

理化普及儀器實驗法

理化普及儀器實驗法

版權所有

◎全一冊 定價國幣六角

理化普及儀器

製作權所有

第一組 定價國幣肆拾圓

計劃兼編輯者 汪 畏 之

製作及出版者 中華教育用具製造廠
廠址 上海昆明路七二一號

發行者 中華書局有限公司
總發行所 上海福州路 中華書局
分發行所 各埠 中華書局

中華民國二十五年四月印行

(10059)

序

我常常想，假如我們使用科學儀器能如兒童應用玩具一樣容易有趣，我們愛好科學，一定與兒童愛好玩具一樣；假如科學儀器的售價，能比照現在各大書局翻印的古書之低廉，科學儀器不但可以普及一切學校，也可以走進許多人的家庭；假如這兩個問題有了解決方法，科學教育之突飛猛進，是不待言的，科學救國也不至成為空洞的口號。我不是學科學的人，也不是懂科學的人，但却常常留心這兩個問題的解決方法。要解決這兩個問題，有三個原則，第一，儀器必須簡單樸質，使製造容易，第二，一件儀器必須能作許多種試驗，第三，儀器必須便於裝卸仿製。近幾年來遇着學科學的朋友，和儀器公司裏的先生們，常常提出這些意見，鼓勵他們製作，但都沒有很好的結果。民國二十一年奉命赴歐考察教育，便中頗留意於科學儀器的製造。在波蘭時曾經看見好幾個中學校的學生能自己製造學校用的桌椅、櫥櫃。我想既能自製用具，為什麼不能自製儀器？隨後在德國克魯伯礮廠附設的中學，看見該校師生合製的三大屋子的物理儀器，作法真算得簡單極了，材料多半是廢物——火柴盒子，紙煙筒子，餅乾盒子，都是製儀器的好材料，不待改作的。化腐朽為神奇，真值得我們仿效。可是這不是容易事，教師沒有創造天才，沒有製作訓練，何能仿造？後來在德國，又看見有科學儀器材料箱的製造，箱係長方形，長不滿一公尺，闊高不滿十分之二公

尺，一共三個箱內多半是零碎的儀器材料，而沒有一件完整的儀器。但這些材料可以拚合成許多儀器，可以作許多試驗。以三個箱的容積而論，不能容納大型的一件物理儀器，以三箱的材料價值而論，也不及一個一千二百倍顯微鏡的昂貴。這真可說是科學儀器中最神奇的了。回國以後，二十二年受命長安徽教育，擬根據此種辦法自行製造，充實各校科學設備。會江蘇無錫教育學院設有簡易科學儀器製造所，因以此意告之該院教員汪畏之先生，並將個人考查所得及個人意見，全部供獻於他，鼓勵他努力仿製。畏之先生今夏兼任上海中華書局科學儀器技師，藉中華工廠完善之設備，為時僅數月，物理儀器的一部份業已完成，將以供獻於社會。中華書局陸費伯鴻及舒新城兩先生囑余為之命名，並序其緣起。我覺得這一套儀器，有兩個特點，變化無窮，可作出許多個試驗，使人百玩不厭，有游藝玩具之長，特點一，全套儀器分量輕，價錢巧，不但個個學校可以設備，作學生分組實驗之用，即家庭亦能購買，特點二，有此兩個特點，故能解決提倡科學教育，普及科學教育上的困難問題。因名之曰：『學校家庭適用理化普及儀器』簡稱之曰：『理化普及儀器』。希望社會各方面認識牠的功用，價值，加以提倡推廣，俾能於最短期間，普遍的走入一切學校，一切家庭，使科學教育很快的普及與進步。

民國二十四年十一月一日

楊 廉

設計者言

任何學問，非用過一番苦心而親自經驗以後，不能成爲我們腦蒂上所有的學問，這是大家所公認的事實。所以像一般學校裏的教學物理學，學生們祇坐觀教師所做的實驗，一定不能滿足，他們沒有一個人不想就用那些用具和儀器，自己來動手做一下，使得從觀察上能得到一種實際的活的經驗。常有許多聰明活潑的學生，感到了一種內心的衝動，做出許多簡單儀器和機械，供他自己在學校裏所得的智識外，更進一步探究大自然中存在着的關係和定律之用。所以擴充學生的智識範圍，引導學生走上正規的路徑，來鼓勵他們發揚他們這一種志向，顯然是學校方面的責任。尤其是在現代竭力提倡勞作教育的時期，更應隨時隨地使學生「自己勞作」，更應儘量地把「教課的學校」改進成爲「實地勞作的學校」。

在這一種概念領導之下，教學物理學時，第一先要設法使學生們能有相當設備的工場，纔能够自己製作儀器，不過有着充分的經費能如此辦理的學校，爲數甚少，而且這一種辦法，須費去很多的時間，因此對於大自然中物理定律的推考和研究的主要目的，反而沒有充分的時間，所以是收效甚微。譬如研究槓桿，先應由學生自己把木材鋸開，鉋平，做成了一個槓桿以後，纔能實驗，使學生明瞭槓桿的定律，照這樣的做，當然不是一個很好的辦法。

所以我時常的在那裏想,我們倘使能够有一組十分完備的儀器,價格很低廉,使多數人均能有力量置辦,那學校就可以購置多份,分歸學生們使用,而費用浩繁的工場,也就不必要了。後來楊思默先生赴歐考察教育歸,告我在德見着一種科學儀器材料箱,定價怎樣低廉,用途怎樣廣大,我們中國正是缺少這一種教育利器,可能師其意而製造一種合於現在國情的一組,以供國人應用,因之就產生了這一種「學校家庭適用理化普及儀器」。

這一種理化普及儀器,全部分成四組,第一組由九十七件儀器,組成一箱,可以做力學、聲學、及熱學方面的實驗共六百七十八個,第二組由四十五件儀器,組成一箱,可做光學方面的實驗共二百八十五個,第三組由五十五件儀器,組成一箱,可做電磁學方面的實驗共三百八十九個,第四組專供化學實驗用,全部儀器,都根據作者多年實地教學的經驗,經過縝密的計劃,屢次改進,纔告成功,所以用來實驗時都無需另加製造的手續,學生們有了這副儀器,就能用種種組織的方法,構成切合實用的實驗用具和儀器,供各種基本實驗之用。實驗法每組儀器刊印一冊,全部依據物理學研究進程慣例編輯,故可兼作學校物理學教本之用。

每組儀器,可以三四個學生合在一起,在一個實驗桌上,共同實驗。實驗法曾經一番嚴密詳細的配置工夫,每個實驗,都有前面的實驗可做根據,基本的實驗,實驗編號用黑體字刊印,補

充實驗,則用普通字刊印。

實驗法,說理十分詳盡而爽直,因此本儀器也可以在家庭內給子女們應用,可以在一種富於興趣的狀態之下,來擴充和增進他們在學校裏所習得的智識。所以該種儀器是學校家庭都可適用,實為普及理化智識的一種良好工具。

本儀器雖經詳密設計,然仍難免有不妥之處,倘蒙海內專家,隨時予以指正,俾該種儀器可以日臻完善,尤所深盼!

民國二十四年十月

汪畏之

儀器零件說明

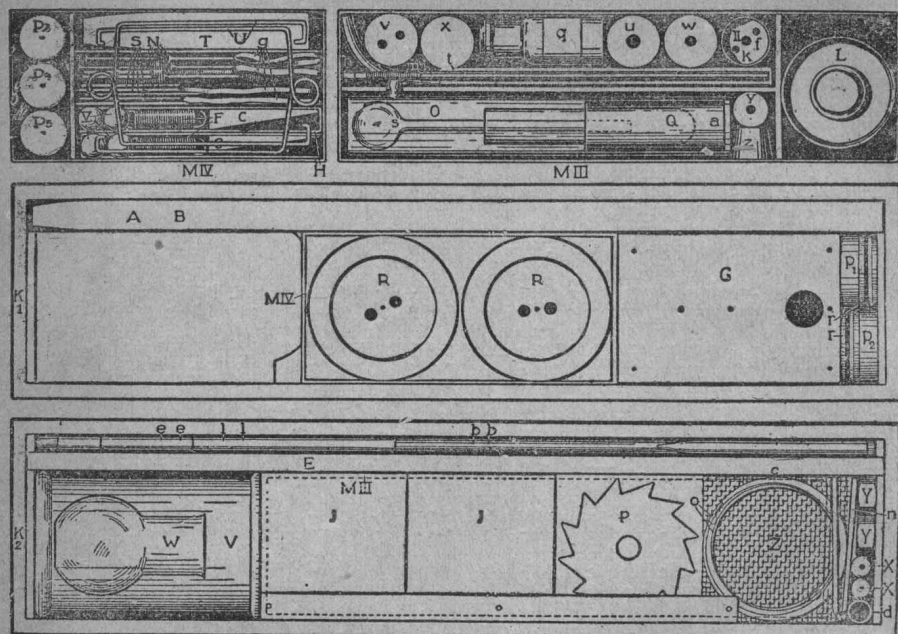
全部儀器，分貯上下兩木箱中，上方的木箱，貯藏固體力學方面的用品；下方的木箱，貯藏補充用品，如各種容器、管子等類。使用時，二木箱可以並排安放，使一切用品，一目瞭然。收藏時，應按照以下的說明來安排。

在上方的木箱內，有兩根長的木桿，一塊臺板（或木塊），二個小滑輪，兩個扁鐵錘，和一隻短紙匣。這紙匣裏面，在中央的一格內，藏着支持針、釘和膠皮帶；在前方的一格內，藏着滑輪夾、彈簧和木楔；後方的一格內，藏着短木柱；在側面的一格內，藏着三個厚的重錘；最後，在紙匣的上面，放着二個秤盤鉤。又兩個大滑輪，可以放在紙匣底下。

在下方的木箱內，由小箱蓋隔出一條側溝，安放氣壓計用管和別的玻璃管（這些玻璃管，取出時，最好用一支持用針挑起）。木箱的左端，是玻璃筒和燒瓶。長紙匣裏面，在一個長格內，藏有大玻璃管和套在管內的浮秤管、試驗管及鋁筒等；其他一個長格內，藏有大膠皮塞、水銀瓶、吹叫管、活塞、黃銅管、溫度計和膠皮管；側面一格內，藏有酒精燈。在木箱靠近長紙匣外端的一小格內，是各種螺旋用品（如螺旋管等），如玻璃片、鐵絲網、齒輪（棘齒輪）、琴鋼絲和膠皮圈等，應用較少的用品，都藏在紙匣下面。

一切用品，使用後，要隨即藏好其他例外的用品，如火柴、布

片、紙張等，切勿放在箱內，以免混淆。



A. 木柱

B. 橫桿

C. C. 木楔二個

D. 箱蓋

E. 小箱蓋

F. F. 彈簧二個

G. 臺板

H. H. 滑輪夾二個

J. J. 玻璃片二塊

K₁. 木箱上半

K₂. 木箱下半

L. 酒精燈

NN. 開口釘十隻

O. 具側口的大玻璃管

P₁. P₂. 扁鐵錘二個

P₃. P₄. P₅. 重錘(鐵、黃銅、鉛)三個

Q. 試驗管

R. R. 大滑輪二個

- | | |
|----------------------|----------------|
| S. S. S. S. 支持針四支 | n. 音叉 |
| T. 短木柱 | o. o. 鋼絲(有環)二根 |
| U. U. 秤盤鈎二隻 | p. 齒輪(棘齒輪) |
| V. 底具圓孔的玻璃筒 | q. 水銀瓶 |
| W. 小燒瓶 | r. r. 小滑輪二個 |
| X. X. 螺旋管二個 | s. 浮秤管 |
| Y. Y. 螺旋帽二個 | t. 溫度計 |
| Z. 鐵絲網 | u. 具大孔膠皮塞 |
| a. 鋁筒 | v. 雙孔膠皮塞 |
| b. b. 氣壓計玻璃管二支 | w. 單孔膠皮塞 |
| c. 扁平膠皮圈 | x. 無孔膠皮塞 |
| d. 黃銅管(噴水唧筒用) | y. 有孔小膠皮塞 |
| e. e. 玻璃管(長 5 釐米)二支 | z. 無孔小木塞 |
| f. 吹叫管(吹嘴) | I. 編織針 |
| g. g. 膠皮帶十圈 | II. 吹叫管木塞 |
| h. 膠皮管 | III. 長紙匣 |
| i. 有尖端的玻璃管 | IV. 短紙匣 |
| k. 活塞 | V. 硬木球十粒 |
| l. l. 玻璃管(長 18 釐米)二支 | VI. 鐵球 |
| m. 黃銅管(長 24 釐米) | |

【附註】 全組用品,共計 57 種 97 件,另有方格紙(毫米格)一張,附在本書後面。

目次

固體力學	1
靜止和運動	1
力	4
慣性	8
擺	11
離心力	21
運動的阻礙	27
材料的堅固性或消極抵抗	34
附着力	39
落下和傾覆	42
槓桿	50
滑輪	65
斜面	74
楔	78
螺旋	80
功	82
能	89
液體力學	92
液體內的壓力	92
液體的浮力	99

氣體力學.....	109
空氣的重量.....	112
唧筒.....	122
氣壓計.....	126
飛行.....	135
聲學.....	137
絃線.....	140
吹叫管.....	147
熱學.....	156
液體的膨脹.....	158
氣體的膨脹.....	160
溫度計.....	161
熱的傳播.....	168
熱量.....	179
熔解和凝固.....	184
沸騰.....	187
蒸氣機.....	193
石油發動機.....	197
蒸發.....	200

學校家庭適用

理化普及儀器實驗法

固體力學

靜止和運動

1. 置二鐵錘 P_1 , P_2 於桌上,而互相比較,雖經長時間的考察,在二者間不能尋見任何差異,二者均爲扁圓體,直徑及高度均相同,其重量、平滑、顏色、光彩亦均相等。

但吾人緊握其一,而其他一錘,用指撥動,使其滾動時,則以前二個完全相等的物體,驟然互相各異,其一爲運動,其一爲靜止,我們平常所見到的一切物體,或在靜止的狀況中,或在運動的狀況中,惟嚴格言之,靜止的狀況,祇有爲比較的,即對於物體鄰近的四週爲靜止,實際我們知道地球與靜止其上的物體,在空間仍不絕奔馳,是以絕對的靜止,不能存在。

2. 一物體在靜止時,若無任何外力,不能開始運動,我們必須推之挽之,或使風吹之,將某種力施於其上,方能起動,無力即無運動。

我們以二指舉重錘 P 於空中,輕釋之,雖吾人不用任何推挽的方法,而 P 即迅速向地下墜,此運動的發生,仍係受有一種動力,此力頗似磁力,能吸引所有的物體,趨向地球的中心,此地

球的吸引力,特稱地心吸力,爲造成一切物體均向下墜的主要的力。

3. 吾人置物體於一薄書上,將書透出桌子的邊緣,則物體不能被地球吸下;然物體壓於書上,而使書彎曲,是名曰重物體的重,祇爲地心吸力的結果。吾人常簡稱地心吸力曰引力。

4. 當重錘 P 橫置於桌上(即以其圓柱面放着),雖引力不絕作用於其上,而並不被其牽動,亦不滾落。但一將桌傾側,重錘即滾動,至最近地球中心的地方,即最低之處而靜止。水的流入於海,亦以海爲最低而最近地球中心的緣故。

5. 用一木柱 A,槽面向上,一端之下,安置一鉛筆,使其擱起以一球(V或VI)由槽中滾下,可見先運動緩慢,後速度漸漸增加我們稱此種運動爲加速運動。

6. 將有槽的柱支起稍高,推球向上滾動,其運動先速而漸緩,是爲減速運動。末後,球停止,重回至原有地位,作加速運動如前。

7. 槽應如何安置,使運動永久相同或均一?惟有平面安置時,其狀況始近於此。

8. 將木柱 A 及槓桿 B 的一端互相抵住,他端各用一重錘墊高,使鐵球 VI 沿槽滾動,現能見加速與減速相交替的運動。在 A 及 B 間插入有槽的木柱 T,則有三種運動;但三條槽須確切互相連接(圖一)



圖 一

9. 一物作均一的運動時，在相等的時間中，常經過相等的距離。一物體在單位時間內所完畢的距離，名曰速度。表示時間所用的單位不一，例如時（如汽車每時行幾里）、分（如競走者每分跑若干米）、秒（如鎗彈每秒射若干距離）都是。惟物理學上的習例，無論何時，吾人在力學中，若僅言速度，即可喻其為秒作單位。

吾人假定一街道，限制汽車的速度，每小時不得過十哩，則許可的速度，每秒鐘最高為若干？可由下式推算。

$$60 \text{ 分鐘內 } 10 \text{ 哩} = 17600 \text{ 碼}$$

$$1 \text{ 分鐘內 } ? \text{ 哩} = ? \text{ 碼}$$

$$1 \text{ 秒鐘內 } ? \text{ 哩} = ? \text{ 碼}$$

10. 置尺於桌上，納支持針 S 於鐵錘 P 中，沿尺滾動，使其進行的速度為每秒鐘 1 釐米 (Centimetre) (將秒數逐一報明)。次將鐵錘以每秒鐘 5 釐米的速度滾動。

11. 蝸牛雖習慣上常引以為運動最遲緩的例，當然亦具有某種緩慢的速度，可以實驗決定。吾人任蝸牛在尺上爬行，而記錄其行過 10 釐米所需要的時間，再計算其每秒的速度。

$$\text{速度} = \frac{\text{經過的距離}}{\text{時間}}$$

例如：120 秒間的距離為 10 釐米

$$\text{蝸牛的速度} = \frac{10 \text{ 釐米}}{120} = 0.0833 \text{ 釐米}$$

吾人當然可以一甲蟲代替蝸牛，或用較長的距離，將貓、狗、學生、乘腳踏車者等等，作相同的測量，如斯求得的速度，約如下

表所示:

蝸牛.....	0.0015 米	特別快車.....	20—25 米
步行者.....	1.4 米	傳書鴿.....	30—40 米
乘腳踏車者.....	4—5 米	聲(空氣中).....	333 米
汽車.....	8—24 米	鎗彈.....	600 米
特快輪船.....	12 米	光線.....	300000000 米

力

12. 在開始第 2 實驗中,我們查知無力的作用,則不能發生運動,力的發生,或由於我們的肌肉,或則如滾球的實驗中,由於地球的吸引或引力,但利用緊張下的彈簧的彈力,亦可使球發生運動(圖二)。

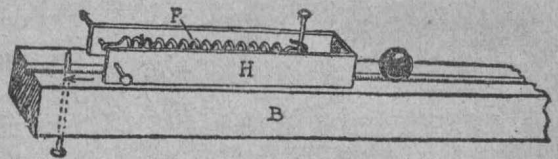


圖 二

將釘插入槓桿 B 的第五孔,令彈簧 F 附於其上;彈簧外面覆一滑輪夾 H,另用一釘,平貫 H 的二臂,而將彈簧的游離端附於其上,末後用一釘,自下面穿過 B 的第一孔或第二孔,用力將 H 向後拉動,使彈簧緊張,就以此釘作為止釘,現置球或鉛筆於槽中,使接近滑輪夾,乃將此止釘下抽,驟然將彈簧釋放,物體即藉其彈力而運動。

13. 現將彈簧再拉長二孔,則物體投出愈遠,由此可見彈簧伸張愈長,則發出的力愈強。

14*我們先用直徑 1 至 2 毫米(Millimetre)粗的鐵絲,彎成一重錘 P_3 ,用的雙鉤置重錘於 B 的槽中,兩端各連一彈簧,緊握重錘,將一側的彈簧,引長一



圖 三

個孔,他側的彈簧引長二個孔,如斯,同時在相對的

方向,有二個不同的力,作用於重錘上,錘一經釋放,立即向力量較強的一方移動(圖三).

15. 錘停止於何處?他並不完全跟着較強的力走去,因以前力量較弱的彈簧,現在亦被引長至若干程度,以至相對的二力,成爲平衡,一物體受相對的二力牽曳,非至二力平衡,不能靜止

16. 二童拔河,雖兩方各以全力拉着,而繩不移向任何一方時,即二童的力量,恰正相等.

17. 現不用肌力,而代以其他互相牽曳的二力,即引力與彈簧的彈力是因前者永遠趨向地球的中心,即永遠向下垂直作用,須將彈簧掛着,以便向上垂直牽曳.

木柱 A 垂直插入臺板 G 的孔中,彈簧與滑輪夾,用支持針 S 附着於木柱的上端,彈簧的下端,游移在滑輪夾的刻度上,以作指針,縛一繩於彈簧的下端,自滑輪夾的孔中穿過,在游離端上,打成一小圈,在此繩上

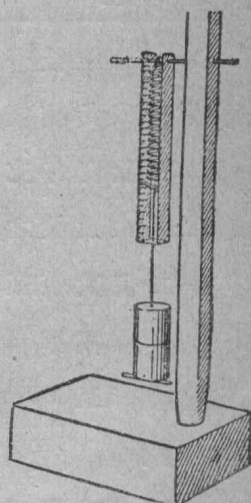


圖 四

* 見設計者言末後第三段。