

科學圖書大庫

科學的方法

譯者 韓麗明

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

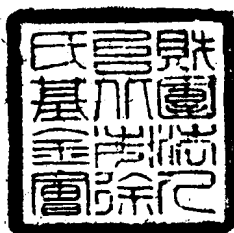
科學的方法

譯者 韓麗明

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

中華民國六十八年四月二十日初版

科學的方法

基本定價 3.20

譯者 韓麗明 台灣大學海洋研究所碩士

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

原 序

給教師們和學生們：這是一本配合初級科學教材—費雪工具箱 (Fisher kit) 的一本指引。一步步地跟隨著這裡所給予的指引，你可以做 120 個以上的體驗。這些不但教給你一些科學基本原則，同時給予你許多小時的享受。其中許多體驗，老師可交給每位學生或一小組學生操作。許多體驗可在家裡重覆操作；許多可以用於科學計畫。

小心不要弄破玻璃製品。在這工具箱中唯一可能使你受傷的是當你將玻璃管插入塞子。注意——濕潤塞子及玻璃管並將玻璃管以旋轉運動推進塞子。

這個箱子和其內容物為多年教導青年男女科學的經驗的結果。箱中的每一工具均有其位置，你應該將之保持在原位。你部分的工作是將器具取出、放回、清洗、備妥供下一位使用。小心地，大部分提供的材料都可持續使用多年，事實上所有的體驗都可以重覆地操作。

萬一你打破任何儀器，或你個人願意買其中幾件工具，你可以向第一頁所提之公司索取一份價目表。

這工具箱乃針對著物理學中熱學、光學、聲學、電學及力學所設計。你會發現許多會引發你的興趣，同時為你將來的科學方面的學習打下基礎。

如果你不全然了解何以某些體驗發生那些呈現的現象，不要灰心。只要繼續思考、閱讀、及做實驗。有一天它會有助於你發現周遭一般事物的道理。記住真正的科學家從不猜測。他永遠把問題訴諸儀器及工具。

你會在補充活動中找到做許多有趣的科學計畫的指示，但所需的材料卻不能在工具箱中找到。你可以向第一頁所提的公司訂購或在當地買。

這些體驗的選擇及實習順序均取決於教師的選擇。

譯者序

本書乃美國芝加哥一位資深高中教師 Mr. Fred H. Abell 爲中等學校學生編的一本實驗教材。其中所有“體認”所提示的原理，均爲該門學問中最基本的原理，主要的目的只在於使學生對某些紙上所談的原理有個親身的體驗，這也是譯者把“experience”一字譯爲“體驗”的原因。

誠如原序所言本書不但教給讀者一些原理同時給予許多小時的享受。譯者深祈本書能夠引起愛好自然科學的學生們動手操作，設計實驗的興趣，從而奠定對“科學”一詞的了解；絕不猜測，把問題訴諸實驗。

祝福各位讀者有個美好的體驗。

譯者 謹識

目錄

基本體驗

1. 如何“加工”玻璃管…………… 3
2. 顯示毛細管作用…………… 4
3. 另一顯示毛細管作用的方法…………… 5
4. 在水面上浮一根針…………… 6
5. 顯示“相”的變化…………… 7
6. 顯示分子在運動…………… 8
7. 熱可使玻璃破裂…………… 9
8. 使用彈簧秤…………… 10

有關生命科學的體驗

9. 如何顯示滲透…………… 13
10. 觀察發芽的種子…………… 14
11. 觀察麵包黴…………… 15
12. 你的身體時時放出潮濕…………… 16

有關空氣的體驗

13. 空氣佔有空間…………… 19
14. 顯示你如何呼吸…………… 20
15. 用麥管吸飲…………… 21
16. 空氣向上施壓…………… 22
17. 空氣向各方向施壓…………… 23
18. 虹吸…………… 24
19. 虹吸噴水…………… 25
20. 空氣給予移動物體阻力…………… 26
21. 空氣在部分真空狀態下膨脹… 27
22. 空氣會把煮硬的蛋壓進牛奶瓶 28

23. 使空氣中的水跑出來…………… 29
24. 空氣是乾的還是濕的？…………… 30
25. 水裡溶有空氣…………… 31
26. 流動空氣的效應…………… 32
27. 移動的氣流…………… 33

有關熱的體驗

28. 做一個空氣溫度計…………… 36
29. 核對你的溫度計…………… 37
30. 熱以傳導方式移動…………… 38
31. 找出空氣向那裡移動…………… 39
32. 熱使空氣膨脹…………… 40
33. 你能在紙盒裡燒開水嗎？…… 41
34. 熱使銅線膨脹…………… 42
35. 輻射計如何行使其作用…………… 43
36. 利用鐵環及鐵球顯示膨脹…… 44
37. 二金屬條…………… 45
38. 恆溫器的原理…………… 46
39. 熱空氣以對流方式移動…………… 47
40. 熱即為分子的運動…………… 48
41. 你能注意到聲音的速度？聽見回音？
42. 觀察聲音如何地振動…………… 50
43. 彈試管“風琴”…………… 51
44. 一些有關聲音的特技及體驗…… 52
45. 音叉的實驗…………… 53
46. 研究振動絃…………… 54
47. 做一個話筒，擴音器及喇叭形助聽器…………… 55

48. 線話筒.....	56
--------------	----

有關化學的體驗

49. 空氣支持了燃燒.....	59
50. 用石灰水試測二氧化碳.....	60
51. 燃燒的蠟燭釋出水蒸氣及二氧化碳.....	61
52. 空氣中部分是氧氣.....	62
53. 將一化合物分裂為兩元素.....	63
54. 燃燒鎂及鐵.....	64
55. 以鐵及硫做一個化合物.....	65
56. 如何分辨酸和鹼.....	66
57. 燃燒的必備條件.....	67

有關力學的體驗

58. 重 心.....	70
59. 碰撞球或動力的轉移.....	71
60. 滑動及滾動摩擦.....	72
61. 顯示不同的密度.....	73
62. 做一個神秘的潛艇.....	74
63. 使蛋浮在無腳杯的中間.....	75
64. 第一種槓桿.....	76
65. 第二種槓桿.....	77
66. 第三種槓桿.....	78
67. 斜 面.....	79
68. 固定單滑輪.....	80
69. 可動單滑輪.....	81
70. 讓滑輪提起更多重量.....	82
71. 螺 旋.....	83
72. 楔形物.....	84
73. 輪及軸.....	85
74. 以懸擺計時.....	86
75. 感受離心力.....	87
76. 一些有關慣性的體驗.....	88

有關光的體驗

77. 看有色的幽靈.....	91
78. 做一個看戲用望遠鏡.....	92
79. 天文望遠鏡.....	93
80. 如何利用三腳鏡.....	93
81. 以鏡片形成實像.....	94
82. 針孔形成一影像.....	95
83. 以鏡子研究光的反射.....	96
84. 光如何傳送.....	96
85. 一些鏡子的特技.....	97
86. 水看來好像弄彎了手指.....	98
87. 顯示顏色透過有色片如何表現.....	99
88. 找尋你眼睛的盲點.....	99
89. 使淺盤中的銅幣進入視像.....	100
90. 什麼使天空呈藍色或紅色.....	100
91. 混合顏色.....	101
92. 顯現彩虹社顏色.....	101

有關電的體驗

93. 什麼物質會被靜電所吸引.....	104
94. 更多有關靜電的體驗.....	105
95. 學習磁學.....	106
96. 斷路、通路和短路.....	117
97. 並聯和串聯電路.....	118
98. 做一個電磁石.....	119
99. 什麼使你的電鈴發生響聲.....	120
100. 用軟木塞及大頭針做電動馬達.....	121
101. 如何做阿貝爾微小動力馬達.....	122
102. 以化學反應產生電.....	124
103. 做一個錫質接收器.....	125
104. 做一個碳擴音器.....	126
105. 橫截磁力線產生電.....	127

有關天文學的體驗

106. 行星之舞.....	130
107. 一些太陽系的比例模型.....	130

有關健康的體驗

- 108. 測驗你的眼睛.....133
- 109. 測驗你的耳朵.....134
- 110. 測驗你的肺活量.....135
- 111. 研究你的牙齒.....136
- 112. 檢查你的腳及姿態.....137
- 113. 測驗你的心臟.....137
- 114. 保存健康記錄.....138

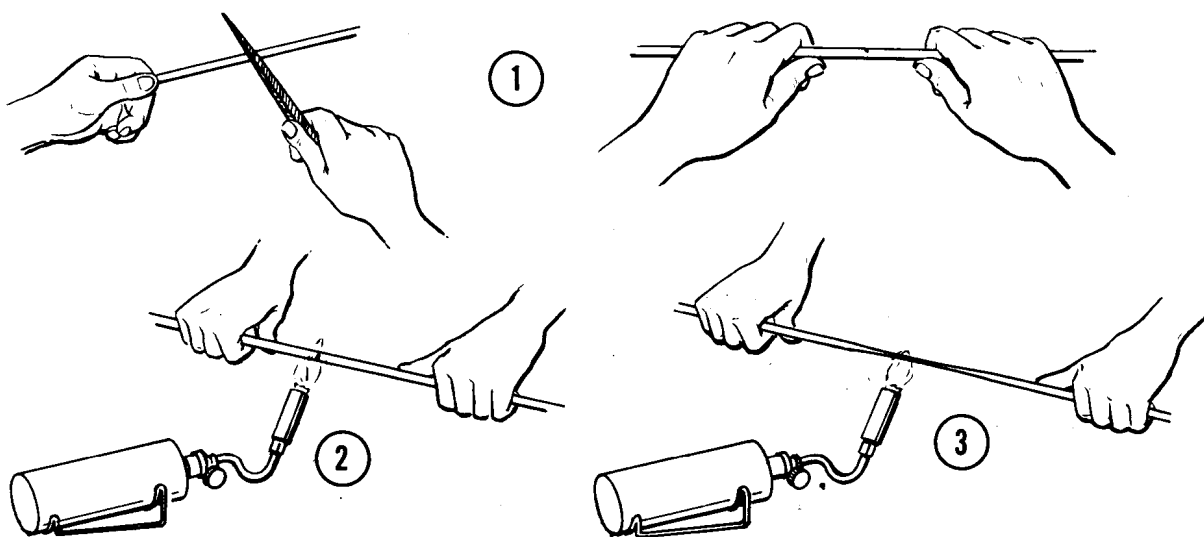
補充活動

- 115. 你應該知道的一些普通繩結...141
- 116. 使用鉛筆圓規.....142
- 117. 看些逗樂的影像.....143
- 118. 如何放大圖形.....143
- 119. 如何在玻璃上鑽孔.....144
- 120. 如何截下瓶底.....144
- 121. 如何做一個卡紙球.....144
- 122. 如何用卡紙做飛鏢.....145
- 123. 如何做彈弓.....145
- 124. 如何畫卵形.....145
- 125. 如何做一把木琴.....146
- 126. 做卡通.....146
- 127. 六個引火的方法.....147

- 128. 振盪中心.....148
- 129. 手動直升機.....148
- 130. 蒸氣渦輪.....148
- 131. 測定你所在的緯度.....149
- 132. 如何做日晷儀.....149
- 133. 如何做風鏢.....149
- 134. 一些顏色變化及其他化學特技150
- 135. 如何“增長”結晶體.....150
- 136. 看不見的字.....151
- 137. 大氣壓力會壓扁油漆罐.....151
- 138. 升起一汽球.....152
- 139. 如何做電擊線圈.....152
- 140. 某些門鈴線路.....153
- 141. 做一個適用於 110 伏特交流電的示
範用線圈.....154
- 142. 沖印快照相片的盒子.....154
- 143. 如何沖印快照相片.....155
- 144. 如何攝取人像.....156
- 145. 如何沖洗一捲膠片.....156
- 146. 壓力和摩擦.....157
- 147. 如何做晶體接收機.....157
- 148. 單管電池無線電.....158
- 149. 如何做 110 伏特的無線電接收器...
.....159

基本體驗

體驗 1 “如何“加工”玻璃管



需要：玻璃管

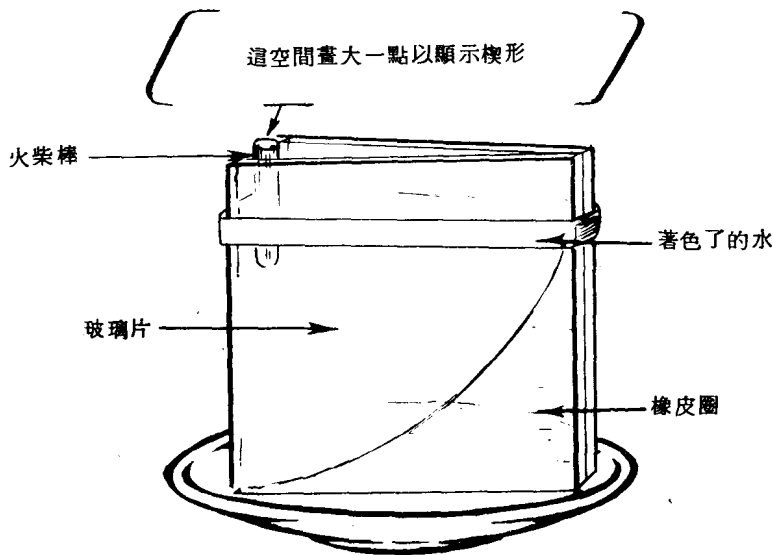
銼 刀

本生燈

方法：

1. 截斷玻璃管，放在桌子上並在你要它斷裂的地方用銼刀劃痕，然後拿在手上，大姆指放在劃痕的後方，將管子向後彎即可將之斷裂為二。
2. 火焰最熱的部分在內焰頂端的上面。在火焰最熱的部位加熱於玻璃管，不斷地轉動管子以使之均勻受熱。當管子已變軟則移離火焰並將之彎成所要的形狀。使管子放冷後再使用。
3. 做一個小管口，以方法 2 加熱管子。變軟時移離火焰，向兩端拉並在你所需管口大小的位置截斷之。此實驗有趣的一個事實是，管子多小它一定是中空。拉得越快管子越細小；將管口的一端放入水中然後吹氣，即可證明確為中空。
4. 假若截斷了的管子太鋒銳而可能割傷你的手，你可將其鋒銳的一端在火焰的最熱部位加熱以使之光滑。不斷地轉動之；玻璃很快地變軟同時鋒銳的邊緣就會變得圓滑。這就叫做火焰磨光法。

體驗 2 顯示毛細管作用



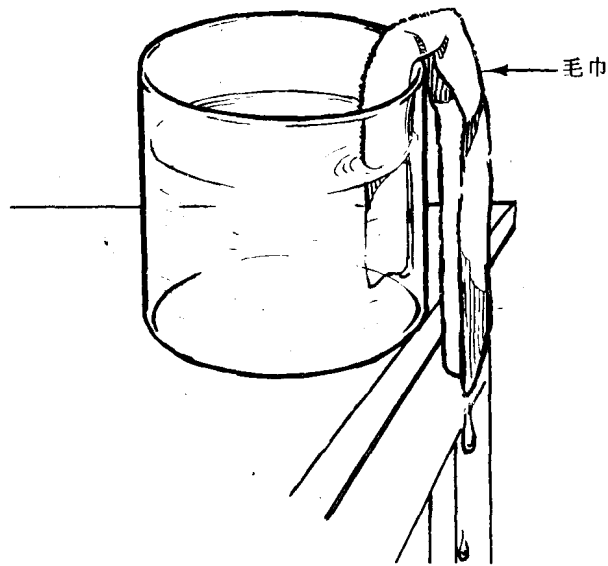
需要：兩個玻璃片
平盤或淺盤
橡皮帶或麻線
火柴棒
玻璃管

方法：

- (a) 1. 兩玻璃片的一邊夾上火柴棒，然後以橡皮帶或麻線將兩片玻璃綁在一起，以使之有一楔形開口，即兩玻璃片的一邊緊貼，而另一邊則以火柴棒將之分開。
2. 在平盤或淺盤內加入半吋深的水，再以數滴墨水著色。
3. 握住玻璃在水中的一端並注意水如何在玻璃間爬升。兩玻璃片愈接近水爬得愈高。
4. 如果你願意，可以用環支架（ring stand）及滴管夾來固定玻璃片。
- (b) 1. 握住玻璃管，另一端伸入著色的水中，並注意水會在管內爬升。假如你有不同口徑的管子，可注意到管子越細，水爬得越高。

你應該知道三個名辭：附着力乃不同物質粒子間的吸引力；例如，膠粘於木頭。內聚力為一物質粒子與其相同物質粒子間的吸引力。毛細管意為似毛的。細管子放入水中，玻璃與水間的吸引力會牽引水在管內爬升。

體驗3 另一顯示毛細管作用的方法



需要：玻璃缸

洗滌巾或毛巾

水

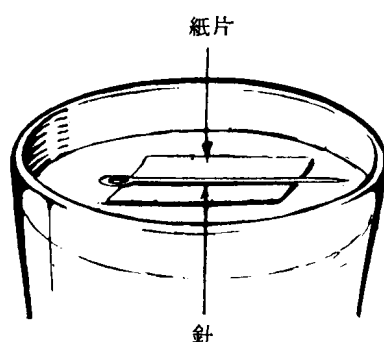
平盤或水桶

方法：

1. 玻璃缸中加水。弄濕毛巾或洗滌巾並將之掛於玻璃缸的邊緣，以使外面的一端低入或懸於一平盤或水桶的上方。
2. 白天時常地觀察之，如果可能，讓它過夜。

水藉毛細管作用爬升毛巾並滴到外面。這就是酒精燈的酒精順著燈蕊上升到火焰的方法，也是水攀升至植物根部的方法。

體驗4 在水面上浮一根針



需要：無腳杯

針

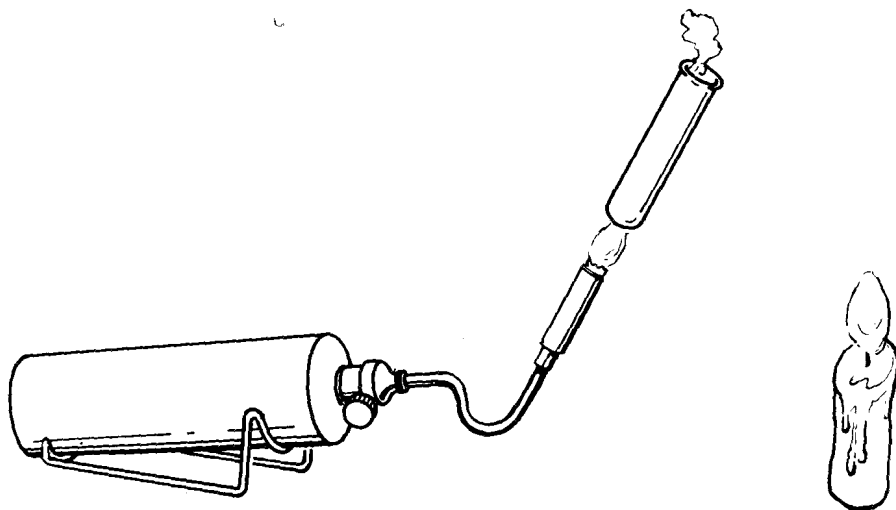
蠟紙

1. 無腳杯內裝水。
2. 針在鼻子上抹擦使之沾油。
3. 在水面上放一張小紙片並輕輕地放上一根針。很小心地將已浸濕的紙片壓離針。
4. 在蠟紙上滴水。水滴會形成小球。水滴會拖著尾巴這種想法是錯誤的。成滴的熔化的鉛從高處掉落水中會形成一完全的球形。這就是我們早期拓荒者用以製造槍彈的方法，而製造的場所即所知的製彈塔。

所有液體都像是有一層“表皮”。這“表皮”將針托於水面。假若你破壞此一表面張力，針會沉下去。這就是水上昆蟲之所以能夠在水面爬行的原因。

另一個經驗是，將無腳杯裝滿水而不致溢出後，非常小心地將銅板丟入無腳杯。強有力的表面層會“抓住”溢出的水。

體驗 5 顯示“相”的變化



需要：冰塊（如果可能取得）

如果不能取得冰塊則用蠟燭

試 管

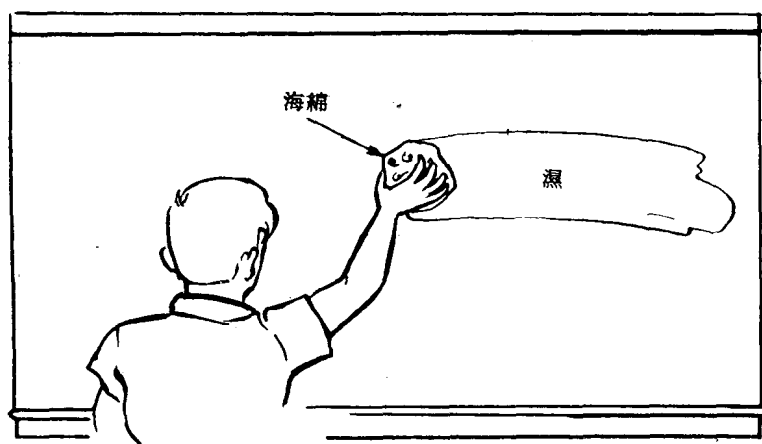
本生燈

試管架

方法：

- (a) 除了注意物理相（固態、液態或氣態）取決於溫度（及壓力）外，不需要做什麼就能體驗到這種變化，這實在是太普遍的體認。結晶體，如冰，這種變化在特定溫度下發生。注意，冰在室溫高於 32°F 時會溶化。（以火焰加熱盛有冰塊的試管會加速溶化）水在 212°F 時會沸騰並很快地轉變為不可見的氣體。我們通常所稱的蒸氣根本不是蒸氣，而是一些聚集的小水滴。假如它們是真正的蒸氣我們就看不到，因為蒸氣是看不到的氣體。
- (b) 假如沒有冰塊可用來顯示由固態轉變為液態的“相”變化，則點燃蠟燭並注意燃燒熱將固態蠟轉變為液態，液態蠟於是由於毛細管作用被吸入燭蕊，在此它又被轉為氣體，然後才被燃燒。

體驗 6 顯示分子在運動

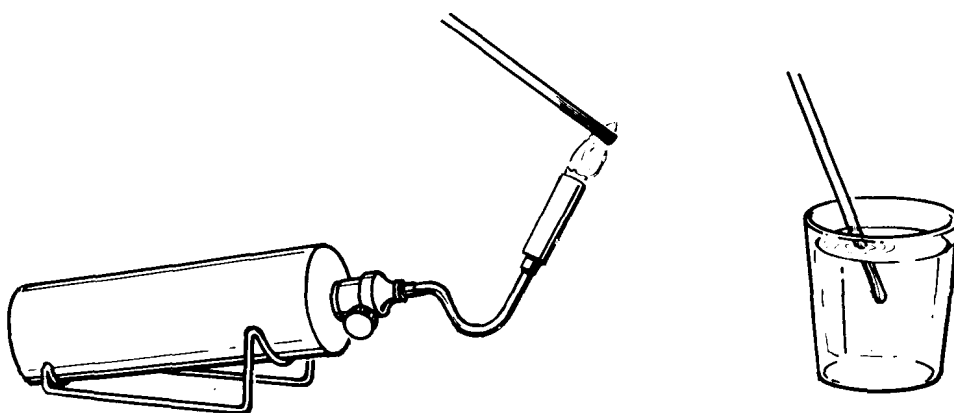


需要：水

方法：

1. 用手指頭或濕布或海綿沾濕黑板，很快地乾了並轉變為氣體或蒸氣。科學家說它蒸發了，同時相信乾了的唯一原因是，稱為分子的小水粒跳入了空氣中並從此不再復返。我們知道熱就是分子運動，假如我們將水加熱則分子移動更快，佔有更大的空間，並蒸發更快。
2. 大部份有關因熱而起的膨脹的經驗都用“膨脹因分子運動的增加所致”這個觀念來解釋。事實上，物體的“相”同樣依賴分子運動。假如分子在運動但多少都互相接觸則此物質為固態，但假若被加熱至分子運動快到僅相互地在周圍滑行則物質轉變為液態，再繼續加熱則分子互相跳開並進入大氣，於是轉為氣體。
3. 如前述般地沾濕黑板上的兩處。用硬紙板扇一處另一處則不管。你扇的一處會乾得快多了，衣物在有風的日子乾得快，因為流動的空氣將已飽和的一層空氣帶走並帶來乾空氣接觸濕的表面。

體驗7 熱可使玻璃破裂



需要：玻璃管

本生燈

冷水

方法：

1. 以本生燈加熱一段玻璃管的一端。
2. 將熱的一端放入冷水，它於是破裂為許多碎片。

由這個體驗得知，不能加熱大杯子否則它將破裂。厚玻璃弄太熱或弄太冷，則一個表面膨脹或收縮得遠快於另一面，於是它破裂或破碎。在薄玻璃的兩面逐漸加熱就不這麼容易破碎了。有些玻璃，如耐熱玻璃（pyrex）三角瓶及試管可忍受更多的熱，所以用耐熱玻璃製品時你就不需要那麼小心了。

大多數物質受熱膨脹遇冷收縮。假如果醬瓶蓋很難打開，在熱水龍頭下淋幾分鐘。熱會使蓋子膨脹，於是就很容易取下了。人行道上如果沒有裂痕，則在炎熱的夏天它將膨脹而致彎曲及破裂。電話及電線變軟所以下垂。冷天來臨時它們收縮並變短，它們不會斷裂為二。

水的凍結對冷縮這個事實而言是一個明顯的例外。略超於冰點，水即開始轉為結晶而佔有更多的空間。冷凍水的膨脹力可使水管破裂，破壞汽車冷卻器，如果我們在裡面留下水，使石頭破碎等等。