

553270

33
4458
T. 1

科學圖書大庫

那惠物理實驗指導

(第一冊)

譯者 黃振麟

成都科學技術大學圖書館
藏本館

徐氏基金會出版

553270

33
4450
T. 1

33
4450
T. 1

科學圖書大庫

那惠物理實驗指導

33
4450
T. 1

(第一冊)

譯者 黃振麟

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年二月二十八日再版

那惠物理實驗指導 I

基本定價 1.80

譯者 黃振麟 國立台灣大學教授兼物理系主任

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話9719739

譯 序

近年來科學發展極為迅速，學生應予學習的事物，隨之急遽增加。昔日屬於研究所課程者，現在多須在大學部學習；昔日在大學部講授的學識，今日已見於中學課程中。至於日常生活中有關於科學發明者，比比皆是。為適應生存於此日新月異的科學環境，作為國小或國中的學生，亦必須有充沛廣泛的科學常識。為配合時代要求，各先進國家對自然科學的教材、教法皆殫精竭慮，悉力研究。

對中學物理課程已有研究成果者，在美國有 PSSC 物理 (Physical Science Study Committee)，IPS 物理 (Introductory Physical Science)，及 EOCIP 物理 (Engineering Concepts Curriculum Project)。其中 PSSC 物理為我國高中所採用，已閱五年多。IPS 物理乃屬於 PSSC 物理的初中部份，內容將物理、化學的基礎部份混合為一體，作為 PSSC 物理的前奏。我國國民中學物理課程修訂委員會原擬以此為藍本，但經一再研討，發現不適合我國國情。美國義務教育共十二年，一般學生最低教育以高中為準，初高中物理成一貫性。IPS 物理階段，僅培養基礎觀念、訓練學習方法及實驗技術，作為高中 PSSC 物理的預習而已，尤其對力、聲、光、電學各節更無一語談及。我國教育止於九年，學生畢業後多有輟學就業者，如採用 IPS 物理，則物理一科等於未學，以之接觸日常事物殊嫌未足。

英國那惠基金會 (Nuffield Foundation) 於 1966 年頒行中學物理教材一套，期分五年，學童年齡相當於我國初三至高三。我國修訂委員會多次開會商討結果，認為那惠物理似頗適用。惟尚須考慮下列四點：(1) 須將供五年教學方案縮減為二年之用，(2) 分散於數處的同—教材 (例如，電學) 應集中於一處，(3) 須補充那惠方案中尚付闕如者 (例如：聲學、流體力學等)，(4) 須略述近代物理學梗概。經熟慮研判後，自那惠方案中酌予增刪節取，編行而成者乃為現行的國中物理教本。

台灣大學物理系留美同學關心國內物理教育者數人認為那惠方案的精神

宜多宣揚，將該方案中實驗指導共五本譯成中文，以便作為國中教師教導的參攷及學生（國中、高中）中對物理尤感興趣者之進修教材。本書與過去我國教材迥異，實驗重於誦書，啓發重於填鴨；即由學生自作實驗，從實驗結果自行建立基本觀念，導致有關之物理定律，以養成自動探索自然現象的興趣與能力，並排除舊式的強記事物及公式。那惠方案中尚有「問題」五冊，「教師指引」五冊；但須注意者，其中未述及之事物、公式、定律的部份（猶如我國課本中的課文者）。此點乃為那惠方案奧妙之所在，亦為今日先進國家物理教育的一大特徵。教師指引實為一鉅著，字數恐不止於實驗指導之五倍。譯者認為該書並非目前急需者，即對我國現行課本未必能發揮直接裨益。俟我國將全面採用那惠方案時，方譯成中文較適宜。但欲以一觀為快者不妨先購閱原書。（本省有影本出售。）

黃振麟 謹識

民國六十年十月

於台灣大學物理學系

前 言

這本書是早在 1962 年即開始工作之那惠科學教學計劃最初出版書籍之一。那時英國許多學校的老師及組織（其中蘇格蘭教育部及科學教育協會就如同現在一般是最引人注目的。）已注意到科學課程的革新並廣泛研究科學課題富於想像力之教學方法。那惠基金會之理事們認為這有很大的發展機會，他們於是設立一個科學教學計劃並分配大量的資金在其工作上。

第一個必須擔負起的問題是關於教次等的學校中的 O - 程度的物理、化學和生物學。以後這節日在小學內以及在次等的學校中不參加 O - 程度考試的班級內擴展成六種形式的科學教學。在所有這些節目裡，其主要目標是發展一些幫助老師以生動的，有刺激性的及智慧的方法說明科學。因為這工作是教師完成的，故這本書及其他各冊均屬於教學之一行。

這些書籍的出版端賴全心且無限合作的會員（大部份是來自各學校的老師。）；協助決定工作方向和目標的商議委員會；參加此書及其他各書之出版嚐試之一百七十個學校的老師；校長、地方權威，以及贊成其學校必須接受額外的負擔以推進此計劃之各管理理事會；以及貢獻好意見和實際幫助或作物資和金錢之慷慨贈與之其他許多人們和組織。

這課程發展之創始早已成爲科學教學一行之普通道具之程度，現行之書本應被認爲是連續過程中之產物，這是很重要的。將來所需之修正和更新將賴使用全套那惠程序和依從它的部份建議的人們之興趣和批評。由於其對此計劃之興趣，那惠基金會之理事們已企求作示範證明對課程之連續革新——在各科目——將是一個主要的教育目標。

Brian Young

那惠基金會之指導者。

一年級實驗

目 錄

物質與分子

1. 陳列	各種天然物與人造物，固體、液體與氣體之樣品..... 1
2a. 課堂實驗	物質的簡單分類..... 6
2b. 示範	真空瓶子之研究..... 8
2c. 課堂實驗	力的感覺..... 10
2d. 課堂實驗	磁鐵間作用力的感覺..... 11
3. 課堂與家庭實驗	晶體之撫摸..... 11
4. 課堂實驗	觀察晶體的迅速形成..... 12
5. 課堂與家庭實驗	明礬或硫酸銅晶體的成長..... 13
6. 示範	泡沫塑膠球做成的晶體模型..... 15
7. 課堂實驗	石礫在淺盤內堆積成的「晶體模型」..... 17
8. 示範	在木板上用塑膠球做出晶體成長的模型... 18
9. 示範	大晶體的劈裂性..... 20
10.	影片與照片..... 21
11a. 課堂實驗	晶體溶於水中..... 22
11b. 示範	食鹽溶於水中之體積變化..... 22
12a. 課堂實驗	用放大鏡與顯微鏡觀察物體..... 23
12b. 選做的額外課堂實驗	用顯微鏡觀察晶體的成長..... 24
12c. 選做的額外課堂實驗	觀察晶體..... 25
13. 課堂實驗	各塊固體的量度與稱重，一組大小相同的固體物質加上幾塊尺寸大小不同者..... 26
14. 課堂實驗	液體的稱重..... 27
15. 示範	自長方桶注入定量的水至量筒內，試驗量筒

	的準確度.....	30
16a.	示範	瓶子的抽真空.....
16b.	示範	抽機的作用.....
16c.	示範	空氣壓力的作用.....
17.	示範	首次嘗試稱空氣的重量.....
18.	示範	稱空氣的重量：將空氣灌入一容器內，然後將容器內的空氣放入水下另一量器內，以決定其體積.....
19.	課堂實驗	固體變成液體，液體變成氣體的例子.....
20a.	示範	固體二氧化碳變成氣體.....
20b.	課做示範	水至水蒸氣之體積變化.....

測量

21.	示範	簡單天平.....
22.	課堂實驗	微量天平的製造.....
23.	課堂實驗	以一疊紙製造微量天平的砝碼.....
24.	課堂與家庭實驗	以公分為單位量物體的長度.....
25.	課堂實驗	量一便上的厚度.....
26.	課堂實驗	量一張紙的厚度.....
27.	選做的課堂實驗	量鋁箔的厚度.....
28.	課堂實驗	用米制單位測量長度的練習.....
29.	課堂實驗	估計量度.....
30a.	課堂實驗	時間間隔的量度.....
30b.	示範	重單擺的時間間隔.....
31.	示範	用計數器介紹統計學.....
32a.	課堂實驗	經驗的方法：由觀察研究導出槓桿定律.....
32b.	示範	用磅秤板稱兒童的體重.....

彈簧與彈性

33a.	課堂實驗	自製銅線彈簧的研究.....
33b.	課堂實驗	鋼彈簧的研究.....
34.	示範	繪圖板.....
35.	示範	物質的伸長與壓縮.....

36. 示範
37. 課堂實驗

向線之位置，屈服與斷裂……………74
細鋼線之伸長……………77

壓力

38. 短時間的課步實驗
39a. 示範
39b. 課堂實驗
39c. 課堂實驗
40. 課堂實驗
41. 示範
42. 示範
43. 課堂實驗
44. 示範
45. 示範
46a. 示範
46b. 示範
46c. 示範
46d. 選做的額外示範
46e. 選做的額外實驗
46f. 選做的額外實驗
47. 課堂實驗
48. 示範

利用尼龍注射器或自行車打氣筒來感覺空氣的彈性……………78
力學的討論……………79
力與力：將兩支大小不一的尼龍注射器聯在一起，由此感覺力的存在……………80
利用U形管之流體壓力計測量氣體供應源之壓力……………81
用一根8英尺長的U形管量肺壓……………82
利用充水之流體壓力計測量局部之氣體壓力，首先用兩管相等之流體壓力計，然後改用兩管不等者，最後改用兩管相差甚大者……………84
利用充水銀之U形管來測量肺壓，並與水柱式流體壓力計的結果相比較……………87
介紹巴登計測量肺壓……………89
將水銀柱U形流體壓力計一端之空氣抽出，由此顯示出大氣壓力……………91
一支氣壓計管，一端垂直插入水銀槽內，管內的空氣由另一端抽出……………92
簡單的氣壓計……………95
氣壓計傾斜的效果……………97
三管計管直徑不同之比較……………98
三種不同試管之比較……………99
氣壓計水銀柱的重量……………101
充水之氣壓計……………101
水壓方向與強度之研究……………102
空氣的壓力……………104

動力論與分子

49. 課堂實驗

動力論：二維空間模型……………107

50.	課堂實驗	布朗運動模型.....	109
51.	示範	動力論：三維空間模型.....	109
52.	課堂實驗	布朗運動.....	112
53.	示範與課堂實驗	氣體分子運動的模型.....	114
54.	選做示範	礦顆粒於水中的布朗運動.....	116
55.	示範	固體內原子振動模型.....	116
56.	選做示範	氣體的擴散.....	117
57.	示範	過氧化氮於空氣中的擴散.....	119
58a.	示範	硫酸銅溶液於水中的擴散.....	120
58b.	示範	鉻酸鉀於膠水中的擴散.....	122
59.	示範	硫酸銅結晶於水中的擴散.....	123
60.	選做示範	溴氣於空氣中的擴散.....	124
61.	選做示範	溴於真空中之擴散.....	127
62.	示範	容器內分別注入石彈，豌豆與水之比較	129

分子之測量

63.	家庭實驗	表面張力之簡單實驗.....	130
64.	課堂實驗與示範	表面張力.....	132
65.	示範	表面張力：苯胺滴入水中.....	133
66.	課堂實驗	油膜實驗的介紹.....	135
67.	示範	油擴張的說明.....	138
68.	課堂實驗	用油膜估計分子的大小.....	138
69.	示範	測量方法與‘大小’的關係.....	144

能 量

70.	課堂實驗	做一些事情來討論‘工作’是否需要食物	
71.	圖表	體能，食物與活動需求量.....	149
72.	示範	用一塊磚介紹能量的數種形式.....	151
73.	示範	功的討論.....	156
74.	示範與課堂實驗	能量互換的例證.....	163
75a.	示範	由單擺的擺動說明能量的轉變.....	172
75b.	示範	由耦合擺說明能量的轉換.....	174
76.	課堂實驗	感覺地球的引力場.....	175

77.	示範	由蹺蹺板模型說明一個機器不可能增加能量	
78.	課堂實驗	滑輪系統的研究.....	176
79a.	示範	從沸騰的細頸瓶中噴出來的蒸氣來觀察凝結現象.....	178
79b.	選做示範	蒸氣噴射對火花的效應.....	180
80.	示範或課堂實驗	大燒瓶中的成雲.....	180
81.	示範	擴散式雲霧室.....	182
82.	課堂實驗	泰勒雲霧室.....	183
83.	示範	收集阿爾法質點及其它質點的軌跡照片	185
84.	選做的課堂實驗	閃爍器.....	186
85.	示範	火花計數器.....	186

物質與分子

1. 陳列

各種天然物與人造物，固體，液體與氣體之樣品

儀器

下面陳列之各項物品，在數星期內，可供學生們參觀與玩弄。

我們建議展出之物品至少應包括下列各項，當然，教師們毫無疑問地會將他們所有的其他物品加進去。

1. 物質箱（項目 1）內之各種物品。

鐵塊、銅塊、黃銅塊、鉛塊、軟木、硬木、石蠟、泡沫塑膠、Perspex、玻璃、石板、大理石。

2. 彈性物質箱（項目 2）內之各種物品。

橡皮、泡沫塑膠板、鋼彈簧、裸銅線。

3. 晶體箱（項目 3）內之各種物品。

明礬、硫代硫酸鈉、食鹽、洗濯蘇打（碳酸鈉）、硫酸銅、方解石、鑄鉛。

4. 其它物品

鉛彈、人造樹膠、花崗岩、玄武岩、石灰石、沙石、片麻岩、雲母、硫粉、石棉、絲、棉、毛、經過熱處理之塑膠板、夾板、紙、樟腦、彌爾敦（氯漂白粉）、加暹粉、洗濯肥皂、醋、橄欖油、膠、瀝青、粉筆、濕粘土、磚、陶器、熟石膏、油毛氈、鎢鋼鑽、小麥、麵粉。一隻瓶子裝填空氣，另一瓶子抽成真空，分別加以標籤“空氣與”真空”。（詳細情形見實驗 26）

5. 僅用於頭一、二大之物品

一隻氣球充滿空氣，一隻充煤氣或氫氣，另一隻充二氧化碳。（充氣的詳細情形，見下述）。

其他儀器

下列一些物品可放在陳列物品旁，以資學生們隨意的使用。

幾項槓桿天平

透鏡
塑膠量尺

項目 24
項目 25

橫桿天平不可用等臂天秤或化學天秤替代。它僅有一個秤盤。這些儀器日後均需使用，因此最好能在陳列物旁各放幾付。學生們能使用天平試驗物品，用透鏡檢視樣品，或用尺去量。

目的

陳列物品的目的，在於使孩子們能藉著觀察與玩弄的機會，熟悉各種不同性質之物品。有些樣品裝在瓶內，但是大多數樣品均是公開的，學生們能很容易地去接近它們。

注意

1. 樣品的大小並無嚴格的規定，不過爲了觀察與玩弄之便，顯然地，物品愈大愈好。
2. 以上所列之物質盡可能符合普通，自製的原則，學生們經驗範疇外的特殊化學物大可不用。
3. 氣味的感覺是很重要的，以上所列的物質中，有些具有極強烈的氣味。
4. 當教師覺得物品需要加以標籤時，製造廠最好能提供一組印好的標籤紙，膠水及其它物質。

氣球充氣指導

儀器

小氣球 3，顏色最好是相異的

吸氣器 1 (10 升者)

項目 523

橡皮塞 (底端直徑恰能塞住氣球頸部) 3

附有玻璃管之橡皮塞 2

聯結水龍頭之橡皮管

一筒二氧化碳

項目 19/1

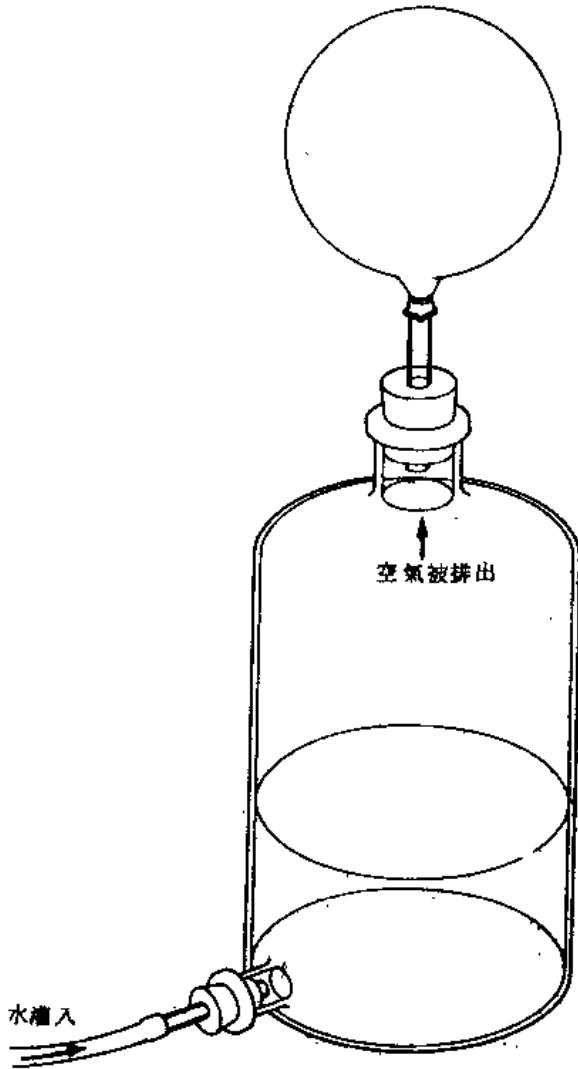
注意

1. 陳列之前，臨時將氣球充氣。氣球內的氣體特別是氫氣很容易自氣球

表面擴散。

2 氣球充氣前，最好先加工處理一番。先吹入少許空氣，用手指拉長使得各部份得以均勻伸張。這樣使得橡皮變軟，而且能吹出對稱的氣球

步驟

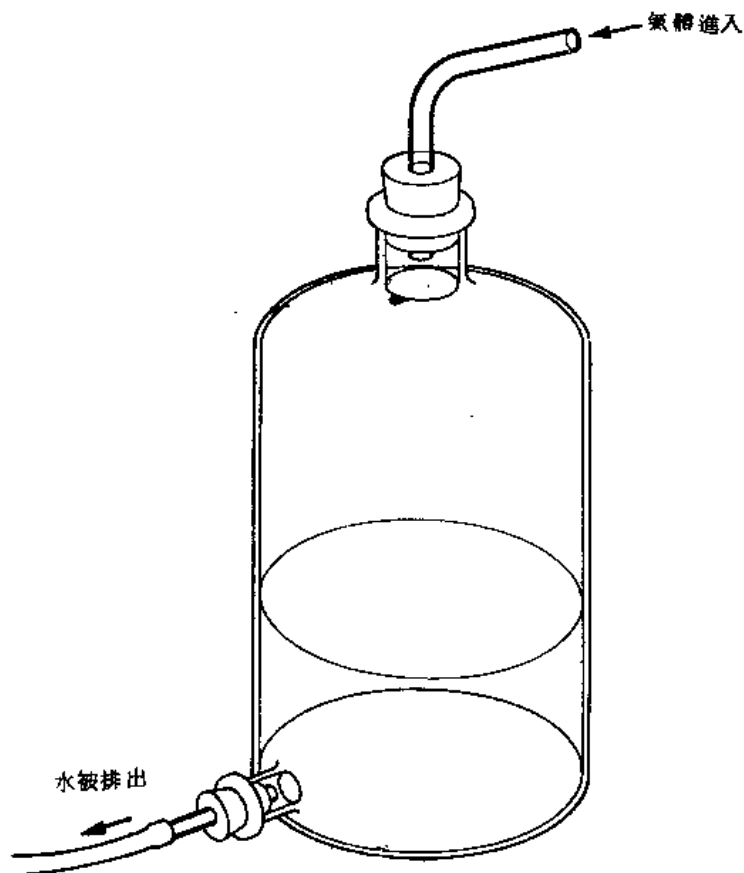


1. 充空氣

將氣球接至吸氣器的頂端。吸氣器較低之一端接至水龍頭，開始灌水。水取代了空氣的位置，而空氣進入氣球。氣球灌滿後，將其拿開塞入橡皮塞，或用繩綑緊，注意不可使空氣外逸。若有助手在旁幫忙，做起來就簡便多了。

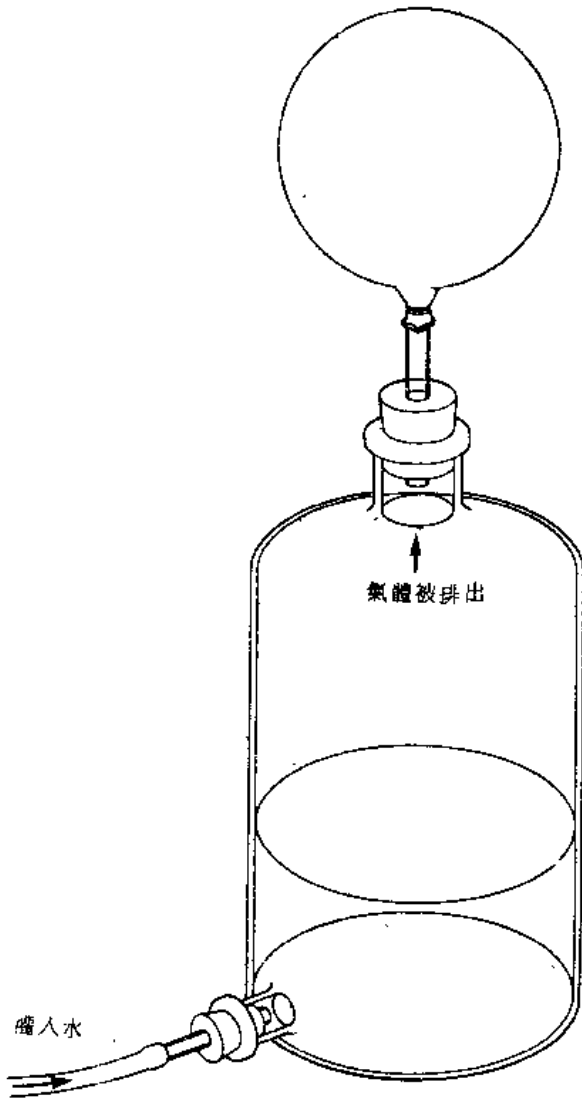
2 充二氧化碳與煤氣或氫氣

充氣的步驟與空氣相同。但是吸氣器內需先填充二氧化碳，煤氣或氫氣。



吸氣器內先灌滿水，頂端接至適當的氣體源（自二氧化碳桶內得到二氧化碳，自煤氣源得到煤氣，自化學系借來的適當儀器可得到氫氣）。氣體自吸氣器頂端進入時，瓶內的水旋即被排出。取掉氣體源，將氣球迅速接至吸

吸氣器頂端。然後將旁邊之橡皮管接至水龍頭，將易而得之氣體灌入氣球，此種氣體比煤氣輕，若儀器許可，可以嘗試著做。



氣球之重量

以下之重量僅為代表性的。

扁氣球與塞子	14.5 克
充滿空氣的氣球與塞子	14.8 克 (見下面說明)
充滿 CO_2 的氣球與塞子	19.3 克
充滿煤氣的氣球與塞子	8.0 克
充滿氫氣的氣球與塞子	55.0 克

充滿空氣的氣球比空氣球稍重 (雖然阿基米得原理並不預測有額外重量產生)，因為氣球內的空氣經壓縮後，密度比外界空氣稍大。在此，我們將二者的差異忽略不計，不再加以討論。

2a. 課堂實驗

物質的簡單分類

儀器

1 除了陳列時所用的物品外 (見實驗 1)，應再複製幾份，以供課堂上輪流檢視之用。下面列舉的物品，有的來自物質箱 (項目 1)，有的來自彈性物質箱 (項目 2)：

硬木	蠟	鐵
軟木	玻璃	黃銅
泡沫塑膠	石板	Perspex
鋁	鉛	大理石
泡沫橡膠	橡皮	

2 觀察分類的物品應包括結晶形與不定形粉末。晶體也是必要的。這些東西一部份裝於晶體箱 (項目 3) 內。

晶體

硫酸銅、蘇打、明礬、硫代硫酸鈉、方解石、石灰、糖 (咖啡用結晶)
結晶形粉末