振動而致，故其聲較電鈴為和緩。

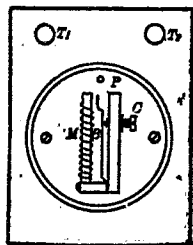


圖 30.

31. 晶體檢波器(圖 31.) 晶體檢波器也叫

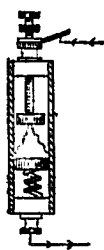
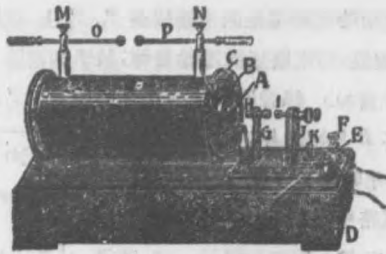


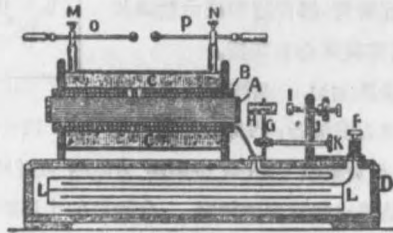
圖 31.

做礦石檢波器，內部的構造如圖所示：玻管內一端裝礦石，如黃銅礦、黃鐵礦、斑銅礦、方鉛礦、紅鉍礦之類；他端則是捲成螺旋形的鋼絲。令鋼絲的尖端觸在礦石最靈敏的一點上，然後玻管的两端各用導體螺旋柱夾緊，這叫做固定晶體檢波器，下面實驗 31 就用着它。

32. 感應圈(圖 32.) 感應圈是使電動力由弱變強的器械。圖甲示外形，乙示內部的構造： A 是鐵心； B 是第一線圈(即原線圈)，上紮絕緣導線； C 是第二線圈(即副線圈)，上紮極細的而且圈數很多的絕緣導線； L 是電容器； E, F 是第一線圈的两个接線螺釘； M, N 是第二線圈的两个接線螺釘； O, P 是兩放電桿； K 是節制彈性的螺釘。使用時先把蓄電池或普通電池的兩極和 E, F 兩螺釘聯結，稍稍旋動螺釘 I ，使尖端和 H 鐵片的距離合宜，則第一線圈中自有電流通過，此時 H 和 I 間便有星星的火花發見，同時鋼條 G 也不絕的振動起來。第二線圈因受第一線圈的感應而發出



(甲)



(乙)

圖 32.

電動力很強的電流,若把 O, P 兩放電桿前後移動,至一適當的距離,則見有火花從空氣中飛越而過。試驗時要注意,不可使手指或身體上任何部分和**第二線圈**的兩極接觸,否則,也許會危及生命的,至少足使肌肉發生一種麻痺的感覺,也就夠受了。

33. 聽筒(圖 33.) 圖甲示聽筒的形式;圖乙示內部的構造: M 是環狀永久磁鐵; P 是兩極部,由軟鐵製成,固着在永久磁鐵上; A 是線圈,上面紮有無數的絕緣導線; D 是薄鐵片,和 P 端隔開一極小的空隙; E 是護板; C 是兩接線柱。使用的時候,只須把 F, G 兩插頭插在收音機上就得。因播音臺上(或發報處)發話人音波的振動,致收音機上(或

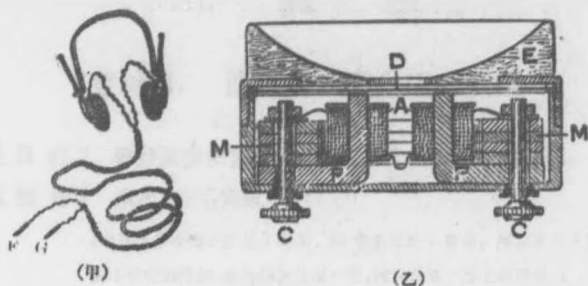


圖 38.

收報處)由感應而起的電流忽強忽弱,因此,聽筒內薄鐵片所受的磁力也起了強弱的變化,結果,使薄鐵片 D 間接的跟着發話人的聲浪起了同樣的振動,所以聽起來,好像和發話人當面說話一樣。

II. 實 驗

*實驗 1. 直角三角形各邊的關係

【目的】 練習長度的測量，並求直角三角形各邊的關係。

【儀器】 米尺一，三角板一。

(米尺上最小的分度是 1 毫米，10 毫米等於 1 釐米，所以米尺上每滿十個小分度的時候，刻度線會長出一點，這就是滿一釐米的標度。)

【方法】 取三角板一塊，用米尺測量各邊的長度，測量的方法如圖 34 所示：左手按住米尺，右手推三角板，令第一頂點正切於米尺的某一刻度處，此時要從頂點的正上方窺下，以驗其是否正切，次從第二頂點的正上方窺下，讀出第二頂點正切處的刻度，倘是第二頂點的正切處不是一小分度，這時，便要用目力估計出十分之幾的毫米數(估計的方法參看實驗須知)。再用同一米尺的另一刻度做起點，照上法就原邊上再測量一回，把每回所測得的結果都記入下面畫好的表格內。

上面測十分之幾的毫米是用目測的，不是熟練的人，自然不容易準確，若另用一條輔助尺專測十分之幾的毫米，便可得其準確了。這輔助尺在科學上叫做“游尺”。

取九毫米的長，分做十等份，畫在厚紙條上，便可當游尺用。測法是用游尺的零度，對準三角板的第二頂點，沿着游尺看過去，那一條刻度和

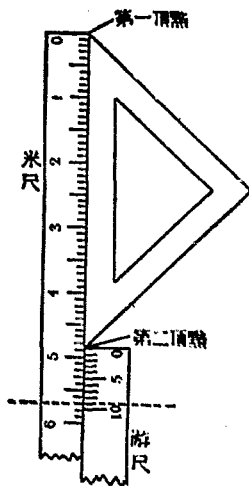


圖 34.

米尺的刻度相一致的,就是十分之幾毫米的數了。如圖 34,三角板斜邊的長度是 4.89 厘米。

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實 驗 1.
 直角三角形各邊的關係

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

問 數	乘 邊	底 邊	斜 邊
第 一 問	.....釐米	.....釐米	.....釐米
第 二 問	.....釐米	.....釐米	.....釐米
第 三 問	.....釐米	.....釐米	.....釐米
平 均	.....釐米	.....釐米	.....釐米

【問 題】 研究本實驗所得到的結果，你能發見直角三角形的三邊有什麼相互的關係麼？

〔答〕

【問 題】 試用米尺和游尺測量茶杯口上的直徑，再設法把同一茶杯口的周圍的長也測下來。

〔答〕

實驗 2. 固體及液體的比重

【目的】 測定固體及液體的比重。

【儀器】 量筒一，米尺一，彈簧秤一，圓銅柱一，細線，酒精，飽和食鹽水，石油，硫酸銅溶液。

【方法】 I. 測定固體的比重 取圓銅柱，用細線拴牢，掛在彈簧秤的鈎上，先在空氣中稱之為 W 克，次浸入盛清水之量筒中稱之為 W_1 克。 $(W - W_1)$ 克便是圓銅柱在水中所失去的重，也等於同體積水的重，故

$$\text{圓銅柱的比重} = \frac{\text{圓銅柱在空氣中測得的重}}{\text{與圓銅柱同體積水的重}} = \frac{W}{W - W_1}.$$

把上面測得的 W 和 W_1 ，及由計算而得的圓銅柱的比重，都分別記入表內。

II. 測定液體的比重 (a) 取上面所用的圓銅柱用布拭乾，再用細線拴牢，掛在彈簧秤的鈎上，浸入盛酒精之量筒中，稱之為 W_2 克，則 $(W - W_2)$ 克便是圓銅柱在酒精中所失去的重，也等於同體積酒精的重，故

$$\text{酒精的比重} = \frac{\text{與圓銅柱同體積酒精的重}}{\text{與圓銅柱同體積水的重}} = \frac{W - W_2}{W - W_1}.$$

把上面測得的 W_2 ，及由計算而得的酒精的比重，都分別記入表內。

再取飽和食鹽水，石油，硫酸銅溶液等，分別測其比重記之。

(b) 用細線繫量筒掛在彈簧秤的鈎上，稱它的重量（量筒裏外要先用乾布揩淨）。裝清水 100 立方釐米，再稱它的重量。拿前後所得的

重量相減，便是清水的淨重。傾去清水，搽乾，裝和清水同容積的酒精，又稱它的重量，減去量筒的重量，便得酒精的淨重。以清水的淨重除酒精的淨重，得酒精的比重，記之。

再取飽和食鹽水，石油，硫酸銅溶液等分別測其比重，一一記之。

以本節所測得的比重，和由 (a) 節所測得的比較，記之。

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

實 驗 2.

固體及液體的比重

表 I. 固體的比重

1. 圓銅柱在空氣中所測得的重, $W = \dots\dots$ 克.
2. 圓銅柱在水中所測得的重, $W_1 = \dots\dots$ 克.
3. 與圓銅柱同體積水的重, $(W - W_1) = \dots\dots$ 克.
4. 圓銅柱的比重, $\frac{W}{W - W_1} = \dots\dots$ 克.

表 II. 液體的比重

液 體	用 a 法測得的比重		用 b 法測得的比重		比 較
	與圓銅柱同體積的液體重	比 重	100 立方釐米的液體重	比 重	
水					
飽和食鹽水					
酒 精					
石 油					
碳酸鈣溶液					

【問題】 本實驗係根據什麼原理？把這原理很簡單的敘述出來。

〔答〕

【問題】 應用圓銅柱的體積，把上面幾種液體的密度計算出來。

〔答〕

*實驗 3. 浮 力

【目的】 求各種固體在水內所受的浮力,和排開的水量的關係。

【儀器】 彈簧秤一, 量筒一, 黃銅圓柱一, 鋁質圓柱一, 石塊一, 線。

【方法】 取黃銅圓柱拴在細線的一端, 線的他端繫在彈簧秤的鉤上, 先在空氣中稱它的重量為 W 克, 次讀量筒內水的高度為 H 釐米, 把黃銅圓柱放入水內, 稱之為 w 克, 同時再讀量筒內水的高度為 h 釐米 (圖 35)。把前後所稱得的重量和讀得水的高度都記入表內。

再取鋁質圓柱和石塊, 各如前法實驗一次。

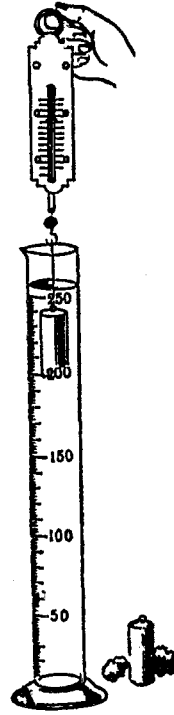


圖 35.

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實驗 3.
 浮 力

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

固 體	在 空 氣 中 的 重 量 W	在 水 中 的 重 量 w	中 固 體 未 入 水 時 水 的 高 度 H	中 固 體 入 水 後 水 的 高 度 h	浮 力 $(W-w)$	力 $(h-H)$
黃銅圓柱						
鉛質圓柱						
石 塊						

【問 題】 上面表內 $(W-w) = (h-H)$ 是什麼意思?這是什麼原理?

【答】

【問 題】 固體放在液體內稱起來,重量會減輕,那末地球作用於固體的重力,實際上會減少麼?

【答】

實驗 4. 浮 體

【目的】 探求浮體的重量和在水內所排開水的重量的關係。

【儀器】 米尺二，木塊一，彈簧秤一，水槽一，針。

【方法】 取方木塊一塊，用彈簧秤在空氣中稱它的重量，記入表內。從彈簧秤上取下木塊，放入水內，測量其浸入水內的部分。測量的方法是：取米尺一支，平放在水槽口上(圖 36)，再取針，用火漆黏牢在另

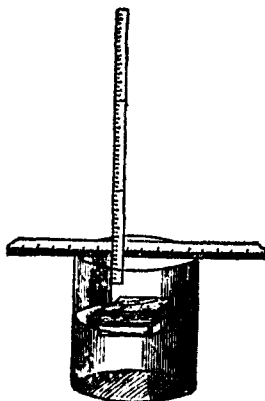


圖 36.

一支米尺的端上，作為測量的工具。測量時手執針尺成垂直，使針尖輕輕的觸在木塊的任意一角上，而讀其和平放米尺接觸處的示度。再把針尖接觸水面，依同法測量而讀其示度。前後示度相減後的差數，便是木塊的一個角露出水面的高。此外三個角都要照樣做，拿四個角露出水面的高平均起來，就是木塊露出水面的平均高。再量木塊的厚，減去

平均高，便是木塊浸入水內部分的平均厚，由是可以算出水被木塊所排開的容積，若用 C. G. S. 制，也就是同容積水的重，把它記入表內。

..... 初級中學
物理學學生實驗報告單

實 驗 4.
浮 體

組別..... 姓名.....
實驗日期.....年.....月.....日
評閱日期.....年.....月.....日
評定等第.....

浮體在空氣中重量	
被浮體所排開的水量	

【問題】 就本實驗的結果，試定出一條浮體的定義來？

〔答〕

【問題】 浮體的密度和沒入水內的體積的大小有什麼關係？

〔答〕

實驗 5. 深度和液體壓力

【目的】 測定液體的深度和壓力的關係。

【儀器】 刻度玻璃管一，玻璃圓筒一，小鉛丸 60 克，兩端開口的 U 字形長短腳玻璃管一，水銀少許，彈簧秤一，線。

【方法】 下面兩種方法任意選擇一種。

I. 用線繫刻度玻璃管而稱其重量，假定為 W 克，把它浮在盛水的大玻璃筒內，然後取 10 克重的小鉛丸，投入刻度玻璃管，而測其沒在水中部分的深度。如是六回，每回都加 10 克重的鉛丸，和玻璃管的重 (W 克) 加起來，並將每回玻璃管沉下的深度 (毫米)，分別記入下面表 I (圖 37)。

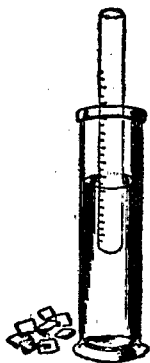


圖 37.

II. 取 U 字形玻璃管，盛水銀少許，手持玻璃管的長腳，把它沉入水中，越沉下去，長短腳內水銀面相差也越大。試沉下六個不同的深度，而每

同都把長短腳內水銀面的差 d , 和短腳水銀面到水面的差 l , 記入下面表 II (圖 38)。

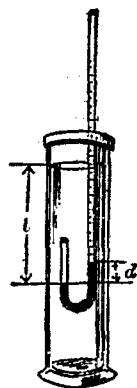


圖 38.

注意：U 形管沉入水中時，必須扶持垂直的地位。讀水銀面的差，應從玻璃筒的側面取直角的方向看過去；水銀面的差，要取兩水銀面的頂點來計算。

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實 驗 5.
深度和液體壓力

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

表 I.

	第一回	第二回	第三回	第四回	第五回	第六回
壓 力	$H+10$	$H+20$	$H+30$	$H+40$	$H+50$	$H+60$
深 度						
壓力/深度						

表 II.

	第一回	第二回	第三回	第四回	第五回	第六回
長短管內水銀面頂點的差(d)						
短管水銀面的頂點到管外水面中心點的差(i)						
$\frac{d}{i}$						

【問題】 從上表最後一欄看起來,你可以說明液體內深度和壓

力的關係了，這關係是怎樣的？

〔答〕

【問題】 在液體內同一深度的平面上，任何方向的壓力都會相等麼？

〔答〕

實驗 6. 氣體容積和壓力的關係

【目的】 測定一定質量的氣體容積和壓力的關係。

【儀器】 U形管—(一端閉口), 氣壓計—(公用), 公尺—, 漏斗—, 架子及夾子—, 水銀。

【方法】 裝水銀少許於U形管內, 令長短臂內水銀面的高相齊(圖 39), 這時候 AC 容積的空氣所受的壓力就是大氣的壓力。把當日大氣的壓力 p (用水銀柱的毫米數代表) 從氣壓計上讀下來, 記入下表的上方。加水銀於 U 形管內, 使原來 AC 容積的空氣縮小一點, 假定為 BC , 記入下表 V 欄內(如 U 形管的斷面積是很均勻的話, 就可以拿 BC 這一段長度代表 BC 容積), 同時量長短腳水銀面的差為 BD (也是毫米數), 記入下表 p' 欄內, 這就是增加的壓力。再注入水銀, 量其縮小後的容積和新加的壓力, 分別記入下表 V 和 p' 欄內, 照此共做四回, 一一記之。

注意: 裝水銀的時候, 先把 U 形管斜倒, 拿水銀一點一點的注下去, 好教多餘的空氣從空隙間跑上來。如果 U 形管的兩端都是開口的話, 應先注入水銀, 使長短臂內水銀面的高相齊後, 再把短臂這一端用火漆封固。

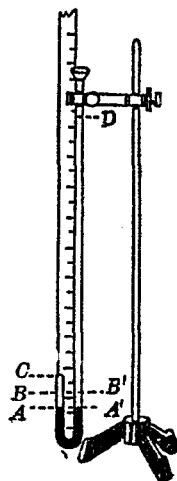


圖 39.

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實驗 6. 氣體容積和壓力的關係

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

當日大氣的壓力 $p =$ 毫米

實 驗 問 數	1	2	3	4
短細管內空氣的容積 V				
增加的壓力 p'				
短細管內空氣的壓力 $p + p' = P$				
壓力 \times 容積 $= P'V$				
平均值				
四值中和平均值相差最大的一值的百分率(%)				

【問 題】 就本實驗的結果看來，壓力和容積的關係怎樣？這和你所學過的那條定律相合麼？

〔答〕

【問題】 如用玻璃管的一端插入水中,自他端用嘴吸之,水就會從管中昇上,這是什麼緣故?

〔答〕

【問題】 同一容積的氣體,當壓力變更時和密度有什麼關係?

〔答〕

實驗 7. 槓桿和力矩的原理

【目的】比較槓桿處於水平時兩臂所載的重，以研究力和力臂的關係；依據槓桿的原理，鑑定市秤。

【儀器】米尺一，砝碼一組，支點和架子一，市秤一，粗砝碼 5000 克，線（絲的和金屬的）。

【方法】取支點套在米尺的中點處，旋緊螺絲以固着之，把支點的鋒安置在架子上，這時米尺在架子上自然會取水平的位置。如果稍有偏斜，就拿細的金屬線纏在米尺較輕的一端上，務要使它達到水平為止。次以一和二之比的砝碼分掛在兩臂上，把砝碼左右移動，使米尺再達水平（圖 40）。把砝碼的重 (P, Q) 和砝碼懸點至支點的距離 ($AO,$

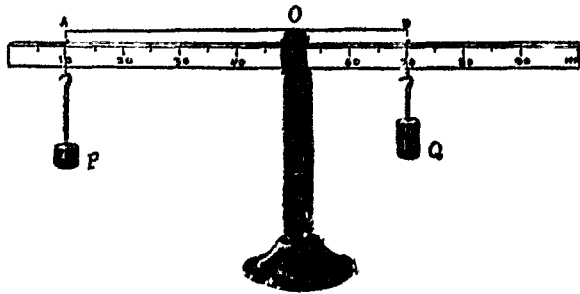


圖 40.

BO), 都記入表內。再換砝碼，二和三之比，三和四之比，掛在槓桿的兩臂上，各實驗一回，也記在同表內。

取市秤一桿與上述槓桿比較，把不同之點記入報告。

以 500 克砝碼（等於一市斤）掛在秤鉤上，然後用手提秤紐，同時

移動秤錘，使秤桿達於平衡。觀察秤桿上秤錘的懸點，是否和 1 市斤的標度相合。如有相差，要將其相差數記下；如懸點在標度以外，記差數為正；在標度以內，記差數為負。市秤的標度若是很準確，便沒有相差，此時可記之為 0。

再取 2500 克，5000 克砝碼，各如上法實驗一次，而將其相差數記下。

..... 級初中學

物理學學生實驗報告單

實 驗 7.
槓桿和力矩的原理

組別..... 姓名.....

實驗日期.....年.....月.....日

評閱日期.....年.....月.....日

評定等第.....

		力(即砝碼的重)	力臂(即砝碼懸點至支點的距離)	力 矩 (即力×力臂)
1	左			
	右			
2	左			
	右			
3	左			
	右			

市秤和槓桿的比較:

市秤的鑑定 { 1 市斤相差數 =
5 市斤相差數 =
10 市斤相差數 =

【問 題】 就本實驗的結果，試說明力矩的原理。

【答 案】

【問 題】 就日常生活上所應用的東西，舉出槓桿省力的例子來，越多越好。

【答 案】

實驗 8. 滑 車

【目的】 研究怎樣應用滑車,可以得到省力的效果,和力的方向改變的方法。

【儀器】 單滑車二,滑車架子一,彈簧秤一,砝碼一組,米尺一,細繩。

【方法】 I, 固定滑車 取單滑車一個掛在架子上,如圖 41 裝置。再用一繩子繞過滑車,一端繫砝碼,他端繫彈簧秤。用手徐徐拉彈簧秤,使砝碼昇上,讀彈簧秤指針的示度(克數)。再把砝碼徐徐放下,又讀彈簧秤的示度。取前後所讀的平均數,便是所施的力,並砝碼的重,分別記入下面表 I。再換較重的砝碼,重做二回。

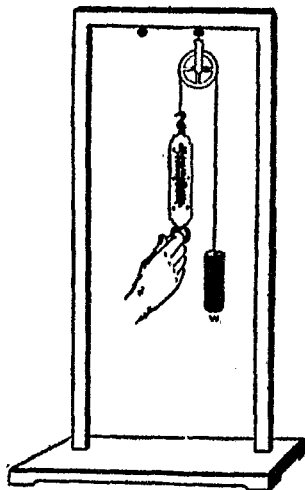


圖 41.

上節實驗,同時把砝碼上昇和彈簧秤下降的垂直距離,都用米尺測量下來,然後再拿砝碼上昇的距離,和砝碼的重相乘,這個相乘的積,就是單滑車所作的功。拿所施的力和彈簧秤下降的距離相乘,這個相乘的積,就是單滑車所受的功。用所受的功去除所作的功,便是單滑車的工作效率。把本節的結果記入下面表 II。照同樣再做二回。

II, 可動滑車 繩子的一端繫在彈簧秤的鉤上,他端繞過滑車繫在架子的鉤上,滑車的下面再掛砝碼。上提彈簧秤如圖 42 所示,等到彈簧秤上的指針指在一定的刻度上的時候,讀下示度(這示度應當然是

指滑車和砝碼的總重)。再把砝碼徐徐放下,又讀彈簧秤的示度。取前後所讀的平均數,便是所施的力,記入下面表 I。再換較重的砝碼,重做二回。

上節實驗,同時把砝碼上界和彈簧秤上界的垂直距離,都用米尺測量下來。然後把滑車所受的功,所作的功和工作效率都照前法算出,記入下面表 II。照同法再做二回。

III. 動定滑車組 取單滑車一個,掛在架子上,是為定滑車,再把另外一個單滑車用繩子繞過,掛在定滑車的下面,是為動滑車,它的下面再掛和上節等重的砝碼,如圖 43 所示。照 I 節的方法實驗,把結果分別記入表 I 和表 II 內。本實驗要注意施力的方向,和動滑車比較。

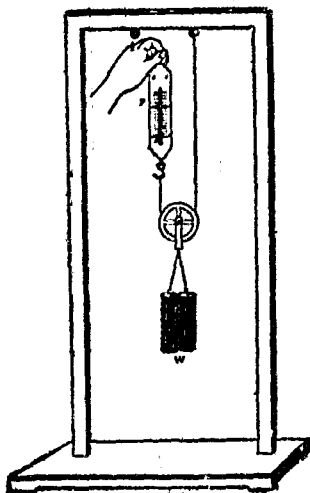


圖 42.

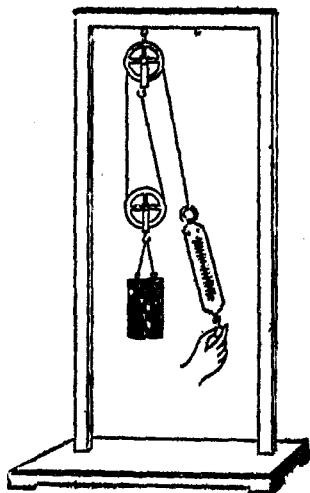


圖 43.

..... 初級中學

物理學學生實驗報告單

實驗 8.
滑 車

組別..... 姓名.....

實驗日期.....年.....月.....日

評閱日期.....年.....月.....日

評定等級.....

表 I.

	單 滑 車			可 動 滑 車			滑 車 組		
法碼的電	克	克	克	克	克	克	克	克	克
所施的力	克	克	克	克	克	克	克	克	克
策力 (即機械力)									
支持法碼的繩子數									

表 II.

	單 滑 車			動 滑 車			滑 車 組		
滑車所作的功	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米
滑車所受的功	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米	克釐米
工作效率	%	%	%	%	%	%	%	%	%

【問題】就本實驗的結果，比較定滑車和動滑車，那個省力？那個工作效率大？又機械利益(重/力)和支持砝碼的繩子數有什麼關係？

【答】

【問題】比較滑車組和可動滑車，說出其不同之點。

【答】

【問題】一人用動滑車升起 100 公斤重的物體於 2 公尺的高處，此人用力多少？滑車的工作效率和機械利益各是若干？

【答】

實驗 9. 摩 擦

【目的】求動摩擦和靜摩擦的摩擦係數。

【儀器】平板一，彈簧秤一，砝碼一組，小鐵車一，米尺一，細繩。

【方法】I. 滾動摩擦 (1) 用細繩拴小鐵車，掛於彈簧秤的鉤上，稱它的重量，記在表 I 反應力欄內（小鐵車置在水平的平板上面，則平板有一個反應力，等於小鐵車的重）。

(2) 把小鐵車放在平板上面，如圖 44 所示。用手在水平方向輕拉彈簧秤，使小鐵車以等速運動，讀彈簧秤的示度。從讀得的示度減去彈簧秤的誤差（即在未拉動以前彈簧秤的示度），便是實得的滾動摩擦力（注意摩擦力和拉力方向是相反的）。再依同法做二次，連前共三次，取其平均值記在表 I 滾動摩擦力欄內。



圖 44.

(3) 以砝碼 100, 150, 200 克依次加在小鐵車內（各次反應力便等於小鐵車加砝碼的重），照(2)節方法各實驗一回，亦如前記之。

(4) 拿反應力除滾動摩擦力，即得各種情形下的摩擦係數，分別記入表 I 摩擦係數欄內。

II. 滑動摩擦 (1) 把小鐵車翻轉，令小鐵車的上口和平板面接觸，照(I, (2))節的方法測定它的摩擦力，記入表 II 動摩擦力欄內。

(2) 仍令小鐵車翻轉，惟此時用手在水平方向輕拉彈簧秤，僅使小鐵車能開始運動為止。讀開始運動時彈簧秤的示度，並如前減去誤差。

依同法共做三次，取其平均值，記入表 II 靜摩擦力欄內。

(3) 以砝碼 100, 150, 200 克依次加在小鐵車上，照(1),(2)兩節方法各實驗一回，亦如前記之。

(4) 令小鐵車的側面和平板接觸，再如(1),(2),(3)各節測定它的動和靜的摩擦力，分別記入表 II。

(5) 拿各反應力除動和靜的摩擦力便得動和靜的摩擦係數，記入表 II。

III. 摩擦角 (1) 令小鐵車的側面臥於平板上面，緩緩舉起平板的一端，以恰能使小鐵車在平板上以等速滑下為度(圖 45)。用米尺量斜面的高 BC 和底 AC ，記入表 III 動摩擦欄內。依同法再做二次。

(2) 加砝碼 200 克於小鐵車內，依(1)節方法共做三次，一一記之。

(3) 把平板的一端從原來的高度稍微放低，以僅使小鐵車(這時小鐵車仍側臥板上，惟不載重)不再滑下為止。用米尺量斜面的高和底，記入表 III 靜摩擦欄內。依同法再做二次。

(4) 加砝碼 200 克於小鐵車內，照(3)節方法共做三次。

(5) 就上面各節所測得的高和底，分別以底除高，得摩擦角的正切，即等於各種情形下的摩擦係數，分別記入表 III 動摩擦和靜摩擦欄內。

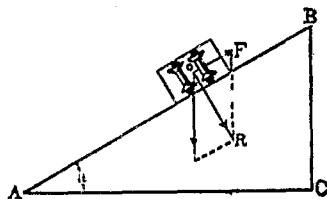


圖 45.

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實 驗 9.
 摩 擦

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

表 I,

反 應 力 R	滾動摩擦力 F	摩 擦 係 數 $\frac{F}{R}$

表 II,

反 應 力	小 鐵 車 翻 轉				小 鐵 車 側 倒				
	動 摩 擦 力		靜 摩 擦 力		動 摩 擦 力		靜 摩 擦 力		

表 III.

	次	動 摩 擦			靜 摩 擦		
		高	底	摩擦係數	高	底	摩擦係數
小鐵車不載重	1						
	2						
	3						
小鐵車載重	1						
	2						
	3						

【問題】 摩擦係數和什麼有關係，又和什麼不相干？

〔答〕

【問題】 現在有一個粗大而笨重的圓柱體，要憑一個人的力量把它搬到遠處去，要用什麼方法最好？

〔答〕

【問題】 摩擦角的正切，何以會等於摩擦係數，你能用數學證明麼？

〔答〕

*實驗 10. 物質的彈性

【目的】 求彈性物質的變形和應力的關係。

【儀器】 彈簧秤一，細鋼桿一，鏡尺一具，砝碼盤一，砝碼一組。

【方法】 取彈簧秤掛在鏡尺的鉤上，下端繫砝碼盤，如圖 46 所

示，用眼在直角方向視鏡尺，默記其和盤底成一致的

刻度。取砝碼加於砝碼盤，再視其和盤底成一致的

刻度，和先前默記的刻度比較，知彈簧秤已伸長幾許，

再加等重的砝碼，看它又伸長幾許。如是，做七

回，每回都把

所加砝碼的

克數和伸長

的毫米數記

入下表。再

就後面方格

子內，用圖示

法畫出應力

和變形關係

的圖形(參考

實驗須知)。

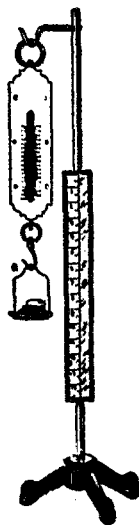


圖 46. 實驗須知。

取細鋼條橫放在兩塊木頭上，中點處掛砝碼盤，旁放鏡尺(圖 47)。實驗的方法和記錄都和上面一樣，不過此處所得的是

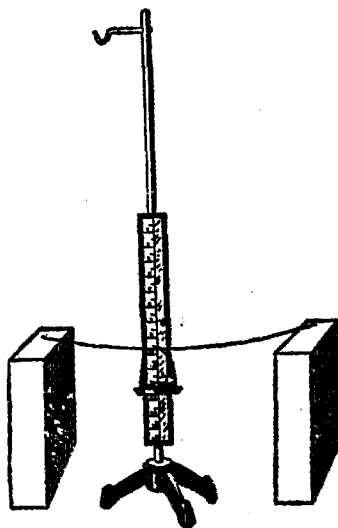


圖 47.

鋼條的彎曲度，上面則是彈簧的伸長度。

.....初級中學
 物理學學生實驗報告單

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

實 驗 10.
 物 質 的 彈 性

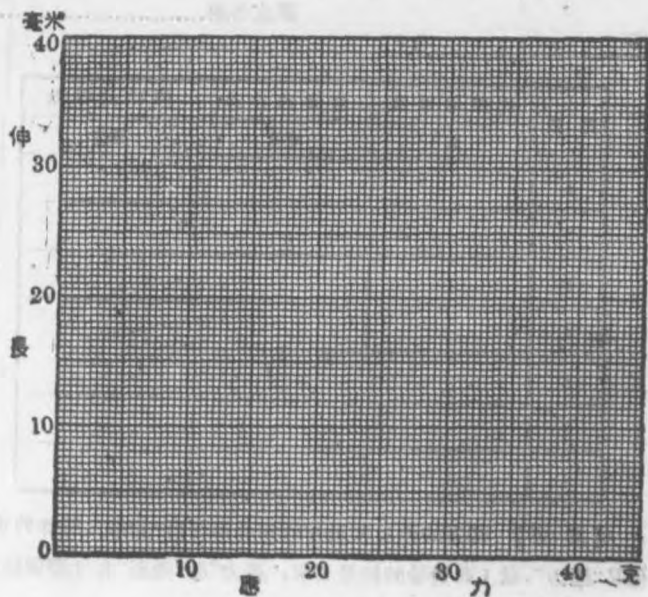
問 數	砝碼的重量	彈簧的伸長	鋼桿的彎曲
	克	毫米	毫米
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

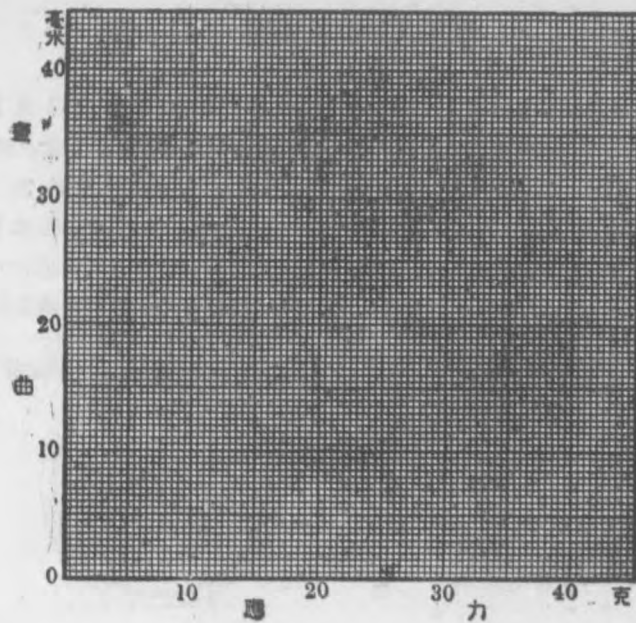
【問題】彈簧的伸長和鋼桿的彎曲都叫做“變形”，所加的重量便是“應力”，就上面實驗的結果看來，“應力”和“變形”有什麼關係？你所學過的那條定律和這相合？

〔答〕

【問題】 什麼叫“彈性體”？我們日常所應用的東西有那幾樣是
利用彈性體做成的？

【答】





實驗 11. 腳踏車走快的道理

【目的】 計算腳踏車上各部份的機械利益，比較前齒輪和後齒輪迴轉的速度，並檢查軸承的構造，以說明腳踏車走快的道理。

【儀器】 舊腳踏車一，米尺一。

【方法】 I. 各部分的機械利益：用米尺測量拐臂的長為 L ，前齒輪的半徑為 L' ，後齒輪的上緣至地平的距離為 l ，後齒輪的中心至地平的距離為 l' ，都記入報告欄內（圖 48）。假定抵抗力為 R ，所施的

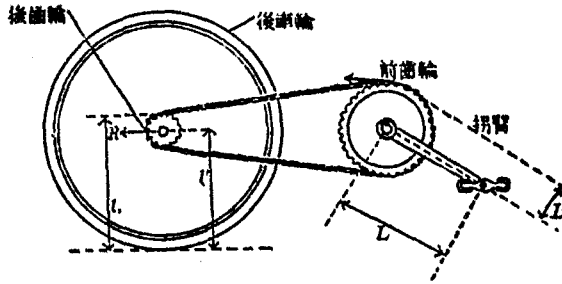


圖 48.

力為 P ，則

前齒輪的力矩 $= RL'$ ， 拐臂的力矩 $= PL$ 。

因為

前齒輪的力矩 $=$ 拐臂的力矩，

所以

$$\frac{R}{P} = \frac{L}{L'} = \text{機械利益。}$$

又

後齒輪的力矩 $= Pl$ ， 後車輪的力矩 $= Rl'$ 。

因為

後齒輪的力矩 $=$ 後車輪的力矩，

所以 $\frac{R}{P} = \frac{l}{l'} = \text{機械利益。}$

把測得的機械利益記入報告欄內。

II. 求前齒輪和後車輪迴轉速度的比：

$$\begin{aligned} \frac{\text{後車輪迴轉的速度}}{\text{前齒輪迴轉的速度}} &= \frac{\text{前齒輪的齒數}}{\text{後齒輪的齒數}} = \frac{\text{前齒輪的圓周}}{\text{後齒輪的圓周}} \\ &= \frac{\text{前齒輪的半徑}}{\text{後齒輪的半徑}} = \frac{l}{l'}. \end{aligned}$$

把求得的速度的比記入報告欄內。

III. 檢視軸承的構造：拆下前後車輪的軸，檢視軸承內部的構造，繪圖並說明構造的理由。

..... 初級中學
物理學學生實驗報告單

實 驗 11.
腳踏車走快的道理

組別..... 姓名.....
實驗日期.....年.....月.....日
評閱日期.....年.....月.....日
評定等第.....

-
- I. 拐臂的長 $L =$
前齒輪的半徑 $L' =$
機械利益 =
後齒輪的上緣至地平的距離 $l =$
後齒輪的中心至地平的距離 $l' =$
機械利益 =
- II. 後車輪迴轉的速度 $= \frac{L'}{l-l} =$
前齒輪迴轉的度數
- III. 軸承內部構造圖:

【問題】 拐臂和前齒輪類似何種槓桿？後齒輪和後車輪又類似何種槓桿？

【答】

實驗 12. 單擺的原理

【目的】 探求單擺的周期和振幅，擺長以及球質的關係。

【儀器】 木球，金屬球，架子及夾子，記秒錶，米尺各一，細線。

【方法】 用細線繫木球，固定線端於夾子內，使細線的長加上木球的半徑恰等於 100 釐米(擺長)。先用手把木球移動一小振幅於 A 點上(圖 49)，然後放手，教木球自由動盪。眼正對中線看着，當第一次球過中線的時候，很快的按下記秒錶，作為周期的開始，以後每過中線二次，便數“一”，如此，數到一百次的時候，又很快的把記秒錶停住。檢查記秒錶所走的秒數，假使一百次的時間共為 t 秒，那末 $\frac{t}{100} = T$ 秒，便是每次所需的時間，也就是周期了。

用稍大的振幅再試一次；換金屬球再試一次；把細線縮短為 50 及 25 釐米(球的半徑在內)，各試一次，歷次實驗都按照下面表格分別記下來。

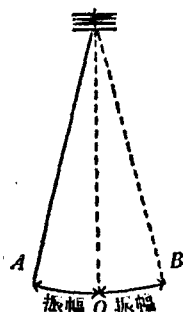


圖 40.

..... 初級中學

物理學學生實驗報告單

實 驗 12.
單 擺 的 原 理

組別..... 姓名.....
實驗日期.....年.....月.....日
評閱日期.....年.....月.....日
評定等第.....

表 I.

振 幅	100 次 振 盪 時 間	1 次 振 盪 時 間(周期)
小 的		
稍 大 的		

(注意) 振幅不可太大

表 II.

球 質	100 次 振 盪 時 間	1 次 振 盪 時 間(周期)
木 球		
金 屬 球		

表 III.

擺 長	100 次 振 盪 時 間	1 次 振 盪 時 間(周期)	$\sqrt{\text{擺長}}$ 周 期
100			
50			
25			

【問題】 依據本實驗的結果，試把單擺的周期和振幅，球質，以及擺長的關係敘述出來。

【答】

*實驗 13. 聲音的速度

【目的】 測定空氣中聲音的速度。

【儀器】 發令鎗一，記秒錶二，小旗一，溫度計一，皮尺一。

【方法】 甲地二人，一人執小旗，一人執發令鎗，旗手揚旗至第三回，鎗手同時放鎗。相距二百公尺遠的乙地二人，各拿記秒錶一隻，都留心看住甲方小旗，一看到小旗的第三揚和火光迸發的時候，很快的把記秒錶的針鈕一按；接着鎗聲一來，又很快的把記秒錶的針鈕一按。這樣，從見光到聞聲所間隔的時間，可以從記秒錶上讀下來。這時二人須把讀得的數值核對一下，看有沒有相差，若有，必須重做。現在讓乙地放鎗，甲地計時，在原距離上，如前法做一回，而取其前後兩回的平均值，記入表內。又在四百公尺，六百公尺，和八百公尺的距離上，各按照同法做一回。拿所得的時間去除距離，便是聲音的速度，拿它和實際的音速（331米/秒 + 現在攝氏溫度計示度 \times 0.6 米/秒）比較，把百分比計算出來，看看你們實驗的準確程度如何。

$$\text{準確度} = \frac{100}{331 + \text{現在攝氏溫度計的示度} \times 0.6} \times \text{實驗所得的音速} \%$$

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實 驗 13. 聲 音 的 速 度

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

距 離	耳光到開聲所間隔的 時間(秒)	實驗所得的音速(米 秒)	準 確 度 多
200 公尺			
300 公尺			
400 公尺			
600 公尺			
800 公尺			

【問 題】 實驗時,放鎗和計時必須互換方向做一回,而取其平均值,這是什麼道理?

【答】

【問題】 假使上面的實驗在水中,或是在真空中做,所得的結果
會一樣麼?

【答】

實驗 14. 溫度計

【目的】 檢驗溫度計上沸點和冰點的刻度，以求其補正數。

【儀器】 攝氏和華氏溫度計各一，沸水壺一，酒精燈一，三足架一，燒杯三，碎冰，方格紙，氣壓計(公用)。

【方法】 I. 冰點補正 取燒杯二個，各盛滿碎冰，注水洗淨，然後取攝氏和華氏溫度計各一支，分別插入碎冰中，俟水銀柱降至一定地位的時候，讀它的示度，便是測定的冰點。再由 0 度(在華氏溫度計則由 32 度)和此測定的冰點相減，得冰點的補正數(測定的冰點在溫度計的冰點以上，則補正數為正；在溫度計的冰點以下，則補正數為負)，記入下表。

II. 沸點補正 取攝氏溫度計，深深的插入沸水壺內，令其頂端露出壺外祇有 3, 4 毫米光景，并不可使溫度計的球部着水(圖 50)，然後燃燈，煮水令沸，水銀柱漸漸上昇至一定的地位，俟其不能再昇時，讀下它的示度，便是所得的沸點。但是，大氣的壓力(檢查氣壓計)若比 760 毫米大或小，則每差 1 釐米，應減或加 0.37 度於所得的沸點，纔是測定的沸點。再由 100 度和此測定的沸點相減，得沸點的補正數(測定的沸點在溫度計的沸點以上，則補正數為正；在溫度計的沸點以下，則補正數為負)。同法，把華氏溫度計的沸點定出，但如大氣的壓力在 760 毫米以上或以下的時候，則每差 1 釐米，必須減或加 0.67 度於所得的沸點，纔是測定的沸點，再由 212 度

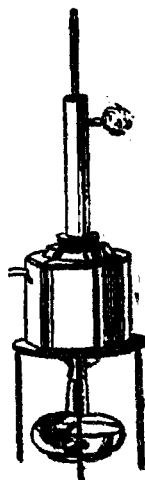
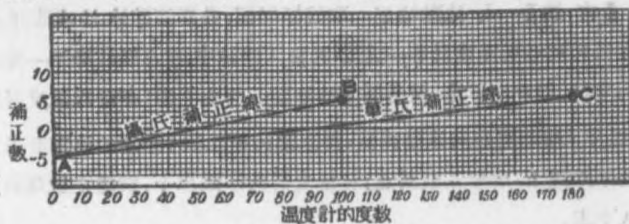


圖 50.

和此測定的沸點相減，得華氏溫度計的沸點補正數。把上面所求得的補正數，都記入下表。

III. 求各點溫度的補正數 在方格紙上畫正交的縱橫線，以橫線代表溫度計上的刻度；以縱線代表冰點或沸點的補正數。譬如冰點的補正數是 -5 度；沸點的補正數是 $+5$ 度，則如下圖：



上圖 AB 直線是攝氏溫度計的補正線； AC 直線是華氏溫度計的補正線。從橫坐標向上，至補正線的距離，便是冰點至沸點間各點溫度的補正數。

注意 現有的氣壓若較標準的氣壓增加 27 毫米，則水的沸點便會昇高攝氏 1 度。



.....初級中學
 物理學學生實驗報告單

實驗 14.
 溫度計

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

	攝氏溫度計	華氏溫度計
冰點的補正數		
沸點的補正數		

【問題】定溫度計的沸點，必須顧到大氣的壓力，是什麼道理？

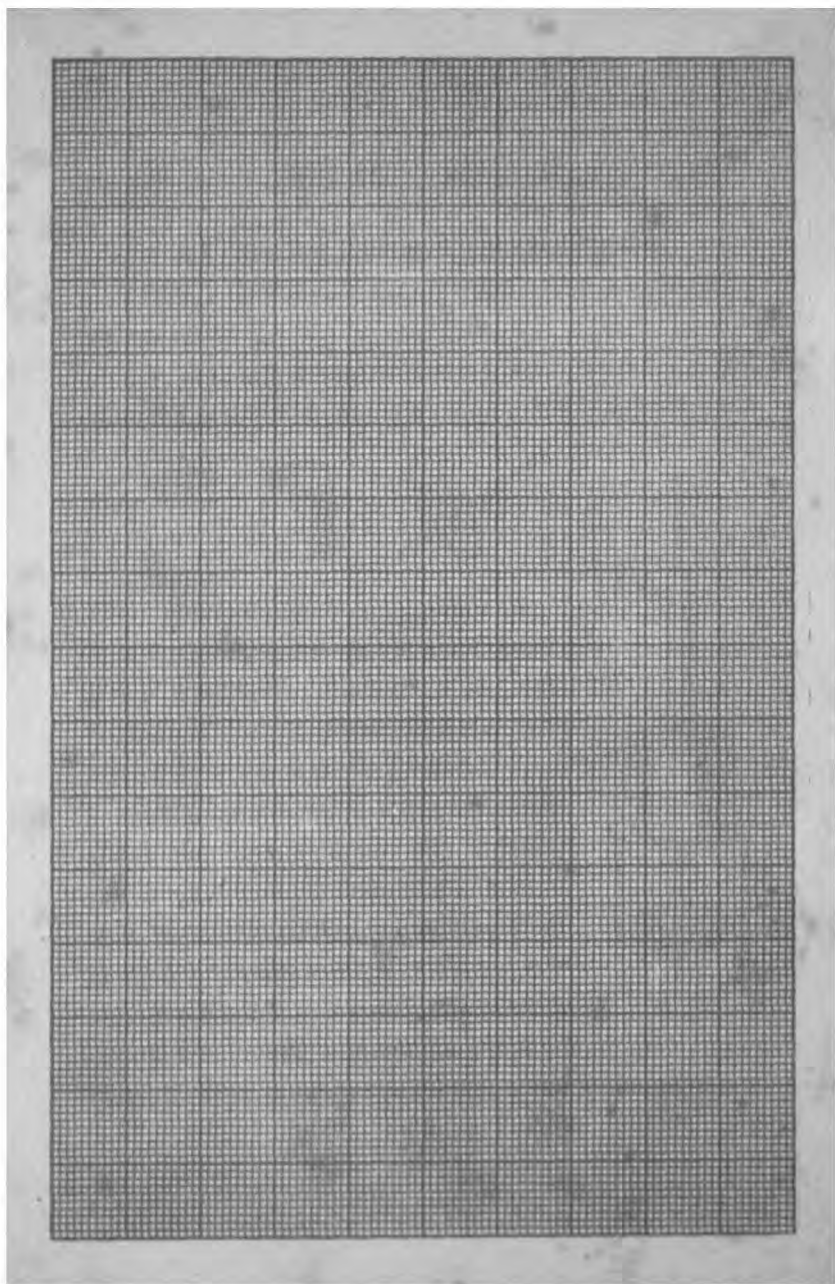
〔答〕

【問題】定溫度計的沸點，溫度計的球部不能着水，是什麼緣故？

〔答〕

【問 題】 用攝氏溫度計浸入清水內裏，等到所有的水都快要沸乾了，這時候的溫度計的示度有多少？要說明它的理由。

【答】



*實驗 15. 熱 量

【目的】 混合溫度不等的水，以測定其熱量消長的值。

【儀器】 量熱器一，沸水壺一，酒精燈一，三足架一，溫度計二，彈簧秤一，量筒一。

【方法】 取出量熱器的圓筒，把插有溫度計的木蓋取下，用彈簧秤稱圓筒的重量為 m 克，記入報告（圖 51）。用量筒量冷水若干立方

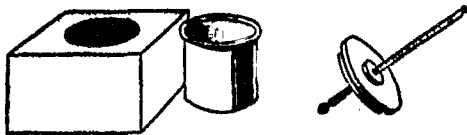


圖 51.

釐米（約為圓筒容積之半），傾入圓筒，記冷水的重量為 w 克於報告內。仍舊蓋好木蓋，裝入木箱內，木箱內圓筒的周圍，都用絕熱質填起，三四分鐘後，讀溫度計的示度為 t 度，記入報告。

注適量的水於沸水壺內，把沸水壺下面的管口堵住，放在三足架上（圖 52），燃燈，煮到攝氏溫度七十度以上，讀溫度計的示度為 t_1 度，記入報告。即刻取去沸水壺的木塞並圓筒的木蓋，把熱水很快的倒入筒內，和冷水混合，以裝滿八九分爲止，把木蓋隨手蓋上，抽動攪棒，使冷熱水的溫度平均，約歷三分鐘光景，讀溫度計的示度為 t_2 度，記入報告。然後把圓筒內混合的水，很小心的倒入量筒內量過，把所量得的立方釐米數，

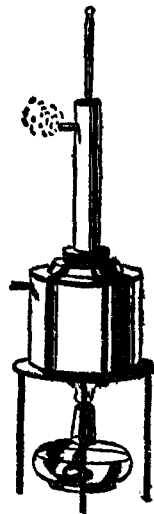


圖 52.

減去冷水的重量(w 克),即是所加熱水的重量(w' 克),記入報告。

就上面的各種測定,要推算熱水所失去的熱量,和冷水及圓筒所得到的熱量,分別記入報告,並須覆核這所得到的熱量,是否等於所失去的熱量,那末,熱量移動後而值仍不變的道理,就會明白的。

注意 冰 1 立方釐米在攝氏溫度 4° 時,等於 1 克重,本實驗爲便利起見,沒有計及水的溫度,雖相差很微,但學者不可不知。

..... 初級中學
物理學學生實驗報告單

實 驗 15.
熱 量

組別..... 姓名.....
實驗日期.....年.....月.....日
評閱日期.....年.....月.....日
評定等第.....

1. 圓筒的質量..... = m 克 =
2. 冷水和圓筒的溫度..... = $t^{\circ}\text{C}$ =
3. 熱水的溫度..... = $t^{\circ}\text{C}$ =
4. 冷熱水混合後的溫度..... = $t_2^{\circ}\text{C}$ =
5. 冷水的質量..... = w 克 =
6. 熱水的質量..... = w' 克 =
7. 熱水所失去的熱量..... = $w'(t - t_2)$ 卡 =
8. 冷水所得到的熱量..... = $w(t_2 - t)$ 卡 =
9. 圓筒所得到的熱量(假定圓筒是黃銅做的,其比熱是 0.09)..... = $m(t_2 - t) \times 0.09$ 卡 =

【問題】熱水、冷水和圓筒三者所得到的熱量的和,總不能恰等於熱水所失去的熱量,是什麼緣故?

〔答〕

【問 題】 熱水冷水和圓筒三者混合時,熱量移動的方法怎樣?
【答】

實驗 16. 蒸發和溫度

【目的】 探求液體蒸發和溫度的關係。

【儀器】 架子和夾子一，溫度計一，一孔木塞一，扇一，橡皮圈，棉花，酒精(用小玻璃杯盛之)。

【方法】 取攝氏溫度計一支，掛在室內空處，讀其示度，記入表內。用橡皮圈繫棉花於溫度計球部的周圍，把溫度計的上端穿入木塞，固定在夾子內，如圖 53 所示。先令溫度計下端的棉花球浸在酒精中，待棉花球飽吸酒精後，讀溫度計的示度為 t 度，記下來。移去玻璃杯酒精，令棉花球內的酒精自然蒸發，留心視察溫度計內的水銀柱降至最低的時候，讀其示度為 t_1 度，記入表內。拿扇子正對棉花球輕輕扇動，催促酒精蒸發，於是溫度計內的水銀柱又復開始降低，等到不能再降的時候，讀其示度為 t_2 度，記入表內。

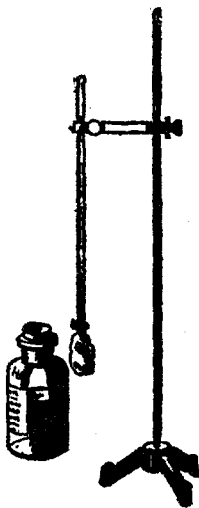


圖 53.

..... 初級中學
物理學學生實驗報告單

實 驗 16.
蒸 發 和 溫 度

組別..... 姓名.....
實驗日期.....年.....月.....日
評閱日期.....年.....月.....日
評定等第.....

室內溫度..... = 攝氏度
酒精的溫度 t = 攝氏度
酒精自然蒸發時的溫度 t_1 = 攝氏度
酒精被催促而蒸發時的溫度 t_2 = 攝氏度
因自然蒸發而致降下的溫度 $(t-t_1)$ = 攝氏度
因催促蒸發而致降下的溫度 $(t-t_2)$ = 攝氏度

【問 題】 液體需要什麼機能夠起蒸發作用？

〔答〕

【問 題】 酒精起蒸發作用,而使溫度計降低度數達一定點時,那時棉花球內的溫度如何？

〔答〕

【問題】 自然蒸發和催促蒸發，對於溫度有什麼不同的影響。

〔答〕

實驗 17. 濕 度

【目的】 測定室內空氣的濕度。

【儀器】 金屬皿一，溫度計一，燒杯一，抹布一，冰，鹽。

【方法】 取金屬皿一隻，用抹布把表面搽乾，注清水過半，又放入碎冰少許，用溫度計慢慢的攪拌（圖 54），留心觀察溫度計上的示度，等到皿外開始生成一層水膜時（如果一時不能生成，可再投入碎冰少許），便默記其示度為 t_1 度。稍待，皿外水膜便會退去，當開始退去的時候，又默記溫度計上的示度為 t_2 度。如是多做一二次，等到 t_1 和 t_2 相差祇在 1 度以內，即取其平均值〔即 $(t_1 + t_2) \div 2$ 〕，記之為 t 度，這便是現在室內的露點（行此實驗時，切勿把氣壟在杯的表面）。就附表中檢出和露點相當的最大張力是 P ，把它記下來。



圖 54.

檢查室內溫度為 T 度，記入下表，就附表中檢出和 T 度相當的最大張力是 p ，也把它記下來。

就上面所求得的 P 和 p ，用公式

$$\text{濕度} = \frac{p}{P} \times 100\%$$

便可算出現在室內濕度的百分率。

水蒸汽最大張力表

溫度 (攝氏)	張力 (毫米)	溫度 (攝氏)	張力 (毫米)	溫度 (攝氏)	張力 (毫米)
-10°	2.2	7°	7.5	24°	23.3
- 6°	2.3	8°	8.0	25°	23.7
- 8°	2.5	9°	8.6	26°	25.1
- 7°	2.7	10°	9.2	27°	26.7
- 6°	2.9	11°	9.8	28°	28.3
- 5°	3.2	12°	10.5	29°	29.9
- 4°	3.4	13°	11.2	30°	31.7
- 3°	3.7	14°	12.0	31°	33.6
- 2°	3.9	15°	12.8	32°	35.5
- 1°	4.2	16°	13.6	33°	37.6
0°	4.6	17°	14.5	34°	39.8
1°	4.9	18°	15.5	35°	42.0
2°	5.3	19°	16.5	36°	44.4
3°	5.7	20°	17.5	37°	46.9
4°	6.1	21°	18.6	38°	49.5
5°	6.5	22°	19.8	39°	52.3
6°	7.0	23°	21.0	40°	55.1

毫米指水銀柱的高

.....初級中學
物理學學生實驗報告單

實 驗 17.
濕 度

組別..... 姓名.....
實驗日期.....年.....月.....日
評閱日期.....年.....月.....日
評定等第.....

-
1. 現在室內的露點 t° = 度
 2. 現在室內的溫度 T° = 度
 3. 和露點相當之飽和汽壓 P =
 4. 和室內溫度相當之飽和汽壓 p =
 5. 現在濕度 = $\frac{p}{P} \times 100\%$ = %

【問題】 最大張力是指什麼？空氣中水汽的密度和最大張力有什麼關係？

【答】

【問題】 冬天室內燃爐取暖，但覺得濕度太低，對於人的身體很不利，應怎樣設法補救？

【答】

實驗 18. 液體的膨脹

【目的】 測定液體容積和溫度的關係，並求液體的膨脹係數。

【備器】 溫度計一，燒杯一，長頸管一，酒精燈一，三足架一，架子及夾子一，量筒一，酒精。

【方法】 燒杯裝水，放在三足架上，取長頸管一支，內裝水近口，把水的容積 V_1 記入表的上角。長頸管的上端固定在夾子內，下端球部必須完全沒在水中(圖 55)。用溫度計測水中的溫度為 t ，也記入表的上角。燃酒精燈煮水，等到水的溫度較 t 升高四五十度光景，把溫度計的示度 t_1 記入表內。同時檢視長頸管中水因加熱而增加的容積為 V_{t_1} ，也記下來。以後繼續加熱，每次增加溫度 10 度的時候，便和所增加的容積分別記入 t_1 和 V_{t_1} 欄內。

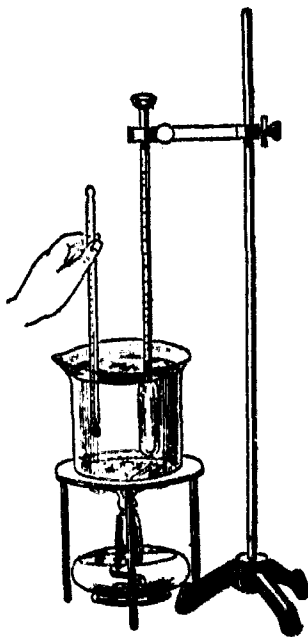


圖 55.

用下面公式推算膨脹係數：

液體的外觀膨脹係數 = $\frac{\text{液體加熱後所增加的容積}}{\text{液體的初容積} \times [\text{加熱後的溫度} - \text{初溫度}]}$

$$\alpha = \frac{V_{t_1}}{V_1(t_1 - t)}$$

【 註 】

當水加熱膨脹的時候，長頸管的玻璃管自然也會跟着膨脹，上面公式把長頸管的膨脹係數略而不計，故祇能代表“外觀膨脹係數”，至於“絕對膨脹係數”，可用下式計算：

$$\begin{aligned} & \text{液體的外觀膨脹係數}(a) + \text{容器的體膨脹係數}(a') \\ & \qquad \qquad \qquad = \text{液體的絕對膨脹係數}(A), \end{aligned}$$

即 $a + a' = A.$

液體膨脹量可如下式計算：

$$\begin{aligned} \text{液體膨脹量} &= \text{液體的初容積} \times [1 + \text{絕對膨脹係數} \\ & \qquad \qquad \qquad \times (\text{加熱後的溫度} - \text{初溫度})] \end{aligned}$$

即 $V = V_0[1 + A(t_2 - t_1)].$

把上面計算所得的值，都記入報告欄內。

注意 玻璃的膨脹係數是 $0.000009 \times 3。$

..... 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實驗 18. 液體的膨脹

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

初溫度 $t_0 =$, 初容積 $V_0 =$

	1	2	3	4
加熱後的溫度 t_1				
加熱後所增加的容積 V_1				
外觀膨脹係數 α				
絕對膨脹係數 Δ				
液體膨脹係數 β				

【問題】 檢查本實驗的結果，說明液體容積和溫度的關係。

【答】

【問題】 水的膨脹收縮和別的液體是否一樣？

【答】

實驗 19. 絕熱質的比較

【目的】 比較各種絕熱質的保溫度。

【儀器】 溫度計二，熱量器二，有蓋木盒二，沸水壺一，三足架一，酒精燈一，酒精，棉花，鋸屑，刨花，羽毛，草，絲，羊毛，紙。

【方法】 注水於沸水壺，放在三足架上煮沸，一面取分量約略相等的絕熱質兩種，分別填入兩隻木盒內，各包圍着量熱器的四周。注沸水入二量熱器內，以滿八九分爲度，把插有溫度計的木蓋蓋上，讀溫度計的示度，記入下表初溫欄內（圖 56）。以後滿二小時，再檢視溫度計，

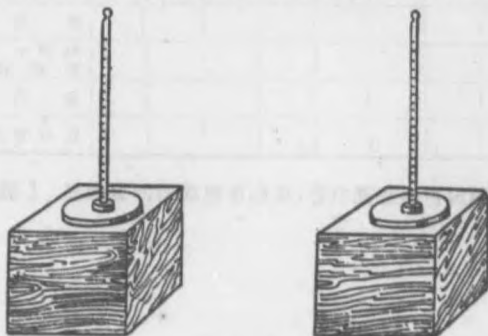


圖 50.

而把降低的度數記入表內，用二除降低的度數，便得每小時降低溫度的平均值，也記入表內。平均值較小，就是表示保溫的程度較高，把它分成八等，用“甲”，“乙”等字樣標出，記入表內，以資比較。

注意 若把八種絕熱質統做，費時太多，可由教師選擇二種保溫度相差較大的絕熱質，令學生實驗。

..... 初級中學

物理學學生實驗報告單

實 驗 19.
絕熱質的比較

組別..... 姓名.....

實驗日期.....年.....月.....日

評閱日期.....年.....月.....日

評定等第.....

絕 熱 質	棉花	鱗屑	刨花	羽毛	草	絲	羊毛	紙
初 溫 度								
滿二小時降 低的溫度								
平 均 值								
保 溫 度 等 第								

【問題】 絕熱質的保溫度有高低,有什麼理由可以解釋?

〔答〕

【問題】 舊棉被在太陽光底下曬過,蓋在身上就會覺得溫暖得多,是什麼道理?

〔答〕

*實驗 20. 平 面 鏡

【目的】 探求光的入射角和反射角的關係，並測定平面鏡所成像的位置。

【備 器】 一面塗黑之玻璃片一，架玻璃片之木塊一，橡皮圈一，米尺一，分度規一，圖畫紙三張，針，圖釘，削尖鉛筆。

【方法】 I. 求光的入射角和反射角的關係 取圖畫紙鋪在桌上，用圖釘定着，如圖 57 所示。在紙上引直線 AB ，和紙的上緣約略平行，拿玻璃片豎在直線上，使塗黑的一

面(玻璃片插在架上，用橡皮圈緊束)恰和直線 AB 重合。插針二條在鏡的前方，如 P_1, P_2 的位置，把眼移動，至能看見二針的像，恰若相重，如 E 的位置上為止，另取針二條 Q_1, Q_2 ，在眼和像的中間移動，至能看見前後四針似乎在一直線上的時候，把 Q_1, Q_2 兩針插定。撤去針和鏡，過 P_1, P_2 和 $Q_1,$

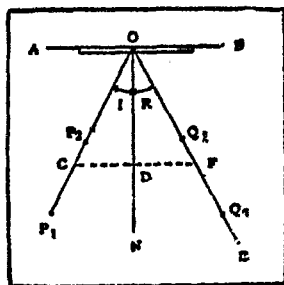


圖 57.

Q_2 的針孔各引一直線，交於 O 點，看交點是否恰在 AB 直線上。從 O 點引 ON 直線(即法線)和 AB 線成垂直，用分度規量 I 角(即入射角)和 R 角(即反射角)的度數，把它記入表內。又引一和 AB 線成平行的直線為 CDE ，用米尺量 CD 和 DF 的長，分別記入表 I。又變更 P_1 和 P_2 的位置，用同法再做二回。

II. 定平面鏡所成像的位置 另取圖畫紙如前法鋪在桌上，約略在紙的中部，引 AB 直線，平面鏡也如前放在直線上如圖 58 所示。插

針於鏡的前方如 P 點位置，另拿長針一根在 P 所成的像的近旁(在鏡的背後)移動，眼從 B 處看過鏡頂，若看見針頂恰似從 P 所成的像延長上來的一般，雖眼的位置變易，而看見 Q 針和像依然合一，這時候便可把針插定，假定在 Q 的位置上。然後取去鏡和針，引直線 PQ ，量 PO 和 QO 的長，看是否相等，並且把 $\angle AOP$ 角，用分度規測下，各分別記入表 II。變更 P 的位置，再做一回。

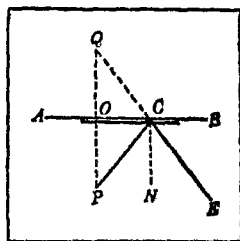


圖 58.

P 針不動，以 C 點為軸，把平面鏡旋轉一個角度，假定是 A 度，記入表 III。如上法求出反射線的方向，假定前後二反射線所成的角度是 B 度，把它記入表 III，求出 B 和 A 的關係。

....., 初級中學
 物理學學生實驗報告單

實 驗 20.
 平 面 鏡

組別..... 姓名.....
 實驗日期.....年.....月.....日
 評閱日期.....年.....月.....日
 評定等第.....

表 I,

實驗回數	入射角	反射角	CD 的長	DF 的長
1				
2				
3				

表 II,

實驗回數	FO 的長	QO 的長	$\angle AOP$
1			
2			

表 III.

A 度	
B 度	
$\frac{B}{A}$	

【問題】 研究表 I 的結果，你能證明那條定律，這定律是怎樣說的？又研究表 II 及表 III 的結果，你能懂得什麼？

〔答〕

【問題】 眼在平面鏡前相當的範圍以內，無論什麼地位上，都可以望得見同一物體的像，是什麼緣故？變更眼的地位，像的地位也會變更麼？繪圖說明之。

〔答〕

實驗 21. 單 透 鏡

【目的】 測定凸透鏡的焦點距離和所成像的位置，大小以及正倒。

【儀器】 米尺一，米尺架子二，燭一，紙屏一，凸透鏡一，支鏡架子一，支屏架子一，支燭架子一。

【方法】 把米尺安放在架子上面，再取紙屏和凸透鏡套在架子上，如圖 59 所示。拿凸透鏡正對日光（如無日光可正對遠處目標），而

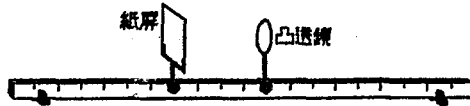


圖 59.

把紙屏或凸透鏡來回移動，等到紙屏上成立一個極鮮明的光點（或目標的像）的時候，即把透鏡和紙屏的距離從米尺上讀下來，記入表 I（這距離必須是透鏡的中點到紙屏的中點）。變更透鏡和紙屏的位置，照上法再做二回，而取其平均值，這就是透鏡的焦點距離。

紙屏和透鏡都仍舊套在米尺上面，此外再加上一支燭火如圖 60

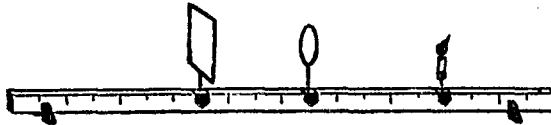


圖 60.

所示。在暗室中把燭火移至透鏡的兩倍焦點距離以外，再拿紙屏來回移動，等到紙屏上燭火的像很清楚的時候，即從米尺上讀燭火至透鏡，

透鏡至紙屏這兩段距離，記入表 II。由公式

$$\frac{1}{\text{物至透鏡距離}} + \frac{1}{\text{像至透鏡距離}} = \frac{1}{\text{焦點距離}}$$

算出透鏡的焦點距離，也記入表 II。變更燭火的位置（還是在兩倍焦點距離以外），再實驗一回。每回實驗都要注意像的大小和正倒（和燭火比較），分別記入同一表內。

上面實驗是把燭火放在透鏡的兩倍焦點距離以外的，現在把它放在兩倍以內，一倍以外，再照上法實驗一回。變更燭火的位置（還是在兩倍以內一倍以外），再實驗一回。

現在移燭火到焦點的距離上試試看，有沒有像可以看得見。

更把燭火移到焦點距離以內，看有沒有像，如果沒有，可以撤去紙屏，用眼正對透鏡望過去，看有沒有像。

..... 初級中學

物理學學生實驗報告單

實 驗 21.
單 透 鏡

組別..... 姓名.....

實驗日期.....年.....月.....日

評閱日期.....年.....月.....日

評定等第.....

表 I

實 驗 回 數	焦 點 距 離
1	
2	
3	
平 均 值	

表 II

燭 光 的 位 置	燭光在兩倍焦點距離以外		燭光在兩倍焦點距離以內，一倍焦點距離以外	
	1	2	1	2
實 驗 回 數				
燭火至透鏡的距離				
透鏡至紙屏的距離				
焦 點 距 離				
像的大小(和燭光比較)				
像的正倒(和燭光比較)				

【問題】 燭火放在焦點距離上，你能在紙屏上找得到像麼？如果找不到，是什麼緣故？

〔答〕

【問題】 表 II 所求得的像，是虛像還是實像？什麼時候可以看到虛像？虛像的大小正倒怎樣？

〔答〕

實驗 22. 微孔照像機

【目的】 利用微孔成像的現象解釋光線直行的道理。

【儀器】 黑紙盒一，微孔片一，毛玻璃片一，燭一支，燭架一，米尺一。

【方法】 在暗室中把燭點着，毛玻璃片和微孔片各插在黑紙盒的兩端槽內，把燭火放在微孔的前面，稍稍移動，以能看見毛玻璃上有一燭火的像為止（圖 61）。這時須注意像的倒正向背，要依着這現像以

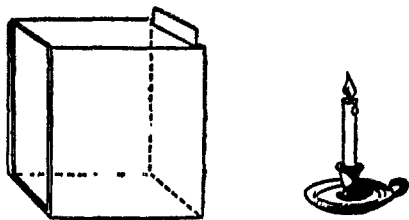


圖 61.

說明光線直行的道理，同時須注意燭火距離微孔的遠近和像的大小的關係。

.....初級中學
物理學學生實驗報告單

實 驗 22.
微 孔 照 像 機

組別..... 姓名.....

實驗日期.....年.....月.....日

評閱日期.....年.....月.....日

評定等第.....

【問題】把上面實驗所觀察到的像添畫在圖 61 內，並釋明光線直行的道理？

〔答〕

【問題】孔的大小和成像有什麼關係？不用黑紙盒也可以成像麼？

〔答〕

【問題】燭光距離微孔的遠近和像的大小，有什麼關係？試列一公式以說明之。

〔答〕

【問題】假如用透鏡替代微孔照像機的微孔，那麼它所成的像，是一樣的麼？

〔答〕

實驗 23. 磁鐵和磁場

【目的】觀察磁極的相引相斥和磁感應的現象，並研究磁場內磁力強弱的分佈和磁力線的方向。

【儀器】條形磁鐵二，蹄形磁鐵二，木板一，羅盤一，軟鐵棒一，篩一，鐵屑，圓畫紙。

【方法】1. 試驗軟鐵是否有磁性 持軟鐵棒的一端，令他端在羅盤針的北極或南極的近處移動，觀察羅盤針有什麼作用，把觀察的情形記下。

2. 試驗條形磁鐵的磁性和相引相斥的現象 持條形磁鐵實驗如上，先用棒的北極(棒的一端刻有 *N* 字的叫做北極，他端刻有 *S* 字的叫做南極)持近羅盤針的北極，再用棒的南極持近羅盤針的北極，實驗如上，把觀察所得記下來。

3. 試驗磁感應的現象 拿軟鐵棒的一端和條形磁鐵的北極或南極相接，而令羅盤針的北極或南極在軟鐵棒的他端的近處移動，看是什麼情形，記下來。

4. 試驗單條形磁鐵磁力線的分佈 取條形磁鐵放在木板的槽內，上面鋪一張圓畫紙如圖 62 所示。取篩過的鐵屑，薄薄的撒一層在紙的上面，然後用手指輕扣木板的邊緣(勿使紙在木板上移動)，觀察鐵屑在紙上分佈的形狀，描繪一磁力線圖，並說明磁力強弱的所在。

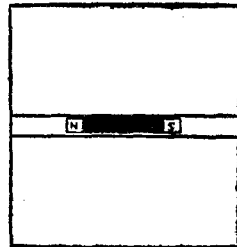


圖 62.

5. 試驗相對條形磁鐵磁力線的

分布 取條形磁鐵二根,排列的方法如圖 63 及 64 所示,各如上法實驗一回,並各描繪磁力線圖一幅。



圖 63.



圖 64.

6. 試驗相對蹄形磁鐵磁力線的分布 取蹄形磁鐵二,排列的方法如圖 65 及圖 66 所示,各如上法實驗一回,並各描繪磁力線圖一幅。

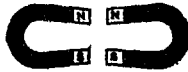


圖 65.

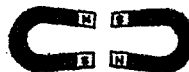


圖 66.

注意 1. 非實驗所用的磁鐵,要放遠些,以免實驗中磁力受它的影響。

2. 不要拿磁鐵來敲摔碰撞,以免磁力消失掉。

..... 初級中學

物理學學生實驗報告單

實 驗 23.
磁 鐵 和 磁 場

組別..... 姓名.....

實驗日期.....年.....月.....日

評閱日期.....年.....月.....日

評定等第.....

-
1. 軟鐵棒的一端持近羅盤針的南北極的情形：
 2. 條形磁鐵的南或北極持近羅盤針的北極的情形：
 3. 軟鐵棒的一端和條形磁鐵的南極或北極相接，再持羅盤針使一極(南極或北極)向着軟鐵棒的他端，當持近的時候便有下列的現象發生。
 4. 單獨條形磁鐵的磁場圖(即磁力線圖)：
 5. 相對條形磁鐵的磁場圖(同極相對的和異極相對的)：
 6. 相對蹄形磁鐵的磁場圖(同極相對的和異極相對的)：

【問題】 磁鐵的兩極互相作用的力,何時是相引的,又何時是相斥的?

【答】

【問題】 何謂磁感應?

【答】

【問題】 鐵屑在磁場內,因地位不同而排列的方向也各別,究竟是為什麼緣故-磁力線是代表什麼?

【答】

*實驗 24. 靜電現象

【目的】分別靜電的種類和性質，實驗起電的方法和靜電感應的現象，研究電容器的原理。

【儀器】驗電器一，懸掛鋼球二，火漆棒二，驗電板一，玻璃棒二，電容器(用金屬板釘於木塊上)，電容器中玻璃片一，法蘭絨，絲。

【方法】1. 摩擦起電 手執玻璃棒的一端，用他端輕輕的觸於驗電器的圓銅片上，觀察驗電器內金箔有無作用。用絲摩擦玻璃棒的一端，輕觸驗電器的圓銅片上，看此時金箔有無作用。用絲摩擦玻璃棒的一端，持近紙屑，看有無作用。把實驗的情形記在報告欄內。取火漆棒一根，實驗如前(火漆棒宜用法蘭絨摩擦，玻璃棒宜用絲摩擦)，也把實驗的情形記下。

2. 導電體和絕緣體 照上節實驗的步驟，惟當玻璃棒或火漆棒既經摩擦了以後，不要直接和驗電器接觸，用驗電板先和棒接觸，次和驗電器接觸，看金箔有無影響。用手指替代驗電板，實驗如前，看是怎樣。把上面實驗的經過都記下來。又摩擦玻璃棒或火漆棒的一端，電會從摩擦的這端跑到手執着的這端來麼？假使是銅棒，也和上面兩種棒一樣麼？把你的解答也記下來。

3. 正電和負電 摩擦火漆棒，用驗電板依次和火漆棒及驗電器接觸，看金箔有何作用。繼以摩擦了的玻璃棒持近它，看此時金箔作何狀況。用火漆棒替代玻璃棒，看金箔更作何狀。把本節實驗的情形，並對於正負電的見解，記入報告。

4. 感應現象 取懸掛鋼球二個(圖 67)，互相接觸，另用摩擦了的火漆棒持近一球的側面，使棒端正對球心，但勿和它接觸，一面將兩

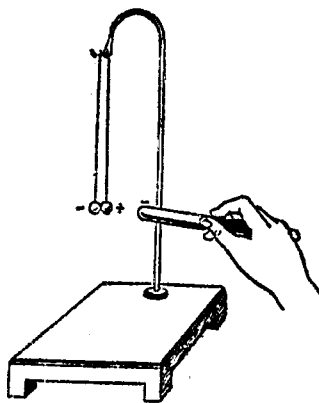


圖 67.

球分開（慎勿以手指接觸任何一球），然後去棒，拿驗電器先和一球接觸，觀察金箔的作用，次和另一球接觸，再觀察金箔的作用，把先後所觀察到的現象，並兩球被感應而起電的性質及分量（金箔展開度的大小和電的分量成正比），記入報告欄內。

注意（1）當每次實驗一種現象以後，即用手指觸於驗電器的圓銅片上，使無餘電存留於驗電器內，方可續作實驗。

（2）所用儀器都要乾燥的，手執棒時必先把手擦乾。

（3）濕空氣導電的性質很顯著，故在潮濕的地方做靜電實驗時，最好室內燃爐，使空氣乾燥。

5. 感應現象和正負電相引相斥的性質 用摩擦了的火漆棒持近（注意不是接觸）驗電器的圓銅片，看金箔有何作用，去棒，金箔又作何狀。再行同樣之實驗，惟先以手指觸驗電器的圓銅片，而後把棒移去，此時金箔當又作何狀——加以思考，而後記在報告欄內。

6. 電容器的原理 取金屬板 a ，放在絕緣的物體上面，用接線把它和驗電器上的金屬桿聯結起來。摩擦火漆棒的一端，傳電於 a 板（注意，此時 a 板的近傍，並無他物），觀察驗電器內金箔的展開度。移近 b 板（此板和地面通），和絕緣的 a 板相隔一個極小的空隙，祇一二毫米光景，如圖 68 所示，此時再觀察金箔的展開度，和先前比較（金箔的展開

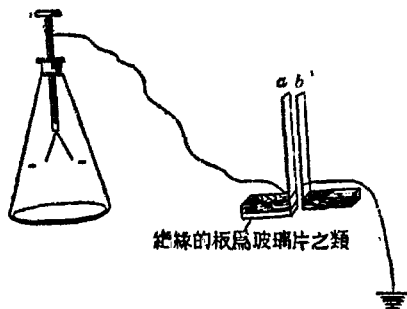


圖 68.

度如果減少，或竟閉合，這是 a 板電位減低的緣故，切勿誤會以為是 a 板的電荷減少了）。再摩擦火漆棒，加電荷於 a 板，使金箔回復原狀；然後在 a, b 兩板的中間插入玻璃片，使和兩板緊接，再觀察金箔的展開度，和先前比較。把實驗的結果記入報告欄內。

注意 電容器除了大小，形狀和位置等關係不計外，其能容的電量和電介質（就是介在 a, b 兩板之間的物質）也很有關係。以空氣為電介質的，其比電容為 1，而玻璃則為 6 到 8。

..... 初級中學
物理學學生實驗報告單

實 驗 24.
靜 電 現 象

組別..... 姓名.....
實驗日期.....年.....月.....日
評閱日期.....年.....月.....日
評定等第.....

~~~~~  
本實驗的結果分別記之如次：

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

【問題】 試用很簡單的話句，歸納本實驗的結果於下面幾條線



題內：(1)起電的方法；(2)靜電的種類和性質；(3)導電體和絕緣體；  
(4)靜電感應的現象；(5)電容器的原理。

〔答〕

## 實驗 25. 電的磁效應

【目的】 檢驗電流通過導線和線圈的時候，對於磁針所生的效應。

【儀器】 乾電池二，換向器一，磁針一，驗電流器一（附小羅盤一），粗玻璃管 10 釐米，軟鐵棒一，電鑰一，棉包線一，米尺一。

【方法】 1. 單導線通電時的磁效應 用導線把乾電池，換向器和電鑰如圖 69 串聯起來，取磁針依次放在導線的上下和東西兩側

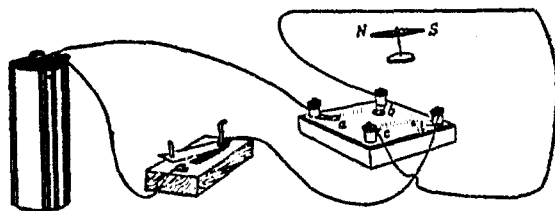
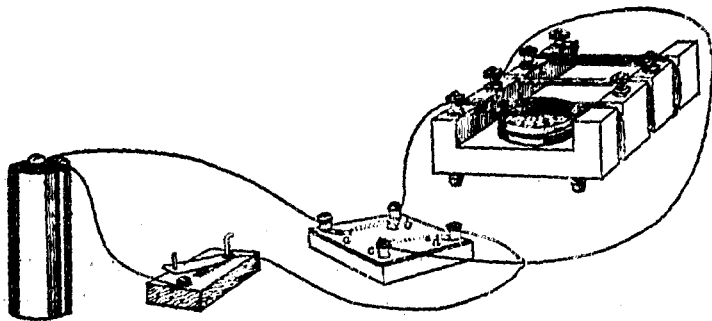


圖 69.

(用手平拉導線的一段和磁針的方向成一致，且與之約略平行)，按下電鑰，使導線通電，然後觀察磁針的北極所偏的方向（上仰或下傾，偏東或偏西），記入表 I。變更電流的方向（把換向器上  $a$  到  $b$  的路拆斷，而使  $a$  和  $c$  聯絡；又把  $c$  到  $d$  的路拆斷，而使  $d$  和  $b$  聯絡），再按下電鑰，觀察磁針的北極在各位置上所偏的方向，記入表 I。

2. 複導線通電時的磁效應 把羅盤放在驗電流器內線數最少的下面，令線和磁針的方向一致。用接線把電池，換向器，電鑰和驗電流器如圖 70 串聯起來。按鑰通電，觀察羅盤內磁針的偏度（偏東若干度或偏西若干度），記入表 II。把羅盤移在線數較多的線下面，實驗如上。



圖

變更電流的方向，再實驗如上。又增加電流的強度（再聯上一個乾電池），再實驗如上。

3. 線圈通電時的磁效應 用導線繞在粗玻璃管外面，即成線圈，線圈的兩端和換向器的兩接線柱聯結，換向器上另外兩接線柱則和電鍵及乾電池聯結，一切裝置都和圖 70 一樣，只是原來的驗電流器現在換做線圈罷了。布置好了，便按鍵通電，拿線圈約一端持近磁針，觀察其引斥的情形，記入表 III。變更電流的方向，再觀察其引斥的情形，也記入表 III。拿線圈的他端再實驗一回。取軟鐵棒套入裝有線圈的粗玻璃管內，再照上法實驗一回。

注意 本實驗所用的棉包線就是銅做的導線，它的外面是用棉紗包裝起來，使它絕緣的意思。用時要把兩端裸出少許，再接到儀器上面。如係用過的棉包線，兩端自然已經裸出，但必須用小刀或砂皮紙把裸出的部分刮得乾淨，纔可應用。

.....初級中學  
 物理學學生實驗報告單

**實 驗 25.**  
**電 的 磁 效 應**

組別..... 姓名.....  
 實驗日期.....年.....月.....日  
 評閱日期.....年.....月.....日  
 評定等第.....

表 I.

| 導線的位置  | 磁針北極所偏的方向 |        |
|--------|-----------|--------|
|        | 電流從北向南    | 電流從南向北 |
| 在磁針上面  |           |        |
| 在磁針下面  |           |        |
| 在磁針的東側 |           |        |
| 在磁針的西側 |           |        |

表 II.

| 導線數目 | 電池的強度 | 磁針北極所偏的方向和角度     |                  |
|------|-------|------------------|------------------|
|      |       | 電流從北向南<br>(下面相反) | 電流從南向北<br>(下面相反) |
| 兩    | 一個電池  |                  |                  |
|      | 二個電池  |                  |                  |
| 兩    | 一個電池  |                  |                  |
|      | 二個電池  |                  |                  |
| 兩    | 一個電池  |                  |                  |
|      | 二個電池  |                  |                  |

表 III.

|            | 線圈各端和磁針北極相引或相斥 |          |
|------------|----------------|----------|
|            | <br>電流方向       | <br>電流方向 |
| 線圈甲端持近磁針北極 |                |          |
| 線圈乙端持近磁針北極 |                |          |

【問題】 導線上通過電流,何以能使磁針的方向偏轉?又電流的方向和磁場進行的方向(導線通電後,可以從磁針北極所偏的方向,看出磁場內北極進行的方向來)有固定的關係麼?這關係和你所學過的那條定則相合?(研究表 I)

〔答〕

【問題】 由磁針偏轉的方向,可以決定電流的方向;由電流的方向,如何決定電池的正負極?

〔答〕

【問題】 電流的強弱,線的多少,各和磁針偏轉的角度有什麼關係?

〔答〕

**【問題】** 線圈通電後，便和磁鐵有同樣的性質，其北極所指的方向和電流的方向有什麼關係？這就是上面所說的定則麼？(研究表 III)

**【答】**

**【問題】** 拿軟鐵棒套在線圈內，當線圈通電的時候所生的磁效應，較沒有軟鐵棒時何如？

**【答】**



## 實驗 26. 電流電壓和電阻

【目的】實驗導線上任意二點間的電壓和電阻的關係，並測定串聯和並聯時的電阻。

【儀器】米尺一，接線柱二，丹孟爾電池二，安培計一，伏特計一，30 號德銀絲一米，30 號銅絲一米，30 號鐵絲一米，接線。

【方法】I. 實驗導線上任意二點間的電壓和電阻的關係 取德銀絲緊張在米尺的面上，而將其兩端分接於米尺柱端的接線柱上，然後取丹孟爾電池和安培計串聯起來，用接線也接到米尺的兩端接線柱上。伏特計的一端也接在接線柱，他端  $P$  則任其自由滑動。以上裝置，祇須看圖 71 便會明白的。現在拿  $P$  端緊抵在德銀絲上面，而向  $R$  端

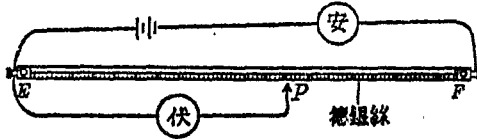


圖 71.

移動，每移動一節，便把移動的長度(每次測量長度，都從  $R$  點開始，這就是代表電阻，因為電阻是和長度成正比的)和伏特計所示的電壓(伏特數)，分別記入表 I。上面求兩點間電阻，是拿兩點間長度來代表的。若是每次測電壓的時候，隨把安培計上安培數也讀下來，就拿這安培數去除每次從伏特計上讀下來的伏特數，便是每次兩點間電阻的歐姆數了。前法是間接法，後法是直接法。

II. 求多數導線串聯和並聯時的全電阻 如圖 72 所示，把三種等長和等粗的金屬導線串聯起來，測定它的電壓 ( $E$  伏特) 和電流的強



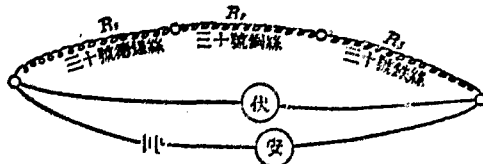


圖 72.

度 ( $I$  安培), 記入表 II。用  $R = \frac{E}{I}$  把電阻算出, 記入同表。又把原導線改為並聯 (圖 73.), 行同樣的實驗, 把結果也記入表 II。從表 II 可以看出導線的聯接法和全電阻很有關係。

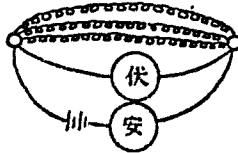


圖 73.

注意 | | 代表一個電池: 較長的一豎代表電池的正極; 較短的一豎代表電池的負極。畫圖的時候, 常常拿這個符號來代表電池, 不必真的把實物畫出。上面圖 71 內 | | 是兩個電池串聯起來的意思。又圖 71 內 ⊗ 是代表伏特計; ⊙ 是代表安培計。

用  $R_1$ ,  $R_2$  和  $R_3$  代表各導線的電阻, 把每種導線的電阻分別測出 (測法同上節), 用公式

$$\text{串聯時的全電阻} = R_1 + R_2 + R_3,$$

$$\text{和} \quad \frac{1}{\text{並聯時的全電阻}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3},$$

也可以計算多數導線串聯和並聯時的全電阻, 把計算值記入表 III; 拿計算值和上面所求得的结果 (即表 II 內串聯和並聯時的電阻) 比較, 並計算其誤差百分率, 記入表 III。

..... 初級中學  
 物理學學生實驗報告單

實 驗 26.  
 電 流 電 壓 和 電 阻

組別..... 姓名.....  
 實驗日期.....年.....月.....日  
 評閱日期.....年.....月.....日  
 評定等第.....

表 I.

|                           |  |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|--|
| 兩點間的長度或電阻 ( $R$ )         |  |  |  |  |
| 兩點間的電壓 ( $E$ )            |  |  |  |  |
| 電壓和電阻的比 ( $\frac{E}{R}$ ) |  |  |  |  |
| 各比平均值                     |  |  |  |  |
| 誤差百分率                     |  |  |  |  |

表 II.

| 各種電線聯結法 | 電流的強度 ( $C$ 安培) | 電壓 ( $E$ 伏特) | 電阻 ( $R$ 歐姆) |
|---------|-----------------|--------------|--------------|
| 串 聯     |                 |              |              |
| 並 聯     |                 |              |              |

表 III. (計算值)

| 各種標幟聯結法 | 電阻 ( $R$ 歐姆) | 誤差百分率 |
|---------|--------------|-------|
| 串 聯     |              |       |
| 並 聯     |              |       |

【問題】 表 I 內所謂電壓和電阻的比等於什麼？這是什麼定律？

〔答〕

【問題】 假定三種導線的電阻是  $R_1$ ,  $R_2$  和  $R_3$ , 當並聯時的電壓是  $E$ , 怎樣計算各導線上電流的強度？

〔答〕

## 實驗 27. 電 燈

【目的】練習電燈的裝接，並研究串聯和並聯時燈光的強弱，和所消耗的電壓的關係。

【儀器】乾電池四，電燈泡(2.5 伏特)三，電鑰三，燈座三，接線。

【方法】取電燈泡一個，觀察其內部的構造：燈絲何以要細而長？燈絲的兩端在什麼地方？每個電燈泡所消耗的電壓指從何處到何處而言的(已做過實驗 26 的，應該知道電壓的降低和燈絲的長度有什麼關係)？觀察好了，取出電燈泡二個，各安在燈座上，和電池三個(每個電池的電動力約有 1.5 伏特，但用時必須實測)，電鑰一個，用接線都串聯起來，如圖 74 所示。按鑰，觀察燈光的強弱(燈光白最強；黃次之；紅

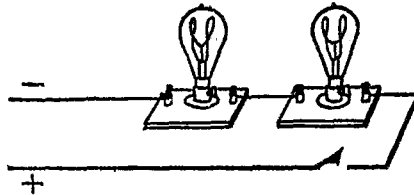


圖 74.

最弱)，記入表內。用電池二個，電鑰一個，和並聯的二個電燈泡，用接線連接起來，如圖 75 所示，也照上法驗燈光的強弱，記入表內。然後依照次列的聯結法：(1)用三個電燈泡和三個電池，一個電鑰串聯起來；(2)增加一個串聯的電池；(3)用並聯的二個電燈泡再和二個電池，一個電鑰串聯；(4)增加一個串聯的電池，……實驗如前，以驗燈光的強弱，分別記入表內。

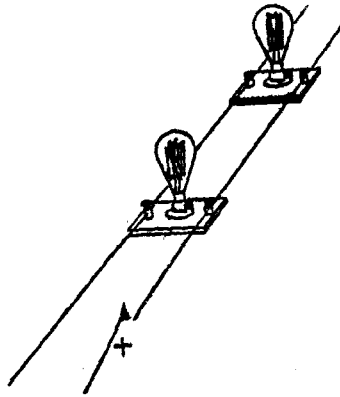


圖 76.

燈光的強弱和所降低的電壓很有關係，做過實驗 26 的，應該知道串聯時和並聯時所降低的電壓各是多少。

.....初級中學  
 物理學學生實驗報告單

實 驗 27  
 電 燈

組別..... 姓名.....  
 實驗日期.....年.....月.....日  
 評閱日期.....年.....月.....日  
 評定等第.....

| 聯結法 | 電池和電燈池的數目   | 電池所有的電壓 | 燈泡在電壓下降時的電壓 | 電壓有餘或不足 | 光的強弱 |
|-----|-------------|---------|-------------|---------|------|
| 串   | 電池 3, 電燈泡 2 |         |             |         |      |
|     | 電池 3, 電燈泡 3 |         |             |         |      |
| 並   | 電池 4, 電燈泡 3 |         |             |         |      |
|     | 電池 2, 電燈泡 2 |         |             |         |      |
| 並   | 電池 2, 電燈泡 3 |         |             |         |      |
|     | 電池 2, 電燈泡 3 |         |             |         |      |

【問題】 就實驗的結果，比較二個以上電燈泡串聯時和並聯時的利弊。

〔答〕

【問題】試作一線路圖：表明並聯的三個電燈泡，和二個電池三個電鍵串聯起來，捺任何一個電鍵，三個電燈泡便會一齊發光。又把上面線路圖改作：捺一個電鍵時，祇有一個電燈泡發光。把上面兩種線路圖實驗一下。

〔答〕

## 實驗 28. 蜂音器的構造

【目的】觀察蜂音器內各部的構造和其聯絡。

【儀器】蜂音器一，乾電池二，電鑰一，錘一，螺旋起一，接線。

【方法】取蜂音器先觀察其內部的構造，次用螺旋起把各部分拆開，以明瞭各部分的構造和如何聯絡爲止。仍照舊裝好，和電池電鑰都用接線串聯起來（圖 76）。按下電鑰，令電流在蜂音器中通過，使軟

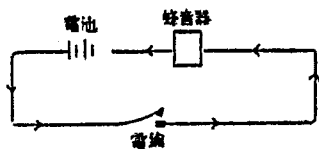


圖 76.

磁片振動而發聲，此時要注意電流在蜂音器內所行的道路，把全部線路圖繪出。




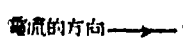
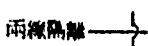




..... 初級中學  
物理學學生實驗報告單

實 驗 28.  
蜂音器的構造

組別..... 姓名.....  
實驗日期.....年.....月.....日  
評閱日期.....年.....月.....日  
評定等第.....

蜂音器和電池,電鑰聯絡後,全部線路圖如下:

記號: 電鑰  ; 電流的方向  ; 兩線隔離  ;

兩線相接  , 電池 

【問題】蜂音器內最重要的部分是什麼?發音的原理怎樣?和電鈴有什麼分別?

〔答〕



## 實驗 20. 電鈴的構造和裝置

【目的】 研究電鈴內部的構造並練習裝置。

【儀器】 乾電池二，電鑰三，按鈕一，羅盤一，電鈴二，木板一，錘一，螺旋起一，鐵屑，電鈴線釘。

【方法】 圖 77 是電鈴的外形，內部構造，可檢閱“儀器構造和用法說明”篇，卸去鈴的外蓋，逐部觀察，並注意其電路。觀察完了，把各部拆下，再把它裝在另一木板上。

取電池，按鈕和電鈴，用接線聯結起來（圖 78），電鈴線轉角的地方都用線釘釘牢，捺下按鈕，則唧鐵振動，使錘擊鈴而發聲。但是有的時候，捺下按鈕而電鈴並不發聲，那末，要檢查有沒有電流在各部分通過，或是電鈴內部啣接有不妥的地方。



圖 77.

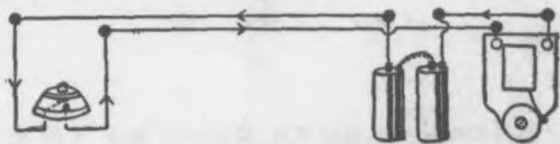


圖 78.

下面告訴你檢查的方法：取羅盤放在電鈴線下面，使線和磁針的方向一致，然後捺下按鈕，如有電流通過，則羅盤內磁針必須頻顫動；或用厚紙一張，鋪平在電磁鐵上面，厚紙的上面灑着薄薄的一層鐵屑，捺下按鈕，並輕敲厚紙，如果有電流通過，則鐵屑必照磁力線的方向排列。用

上面方法驗明確有電流通過，倘是唧鐵仍舊不振動，這時候必定是電鈴內螺絲和軟鐵片的接觸太鬆或太緊的緣故，祇要把接觸螺絲旋進旋出，至一定的地位，則唧鐵自然會振動起來。

照圖(78)裝置，試再插入三個電鈴(把原來的按鈕拆去)，任揀一個電鈴，電鈴便會發聲。把線路圖畫出。







照圖(78)裝置，試再插入一個電鈴，揀下按鈕，兩個電鈴便會同時發聲。把線路圖畫出。

..... 初級中學  
物理學學生實驗報告單


組別..... 姓名.....  
實驗日期.....年.....月.....日  
評閱日期.....年.....月.....日  
評定等第.....

實驗 29.  
電鈴的構造和裝置

線路圖 I. (任捺三個電鈴之一,使電鈴發聲)。

記號: 電池  ; 電鈴  ; 電鈴  ; 電流方向  ;  
兩線隔開  ; 兩線相接  。

線路圖 II. (一捺按鈕,兩鈴同時發聲)。

記號: 按鈕  ; 餘同上。

【問題】照圖 78 的裝置,捺下按鈕,則電流在電鈴線上流過是繼續不斷的,還是一斷一續的?試繪圖說明其內部的構造,並電流斷續的步驟。

〔答〕

**【問題】** 電鈴中最主要的部分是什麼?和電鈴的原理差不多的還有什麼東西?

**【答】**

## 實驗 30. 電 鍍

【目的】 實驗電解的應用。

【儀器】 電鍍槽一，銅片二，電鑪一，乾電池四，安培計一，電阻器一，比重計一，接線，石蠟，蠟，石墨細粉，飽和硫酸銅溶液，細毛筆，本人圖章，酒精燈，熔蠟杯，銅絲網，三足架。

【方法】 盛石蠟和蠟的混合物於杯中，置銅絲網上，燃酒精燈，把它熔開。用銅片的一面平放入杯，蘸取溶蠟至厚二三毫米光景，即取出待冷。取本人的圖章洗刷乾淨，遍塗石墨細粉，深深的印入已硬的蠟，使成一個反型的印模。然後用毛筆蘸取石墨細粉，遍塗模內，模的外邊和背面，都遍塗熔蠟，放置待冷。

傾硫酸銅溶液於電鍍槽內，用比重計測其濃度，約以 1.2 為度，如果未達此數，應再加入硫酸銅少許。取四個乾電池串聯起來，用接線把負極和蠟模聯結起來，再取拭淨的銅片一枚，和正極連結，正極和銅片的中間，串聯着安培計，電阻器和電鑪各一個。連結已畢，把蠟模和銅片都放進硫酸銅溶液中，約相隔二三釐米的空隙，使欲鍍銅的一面和銅片的面，老是保持着正對的位置（圖 79.）。電鑪閉合，調整電阻器，使電

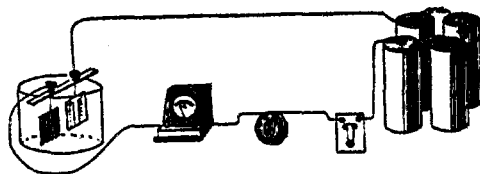


圖 79.

流的強度適中。通電幾宿，察蠟模的銅質堆積已有相當厚度，把蠟模

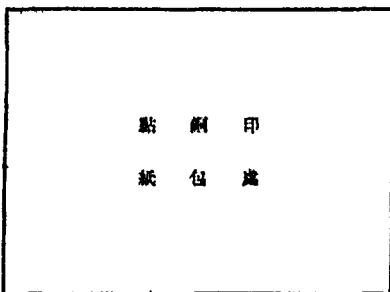


取出，從接線上輕輕摘下，浸入清水中洗滌，並用手指輕輕摩蠟模內堆積的銅質，察其是否堅硬，如已堅硬，便放置待乾，等到完全乾燥了，把它放在銅絲網上，用酒精燈加熱，熔去附着的蠟，揩淨，用紙包好，黏在報告欄內。

.....初級中學  
物理學學生實驗報告單

實 驗 30.  
電 鍍

組別..... 姓名.....  
實驗日期.....年.....月.....日  
評閱日期.....年.....月.....日  
評定等第.....



【問題】(1)蠟模內遍塗石墨細粉是什麼意思?(2)若使銅片和電池的負極連結,蠟模和正極連結,通電後會有什麼結果?(3)通電經宿後,硫酸銅溶液會變弱麼?(4)蠟模內堆積的銅質是從何處來的?(5)蠟模內所增加的重量和銅片所減少的重量會相等麼?

〔答〕



## 實驗 31. 晶體收音機

【目的】練習晶體收音機的製造及裝接。

【儀器】紙筒一，二十號漆皮線一磅，接線半磅，小號接線柱四，大號接線柱一，螺旋釘及帽子四，晶體檢波器一，電容器一，黃銅條一，天線(附絕緣體即白磁)三十公尺，聽筒一。如果當地沒有電臺，而要自己裝一個發報機的話，還須添備感應圈一座，蓄電池，電鑰各一個，天線(附絕緣體)二十公尺。

【方法】I. 紮線圈 晶體收音機裏面，祇有線圈和晶體檢波器兩部分是最重要的。晶體檢波器現在是有現成的可用，惟線圈必須自己動手去紮，紮線圈的方法，是先把紙筒的兩端，各鑿一個小洞，把二十號漆皮線的一端，裸出一釐米光景，穿入紙筒的小孔內，在十釐米處轉過來打一個結，如圖 80 所示，然後緊緊的一圈一圈繞上去，繞到一百

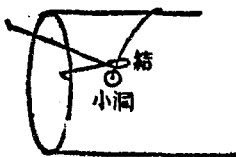


圖 80.

五六十圈光景，剪斷，再在紙筒的他端的小孔內穿入，打結如前，把線頭用紙裹起，塞入線圈內，像這樣做成的一個線圈，可由他處電波的感應而生出一種感應力來，可以幫助收音的。至於線圈的數目是看當地電臺的波長而定的，波長要多紮線圈；波短可以少些。譬如南京的波長二百八十公尺，祇要四五十圈夠了，天津的波長四百七十五公尺，則非一

百五六十圈不可。

II. 裝接收音機的線路 取四個接線柱,如圖 81 所示的 1, 2, 3, 4

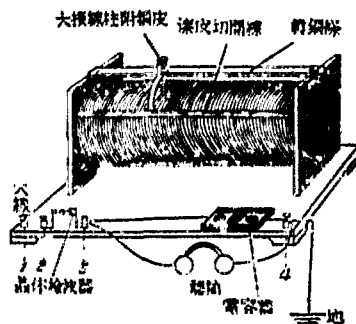


圖 81.

等地位,裝置在木板上。又把紮好的線圈放平,夾在兩塊豎立的木板中間。上面橫臥一根黃銅條,兩端都用螺絲釘釘牢在兩塊豎立木板的上緣,又把附有銅皮的大接線柱套在黃銅條上,使銅皮的尖端接觸線圈筒的腰部。當左右推動的時候,銅皮的尖端可在腰部刻出一條水平線,就沿着這條水平線把漆皮線上的漆皮刮去,使銅皮的尖端無論在任何位置上,都能和裸出的銅絲密切的接觸。現在把各部分用接線連結起來:接線柱 1 接線圈裸出的一端; 2 接晶體檢波器的銅針; 3 接晶體檢波器的礦石; 4 接黃銅條; 1 和 2 的中間用接線接通; 3 和 4 的中間,並聯一個電容器和一個聽筒;再把天線引進線接在 1 上,地線引進線接在 4 上,收音機的線路便算完成了。

III. 裝接天地線 天線的兩端各穿在一個白磁(即絕緣體)的洞裏,白磁另外的兩個洞則用鉛絲或繩穿起,綁在兩根毛竹上,取南北的

方向，高高的架起在屋脊的上面。在天線靠近收音機的一端，離白磁約半公尺處，預先拿皮線探出，繞在天線上，約八九釐米長，然後錘牢，引入屋內和收音機連接，這就是天線引進線了（圖 82）。取一公尺又二分

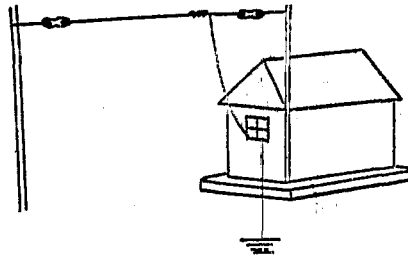


圖 82.

之一長的鐵條，一端磨光了，再用一條皮線，探出若干釐米，繞在上面，也要錘牢。鐵條打在潮濕的地裏，有自來水管的地方，只須把皮線割開，拴在水管上，錘牢，然後把皮線引進屋內和收音機連接，這就是地線引進線了。

IV. 收音 照上面的方法，把天地線和收音機都裝接好了，取聽筒套在頭上，用手左右推動大接線柱（附銅皮），使銅皮在線圈腰部往來滑動，至一個適當的地方，便可聽取當地電臺的播音（須先查閱電臺播音的時間），把收音成績記入報告欄內。

V. 裝接發報機 晶體收音機能力很有限，祇能在距電臺二三十里以內的地方纔有效，如果當地沒有電臺，那末，上面的實驗豈不是不能舉行？所以為要達到實驗的目的起見，要在室內裝一個發報機，以替代播音機，下面就是裝接發報機的方法。取感應圈一座，已充電的蓄電

池一個，和電鑰一個，用接線串聯起來，如圖 83 所示。聯好了，按下電

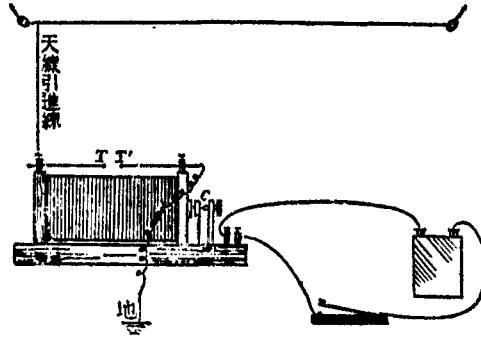


圖 83.

鑰，調節  $C$  處螺絲和軟鐵片的接觸，至  $T T'$  間有火花通過為度。另取二十公尺長的天線一條，兩端用絕緣體穿起，再拿鉛絲或繩把絕緣體上另外兩個洞拴牢，就在屋簷底下或室內高處照南北的方向張起。用皮線裸出的一端繞在天線上(和第三節所述的方法一樣)，他端和感應圈的副線圈的一端相接，副線圈的他端則用皮線接到地上或自來水管上去。裝接好了，一人在發報機室內用摩爾斯氏符號(附後)按捺電鑰，另一人在收音機室內戴上聽筒，並且推動大接線柱，以聽取發報機上發送符號的聲音，把它速記下來，再譯出記入報告欄內。

注意 響雷的時候，要把天地引線連起，以免線圈燒壞。

摩爾斯氏符號

|   |       |    |       |   |       |
|---|-------|----|-------|---|-------|
| A | .-    | O  | ---   | 1 | ----- |
| X | ..... | Ø  | ----- | 2 | ..... |
| B | ....  | P  | ....  | 3 | ..... |
| C | ....  | Q  | ----  | 4 | ..... |
| D | ...   | R  | ..    | 5 | ..... |
| E | .     | S  | ...   | 6 | ..... |
| E | ..... | T  | -     | 7 | ..... |
| F | ..... | U  | ...-  | 8 | ..... |
| G | ...   | Ù  | ....- | 9 | ..... |
| H | ..... | V  | ....- | 0 | ..... |
| I | ..    | W  | ...-  |   |       |
| J | ....- | X  | ....- |   |       |
| K | ...-  | Y  | ....- |   |       |
| L | ..... | Z  | ....  |   |       |
| M | --    | CH | ....- |   |       |
| N | --    |    |       |   |       |







..... 初級中學  
 物理學學生實驗報告單


實 驗 31.  
 晶 體 收 音 機

組別..... 姓名.....  
 實驗日期.....年.....月.....日  
 評閱日期.....年.....月.....日  
 評定等第.....

收音成績：

【問題】 試用下列記號，畫一收音機線路圖。

記號：天線 ； 線圈 ； 銅皮  $\longrightarrow$ ；

晶体检波器內銅針部份  $\longrightarrow$ ； 晶体检波器內礫石部份 ；

電容器 ； 聽筒 ； 地線 



## 實驗 32. 行星的觀察

【目的】 觀察行星以引起研究大自然的動機。

【儀器】 月份星圖十二幅(附後)。

【方法】 I. 行星和恆星的辨認 九大行星的位置，時時有變化，所以不能把它們列入星圖內，因此初學的人對於行星常常發生疑問。現在應該先把行星和恆星辨認清楚，這是觀察行星的第一步，辨認的方法如次：

(1) 恆星能自己發光，行星則不能，所以行星的光不如恆星的光那麼閃爍。

(2) 行星的位置，時時有變化，如果連續觀察幾夜，就能明白那些是行星，那些是恆星了。

(3) 行星的位置，雖是時常變化，可是終不出黃道十二星座以外，換句話說，就是它們的運行，都是以十二星座為背景的，故要認識行星，必須先把十二星座弄清楚(十二星座圖見附圖 1, 2)。

(4) 九大行星肉眼能見的只有水，金，火，木，土，天王六星；在此六星之中，水星和天王星則不很明顯，且對於觀察上亦無多大興趣，故用肉眼作實地觀察時，祇以金，火，土，木四大行星為限。

II. 星圖的看法 譬如我們指點給人看在這處的物體的位置，往往先把那物體隣近的較顯著的目標指示給人看，然後就很容易找着那物體的所在了。觀察行星必須先讀星圖，找出十二星座的所在，也就是這個道理。現在將看星圖的方法寫在下面(月份星圖附後)：

(1) 星圖的繪製方法，是把地平線以上的天球，分成南北二部，諸星體都看做密着在天球上面，但這是一幅平面圖，所以星體的高度和方

位角，是看不出來的。

(2) 星圖係示每月一日下午九時(地方時)在北緯三十五度(即我國地方緯度之平均者)附近地方所見天空的模樣。

(3) 星體的位置每日向西移動一度(時間為四分鐘)，所以自每月二日起，每日在原位置上觀察星體，必須提早四分鐘；譬如十五日必須在八時觀察，三十日必須在七時觀察。

(4) 圖中各星座內諸星體，若見有用線連結的，並非真有其線，這不過是為學者易於辨認星座和星體的名稱起見而設的。

(5) 圖中星等符號如次：



### III. 行星的觀察：

(1) 七大行星的特徵(太陰和地球二行星除外) 水星是最近太陽的行星，呈淡紅色，光輝比一等星還強，位置甚近於地平線，春季在日出以前現於東天；秋季則日沒以後，現於西天。此星一月中祇有數日可以看見，最好用雙眼鏡去觀察，若用較大的遠鏡，還可以見到盈虧的現象，和太陽一般。金星即世所謂太白星的就是，是早晨黃昏的明星，其至遠日點時，光輝最大，雖在白晝，亦能看見，若用二英寸的遠鏡或附有三稜鏡的雙眼鏡觀察，非常美觀，亦有盈虧現象。火星比地球離太陽為遠，並無盈虧現象，肉眼看起來是赤色的，很容易判別。火星接近地球僅次於太陰，若用二、三英寸的遠鏡觀察，可以看見極冠，運河，和大陸的分佈。木星用肉眼看起來是一個放銀光的星體，是諸行星中之最大者，比其他各行星的和還要大，和地球比較，大至 1369 倍，但質量祇為地球的九分之一，這是因為未凝固的緣故。若用一英寸小遠鏡和 10 倍

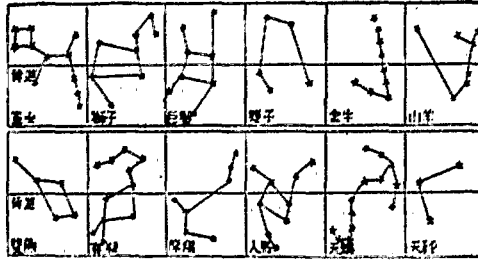
的三稜鏡雙眼鏡觀察，認識便很清楚，若用三英寸遠鏡，更可看見兩極的扁平狀，和二條雲狀帶。土星有環，非常美觀，若用2或 $2\frac{1}{4}$ 英寸小遠鏡，可以看得見這神秘的環，惟一公轉間，環的平面和地球的平面有二次是相一致的，這時候雖用大遠鏡亦看不到環的存在。天王星和海王星距太陽最遠，天王星用肉眼勉強還可以不得到，海王星則不能。天王星有衛星四個，海王星祇有一個。若用三英寸遠鏡觀察天王星和海王星，看起來不過是一小小的光點。

(2) 觀察行星的位置法 取出本月份的星圖，按照上面 II, 3 的方法，定好當時觀察的時間。時間到了，乃把星圖攜出戶外，和空中星體比較，先尋出十二星座的所在，再以十二星座為背景，去找那行星的位置（某年某月某行星應在某星座間已詳載於金，火，土，木四星位置表，見印表），找着了，便在星圖內某星座間做上一個記號，算作報告了。

照上法連續觀察數夜，便可看見行星移動的情形，把移動的位置也在星圖內記出，並且在圖的下面空白處，把觀察的年月日，和觀察的地點，及觀察者的姓名，也都記出來。

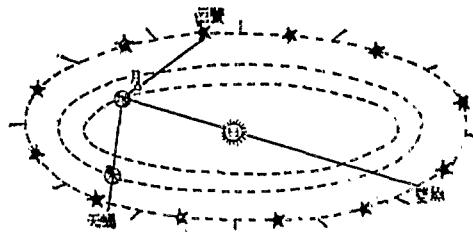
注意 行星位置表祇列金，火，土，木四星，因為這四個行星在觀察上最有趣味，其餘水，天王，海王三星，則不甚明顯，故從略。

### 黃道十二星座圖



(附圖 1.)

下圖周圍區劃示黃道十二星座，在地球上觀察行星，就圖的位置說法，則日在雙魚座，月在巨蟹座，木星在天蝎座。



(附圖 2.)

| 行星 | 年    | 一月   | 二月    | 三月    | 四月   | 五月   | 六月   | 七月   | 八月   | 九月   | 十月   | 十一月  | 十二月   |
|----|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 金  | 1937 | 土雙魚  | 白羊    | 白羊    | 金牛   | 白羊   | 金牛   | 金牛   | 雙子星  | 獅子   | 獅子室女 | 室女   | 天鵬天秤  |
|    | 1938 | 人馬   | 木摩揭寶瓶 | 土雙魚   | 火金牛  | 火金牛  | 雙子星  | 獅子   | 室女   | 天鵬天秤 | 天鵬天秤 | 天鵬天秤 | 天鵬天秤  |
|    | 1939 | 人馬   | 火人馬   | 木摩揭寶瓶 | 木雙魚  | 土白羊  | 金牛   | 金牛   | 獅子   | 獅子室女 | 室女   | 人馬   | 人馬    |
|    | 1940 | 摩揭寶瓶 | 木雙魚   | 金牛    | 金牛   | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛  | 雙子星  | 獅子   | 獅子室女 | 室女   | 天鵬天秤  |
|    | 1941 | 人馬   | 摩揭寶瓶  | 雙魚    | 白羊   | 木金牛  | 雙子星  | 獅子   | 獅子室女 | 室女   | 人馬   | 人馬   | 人馬    |
| 火  | 1937 | 天鵬天秤 | 天鵬天秤  | 木人馬   | 木人馬  | 天鵬天秤 | 天鵬天秤 | 天鵬天秤 | 天鵬天秤 | 木人馬  | 木人馬  | 木人馬  | 木摩揭寶瓶 |
|    | 1938 | 土雙魚  | 土雙魚   | 白羊    | 金牛   | 金牛   | 金牛   | 雙子星  | 獅子   | 獅子   | 獅子室女 | 室女   | 室女    |
|    | 1939 | 天鵬天秤 | 金人馬   | 人馬    | 人馬   | 人馬   | 人馬   | 人馬   | 人馬   | 人馬   | 人馬   | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶  |
|    | 1940 | 木雙魚  | 土白羊   | 木白羊   | 金牛   | 土金牛  | 土金牛  | 雙子星  | 獅子   | 獅子   | 獅子室女 | 室女   | 室女    |
|    | 1941 | 摩揭寶瓶 | 人馬    | 人馬    | 人馬   | 摩揭寶瓶 | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚    |
| 木  | 1937 | 人馬   | 人馬    | 火人馬   | 火人馬  | 人馬   | 人馬   | 人馬   | 人馬   | 火人馬  | 火人馬  | 火人馬  | 火摩揭寶瓶 |
|    | 1938 | 摩揭寶瓶 | 金摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶  | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶 | 摩揭寶瓶  |
|    | 1939 | 摩揭寶瓶 | 雙魚    | 雙魚    | 金雙魚  | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚   | 雙魚    |
|    | 1940 | 火雙魚  | 金雙魚   | 火白羊   | 白羊   | 白羊   | 白羊   | 白羊   | 白羊   | 白羊   | 白羊   | 土金牛  | 土金牛   |
|    | 1941 | 土金牛  | 土金牛   | 土金牛   | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛  | 土金牛   |

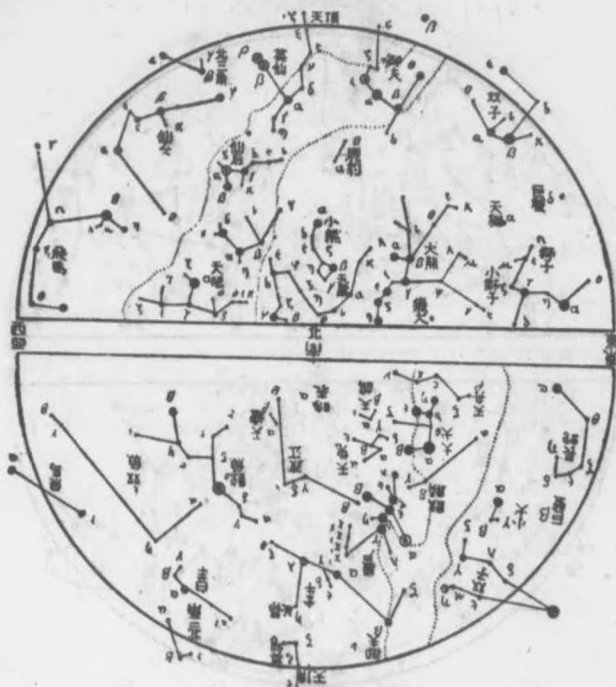


|   |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 土 | 1937 | 金雙魚 | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  | 雙魚  |
|   | 1938 | 火雙魚 | 火雙魚 | 金雙魚 | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  |
|   | 1939 | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 金白羊 | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  | 白羊  |
|   | 1940 | 白羊  | 火白羊 | 火白羊 | 白羊  | 火金牛 | 火金牛 | 金牛  | 金牛  | 金牛  | 金牛  | 木金牛 | 木金牛 |
| 星 | 1941 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 | 木金牛 |

### 說 明

表中如摩瑞,寶瓶,雙魚,……,都是黃道十二星座的名稱。摩瑞寶瓶一格中並列二星座,係示某行星在二星座的中間,又如火金牛係示某行星在金牛座,同時火星也在金牛座。有時三行星在同一星座中,如1941年5月木星在金牛座,則時金星土星也都都在金牛座。各星運行的遲速或進行等,都可從表中看出。

一月星圖(北天)

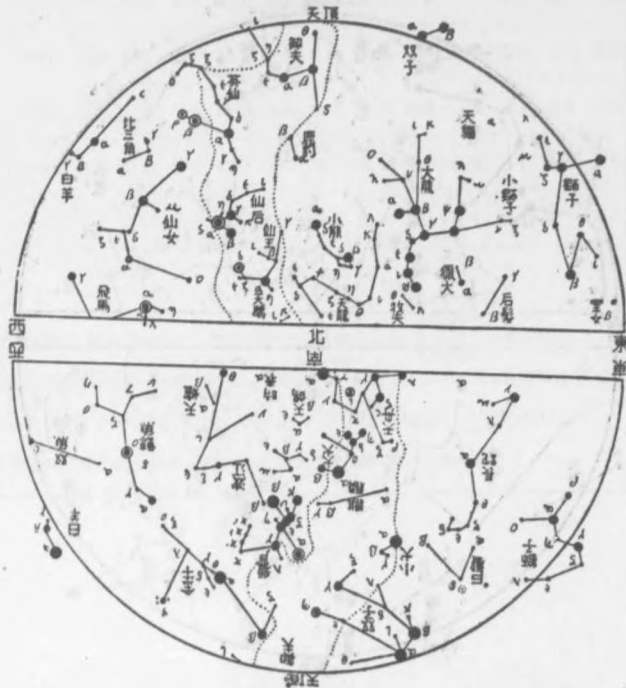


一月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日下午七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

二月星圖(北天)

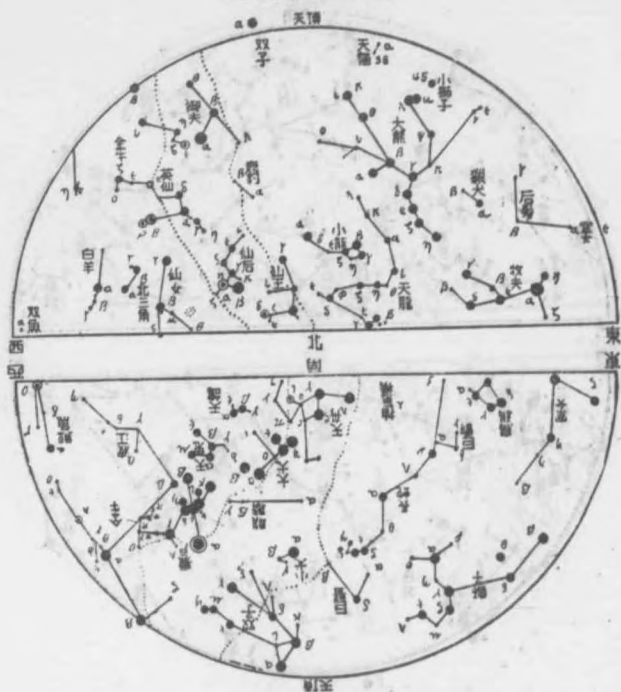


二月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日下午七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

三月星圖(北天)

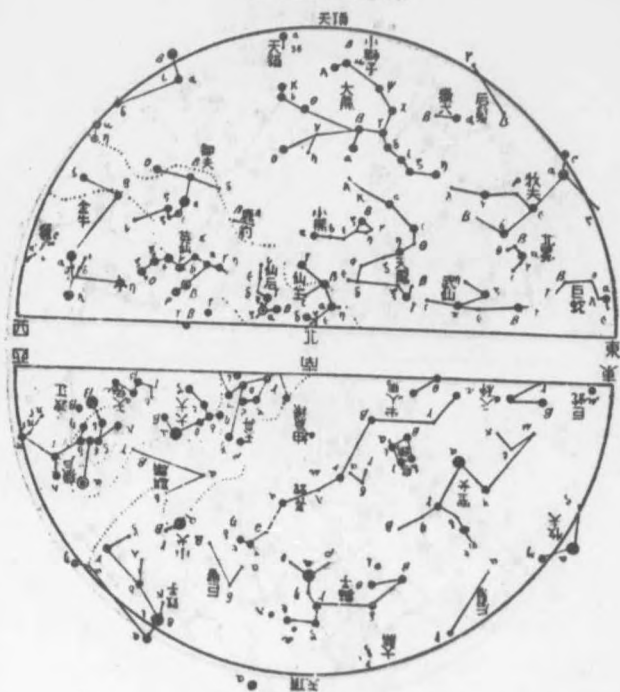


三月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日下午七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

四月星圖(北天)

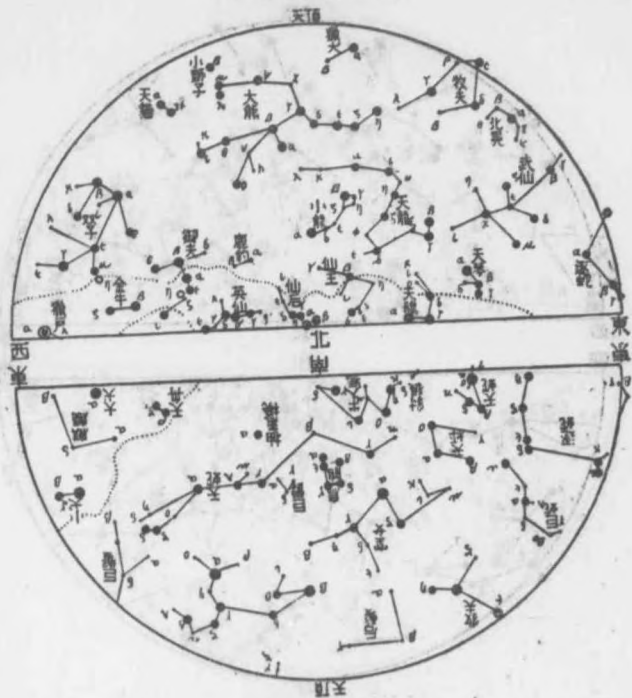


四月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日午後七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

五月星圖(北天)

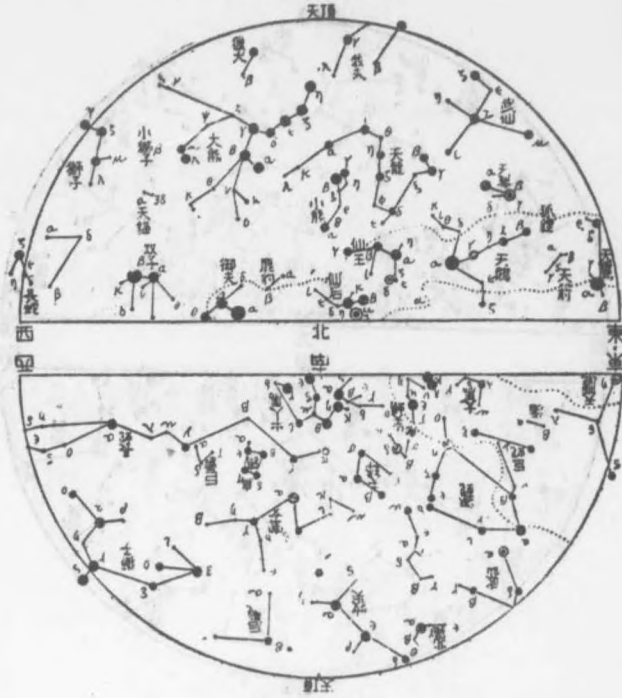


五月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日下午八時，三十日下午七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

六月星圖 (北天)

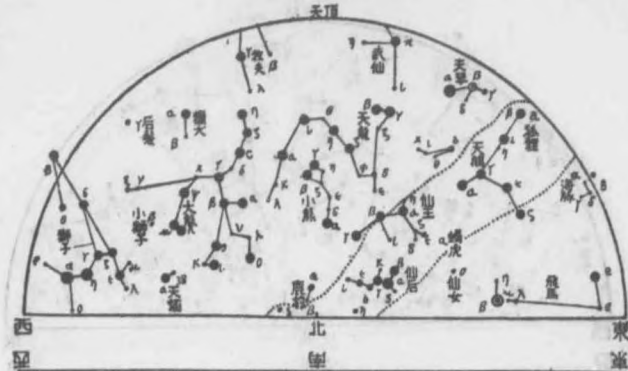


六月星圖 (南天)

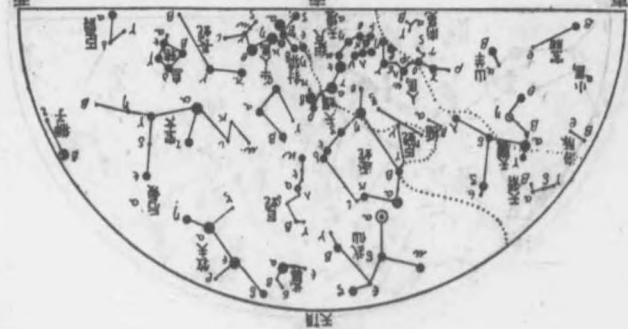
觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日下午七時。

方位：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

七月星圖(北天)



七月星圖(南天)

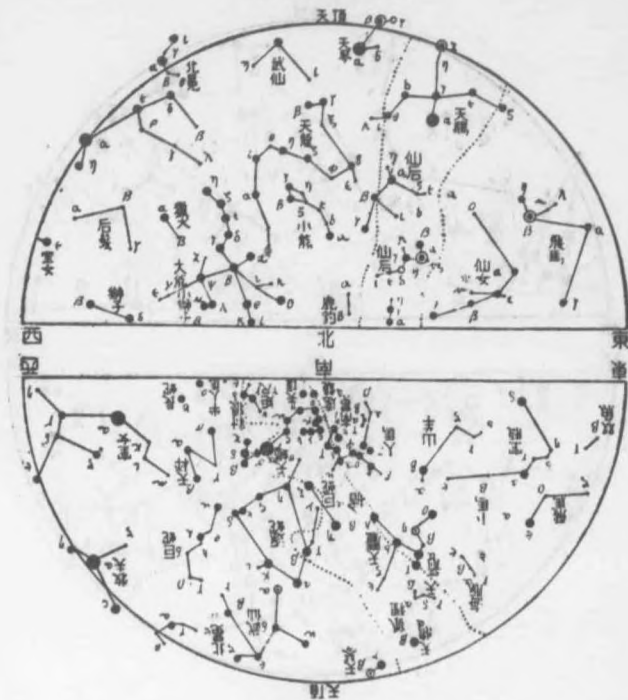


觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日下午七時。

方向：用北天圖，人向北而立；用南天圖，人要向正南而立。



八月星圖(北天)

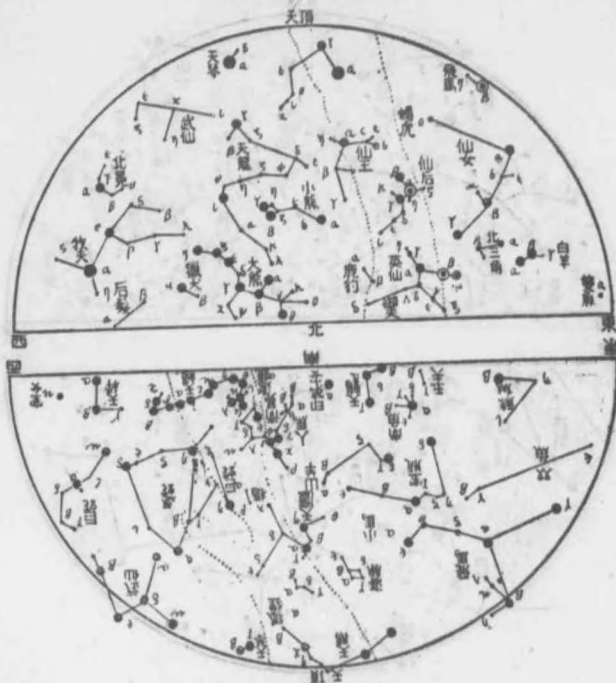


八月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日午後七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

九月星圖(北天)

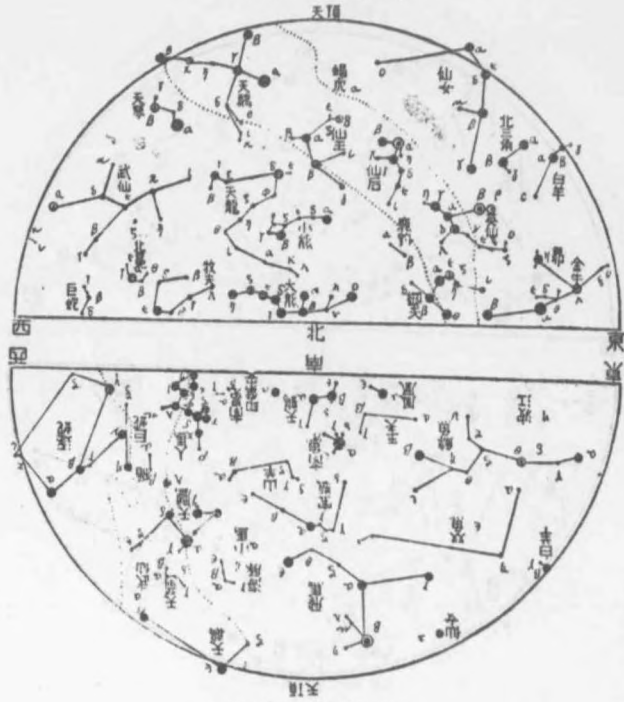


九月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日下午八時，三十日下午七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向南而立。

十月星圖(北天)

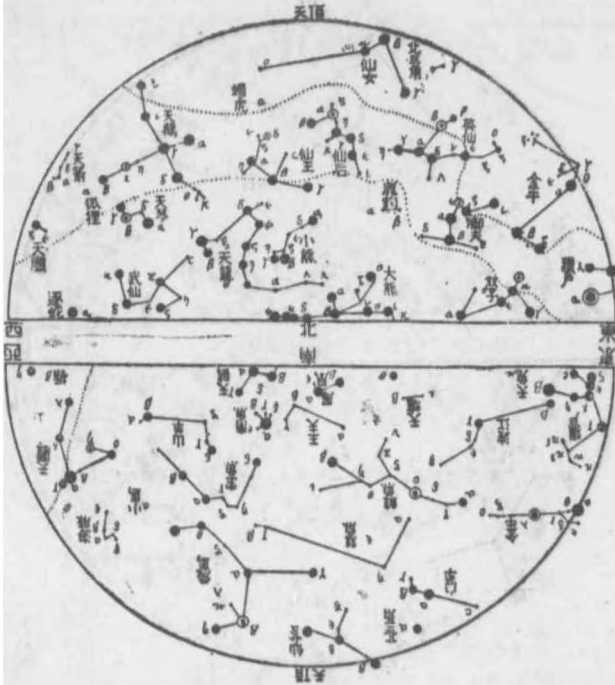


十月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日午後七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

十一月星圖(北天)

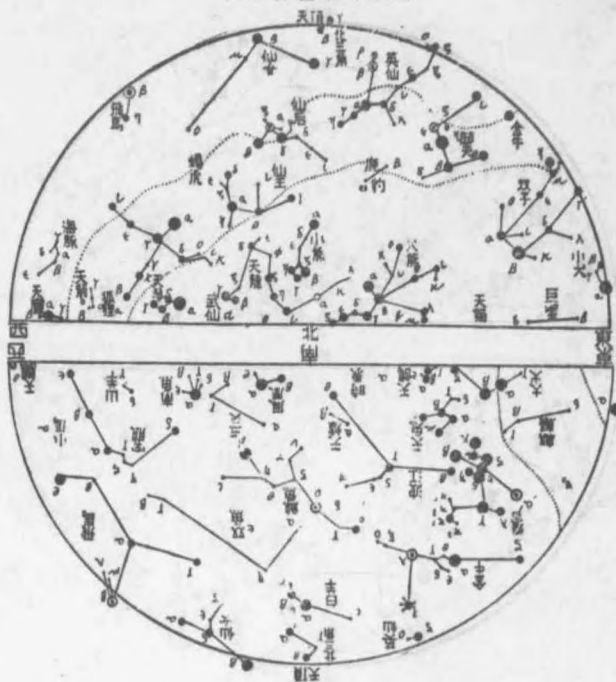


十一月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日午後八時，三十日下午七時。

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

十二月星圖(北天)



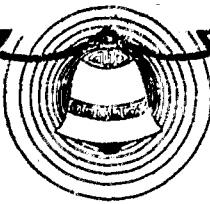
十二月星圖(南天)

觀測時間：一日下午九時，十五日下午八時，三十日下午七時，

方向：用北天圖，人要向北而立；用南天圖，人要向正南而立。

【174】





版權所有  
翻印必究

中華民國二十六年六月初版

建國初中物理學實驗教程

全一册 實價國幣六角五分

(外埠酌加運費)

|   |   |   |       |     |    |   |
|---|---|---|-------|-----|----|---|
| 編 | 著 | 者 | 張     | 鎮   |    |   |
| 發 | 行 | 人 | 吳     | 乘   | 常  |   |
|   |   |   | 南京河北路 | 本局  |    |   |
| 印 | 刷 | 所 | 正     | 中   | 書  | 局 |
|   |   |   | 南京河北路 | 實業巷 | 口  |   |
| 發 | 行 | 所 | 正     | 中   | 書  | 局 |
|   |   |   | 上海    | 南京  | 蘇州 | 平 |

(897)



本書用國產紙印刷

實價

0.65元

