

553269

科學圖書大庫

那惠物理實驗指導

(第二冊)

譯者 黃振麟



武昌大學圖書館

基本館藏

徐氏基金會出版

553269.
科學圖書大庫

4450
1. 2

33
445
下2

那惠物理實驗指導

(第二冊)

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 (II)

基本定價 1.60

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 15795 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 ECCP 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，發現不適於我國國情。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) 須略亦近代物理學梗概。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，實驗重於讀書，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。以後這節目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。

目 錄

力

1. 課堂實驗	彈性物質的研究	1
2. 示範	恒(動)力的例子	1
3a. 課堂實驗	應用槓桿說明力的轉動效應	3
3b. 課堂實驗	應用槓桿說明力的轉動效應	3
4. 示範	力的轉動效應	5
5. 選作示範	螺旋起重器	5
6. 示範	示範力的轉動效應的巨大鐘錶彈簧	6
7. 課堂實驗	磁鐵實驗	7
8. 示範	兩架裝有馬蹄形磁鐵的小車間的相斥作用	7
9. 示範	裝有緩衝彈簧的兩架小車的排斥力	8
10. 示範	靜電力的介紹	9
11. 示範或課堂實驗	由碰撞而產生的力：氣壓	10

電 路

12. 課堂實驗	一些簡單的電路	11
13a. 課堂實驗	電流的熱效應	14
13b. 課堂實驗	電流的磁效應	15
14. 課堂實驗	電流天平的介紹	16
15. 課堂實驗	從電路圖到電路	20
16. 課堂實驗	導體與電流	21
17a. 課堂實驗	安培計的使用	22
17b. 課堂實驗	開關的使用	24
18. 課堂實驗	使用安培計查看一個電路上每點的電	

19. 示範	流是否相同	26
20. 課堂實驗	水路的實驗	26
21. 課堂實驗	多加電阻的電路	27
22a. 選作課堂實驗 (燒銜)	熔化與溫度效應	31
22b. 選作課堂實驗 (燒銜)	各種尺寸和種類不同的電線的電阻研究	32
22c. 選作課堂實驗 (燒銜)	保險絲試驗	33
22d. 選作課堂實驗 (燒銜)	電路的研究	35
23. 課堂實驗	電路問題	40
	將伏特計導變為電池的計數器	41

電 流

24. 課堂實驗	液體的電傳導	43
25. 課堂實驗	鍍銅的簡介	45
26. 課堂實驗	將銅鍍到各種物體上	47
27. 示範	鉛樹	48
28. 示範	水的電解	49
29. 課堂實驗	以濕紙張示範電解	52
30. 示範	示範電火花能穿過空氣	53
31. 示範	示範在電場中的蠟燭火焰帶有正負離子	54
32. 示範	作為氣體導電例子的氖燈或螢光管	56
33. 示範	對電子束的觀察	57
34. 示範	陰極射線示波器	59
35. 示範	由電荷產生的力	61
36. 課堂實驗	探討電荷的實驗	62
37. 示範	以靜電起電機作實驗	64
38. 示範	移動的電荷和電流	68

其他的力

39. 示範	力的示範	71
40. 課堂實驗	肌肉對力的感覺	72
41. 課堂實驗	親身驗探用銅線自製的彈簧	73
42. 課堂實驗	彈性材料的彈力	75
43. 課堂實驗	肥皂膜的力	75

44.	示範	摩擦力 (固體)	76
45.	示範	自由落體與降落傘	78
46.	課堂實驗	流體摩擦	79
47.	課堂實驗	空氣阻力	81
48.	示範	粘滯介質內的流體摩擦	82
49.	示範	地球的拉力	83
50.	課堂實驗	刻度彈簧秤以供使用	84
51.	課堂實驗	刻度為牛頓單位的彈簧秤的使用	85
52.	學生示範	各種力的大小	85
53.	學生示範	感覺一磅物質的慣量	87
能 量			
54.	示範	負載間能量的轉變	87
55.	示範	提升負載的能量轉變	88
56.	示範	用滑輪提升負載時之能量轉變	90
57.	示範	位能轉變成動能，轉變成熱	92
58.	示範	位能轉變成動能—1	92
59.	示範	動能轉變成位能—2	94
60.	示範	位能與動能間能量轉變的更進一步示範	95
61.	示範	能量轉變的例子	98
62.	示範	輻射能	112
63.	課堂實驗	爬樓梯傳遞能量	113
64.	示範	電能的轉變	113
熱			
65.	課堂實驗	熱的量度	115
66.	課堂實驗	實驗導致比熱的概念和粗略估計鈾的 比熱	116
67.	示範	能量和電動馬達	117
68.	示範	槓桿和滑輪的示範以說明機械不能增 加能量	119
69.	課堂實驗	動能變成熱能	121
70.	課堂實驗	二維的動力模型	121

71. 課堂實驗	固體的膨脹	123
72. 課堂實驗	液體的膨脹	124
73, 74. 示範和課堂實驗	玻璃的破裂	124
75. 課堂實驗	熔化的觀測	126
76. 課堂實驗	沸騰現象的觀測	127
77. 示範	體積的改變：水變成蒸汽	128
78. 選作的實驗	水凝固後的膨脹	130
79. 課堂實驗	氣體膨脹的定性觀測	131
80. 課堂實驗	定體積加熱改變氣體的壓力	132
81. 示範	固體中原子振動的模型	133
82. 課堂實驗	液體和氣體的動力模型	134
83. 示範	氣體分子運動模型	135

熱 傳 播

84. 課堂實驗	導熱性的觀測	137
85. 選作的示範	英根—豪哲的導熱性儀器	138
86. 課堂實驗	液體的對流	139
87. 課堂實驗	試管中的對流	139
88. 示範	本生燈火焰中的對流	140
89. 課堂實驗	輻射的傳遞	140
90. 課堂實驗	熱輻射透過玻璃—1	143
91. 課堂實驗	熱輻射透過玻璃—2	144
92. 選作增加的實驗	岩鹽板的熱輻射吸收	144
93. 課堂實驗	由暗黑的與光滑的表面輻射熱的比較	144
94. 課堂實驗	本生燈火焰的輻射	146
95. 課堂實驗	以不同表面偵測熱輻射	147
96. 選作示範和課堂實驗	熱輻射的進一步實驗	150
97. 示範	光譜示範	151
附錄	示範示波器操作說明	154

1. 課堂實驗

彈性物質的研究

儀 器

- 一彈性材料組 項目 2
- 一百個可伸延的鋼彈簧，
- 16件作扭曲用的橡膠擦，
- 8 只寬的鋼製彈簧（4½吋×3吋直徑）
- 8 塊軟橡膠泡塊，
- 16段彈性線，
- 海綿狀的塑膠。普通橡皮圈。

實驗時，因為海綿狀塑膠容易損壞，所以每次作實驗時必須準備一些新的海綿狀塑膠。

步 驟

從彈性材料組中取出各種材料給學生們察看並體驗由彈性物質變形而引起的變力。

2. 示範

恒(動)力的例子

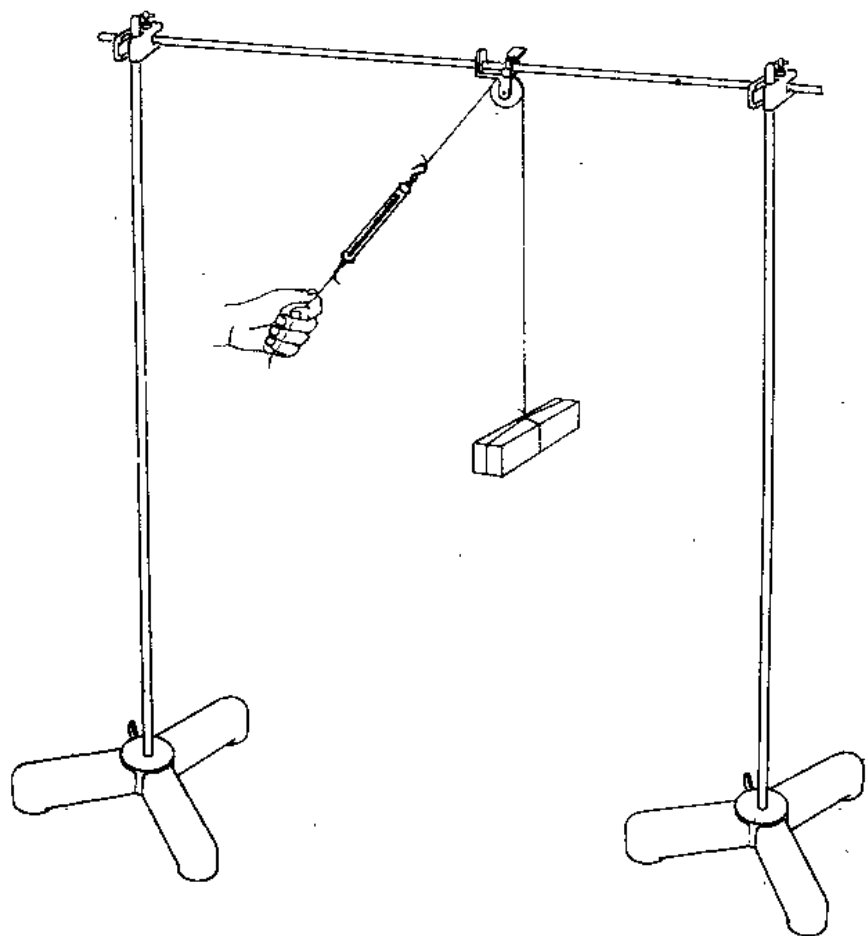
儀 器

- 一袋沙或一塊木頭（大約½公斤）
- 有夾子的單滑輪 項目 40
- 一支彈簧秤（1 公斤） 項目 43
- 3 個三角架 項目 503—504
- 3 個連接夾 項目 505
- 線段 項目 10A

步 驟

(a)在示範架上，用一根線繞過滑輪拉起一小袋沙或一木塊。讓學生自己拉及體驗無論線段是如何的長，力是否仍然一樣沒變化。(b)給那些對此實驗有懷疑的學生以一雙彈簧秤，令他用彈簧拉線。

2 那惠物理實驗指導(二)



注 意

如果在實驗室內的天花板上有木樑，能將滑輪固定在木樑上是最好不過的。這樣做可以使線留在滑輪上。將線繫在牆壁上的掛鉤，下次實驗時我們將會再用到。

3a. 課堂實驗

應用槓桿說明力的轉動效應

儀 器

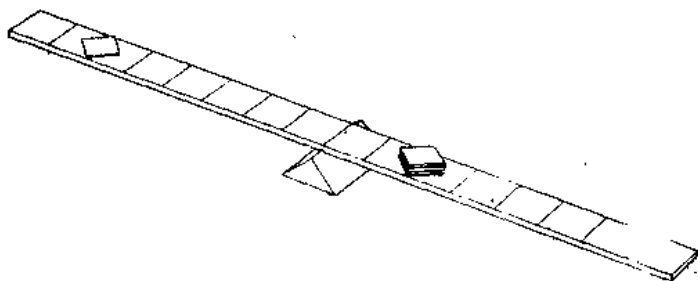
槓桿組

項目 5

本組實驗器材足夠供應學生兩人一組作實驗之用。

步 驟

用圖釘固定紙夾，上置槓桿，形如翹翹板，學生再調整支點位置使此空的翹翹板兩邊平衡。其次，將一單位重的負荷放在支點左邊一格處。再在另一端放另一單位重的負荷使槓桿達到平衡狀態。我們所用的負荷（供第一年級使用的）為方形金屬塊，方塊的對角線必須放在槓桿的刻劃上。讓學生在支點左端一格處漸漸加重負荷至二單位，三單位，四單位……等等。每次增加左端負荷時，慢慢移開右端的單位負荷來使槓桿達至平衡。



注 意

在此實驗中不需要準確的平衡。

3b. 課堂實驗

應用槓桿說明力的轉動效應

儀 器

項目 5

16個可伸延的鋼製彈簧

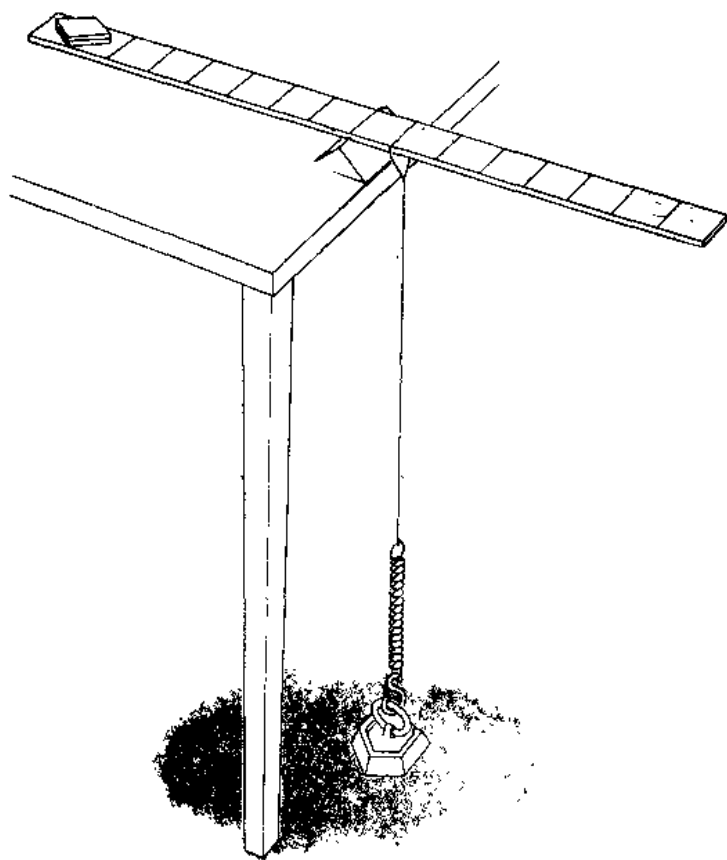
16個一公斤重的砝碼。

線段

項目 2A

項目 32

項目 10A



步 驟

依照前面實驗，學生應該用一彈簧代替槓桿左端的可變負荷。在彈簧的上端繫一線，將此線掛在槓桿左端一格的地方，我們這裡的彈簧應該是有點伸張，使到彈簧本身有少許的張力存在，彈簧的另一端繫在一放在地上的砝碼。爲了達到上述的目的，學生必須將翹翹板移到桌邊來，使得槓桿的左端突出在桌邊外。彈簧本身必須施一微弱的拉力使得槓桿失去平衡，

這樣我們必須在槓桿的右端移動單位重的負荷到槓桿上某處使槓桿恢復平衡狀態。如果槓桿僅僅高出桌面一點點，這樣則槓桿的傾斜度不大，如此彈簧本身的拉力實際上就相當於一常數。爲了確保獲得此彈簧的拉力常數性，彈簧的伸張程度必須比槓桿的傾斜度來得大，因此彈簧必須爲一彈力弱小的彈簧。教師必須示範給學生看如何來安排這實驗並要求學生測量槓桿平衡時彈簧的伸張拉力。

注 意

- (1)取一2米長的 swg, 26 的裸銅線 (項目2c) 繞在 $\frac{1}{4}$ 吋的夾縫釘上做成一適當的彈簧，作爲彈性物質組中鋼彈簧的代替品。此代替品必須以橡膠帶連接到槓桿和錨形砝碼上。
- (2)爲了調整彈簧中的張力，可以藉改變彈簧與槓桿或彈簧與錨形砝碼間的線長。小量的調整，可藉在地板與錨形砝碼間插入練習本的方法來調整。

4. 示範

力的轉動效應

儀 器

教室的門。

步 驟

以教室的門 (或碗櫃的門，或者有鉸鏈的窗門) 示範給學生們看以便說明力的轉動效應。先在門的邊緣推之，其次在靠近鉸鏈處推之，最後是在兩者的中間部份推之。然後比較各次的結果。教師和學生可以同時推一扇門，如教師推靠近鉸鏈的地方而學生推遠離鉸鏈的地方。

5. 選作示範

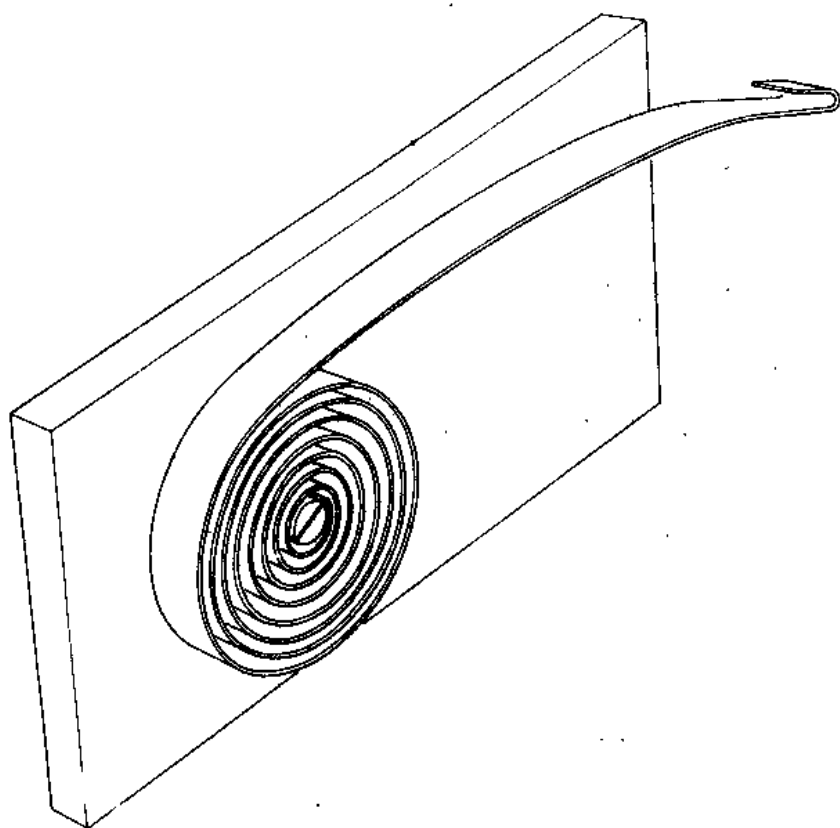
螺旋起重器

儀 器

一隻螺旋起重器如建築工人用來昇起樑木者，或者一隻有螺旋紋的輪椅 (如彈樂器用的凳子) 皆可。

步 驟

讓一位學生坐在螺旋起重器上並用手推動起重器之臂將自己本身昇起來。



6. 示範

示範力的轉動效應的巨大鐘錶彈簧

儀 器

一件大鐘錶彈簧

項目 57A

一個三角架，夾子及連接夾

項目 503 - 506

步 驟

在二年級的一般工作箱中有巨大的鐘錶彈簧條，而且已經固定在一塊木板的中央上，此板可用夾子垂直地固定在三角架上，以便宜於示範。在此彈簧的自由端不同處可放置負荷以便能看出扭曲效應。為了預防重物自彈簧上滑落，須要少量的塑型蠟。

7. 課堂實驗

磁鐵實驗

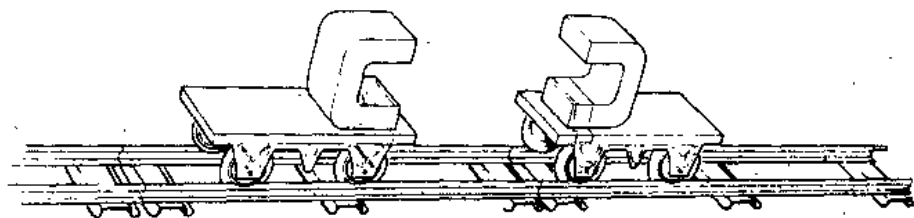
儀 器

32吋圓柱型磁鐵	項目 50/1
2塊馬蹄形磁鐵	項目 50/2
1塊 Eclipse Major磁鐵	項目 50/3
鐵屑若干	項目 555
鐵釘若干	
指南針若干個	項目 556

紙若干張

步 驟

(a)將磁鐵分佈到教室四週，令學生們自行研究之，學生們應該先作磁鐵與磁鐵間之實驗，然後用鐵釘和鐵屑與磁鐵作實驗，最後才用指南針。實驗時應該將指南針個別分給學生，因為若不是這樣將會使他們和早期的實驗結果分不清楚。(b)我們應該要有一塊可以放在教室中央桌子上讓學生們作實驗用的大磁鐵 (Eclipse Major)。



8. 示範

兩架裝有馬蹄形磁鐵的小車間的相斥作用

儀 器

5段鐵軌	項目 10R
------	--------