

掉電源，旋轉整個裝置，使得線圈與地球磁場(磁針)垂直。再連接電源，調整可變電阻，使得磁針剛好旋轉轉  $45^{\circ}$ ，記錄電流大小，利用線圈磁場公式，就可以計算出當地地球磁場水平分量是多少高斯。

這樣典型的磁場實驗，為什麼會受到大學生的熱烈喜愛？Stewart 教授認為，因為讓學生親自動手操作，透過地磁，讓他們對磁場有比較具體的感受與比較深的體會。

之前我們要學生測量的磁場大小，都是以地磁之倍數來呈現，現在就可以轉換成以高斯為單位，可以正式呈現磁場的測量值了。

## 拾壹、結語

磁學概念的教學與學習，雖然不像電壓等電學概念與分子概念那麼極端困難，但也屬於抽象難懂的概念。典型運用鐵粉來呈現磁力線的作法雖然不可或缺，但由於鐵粉受到磁鐵或電流磁場的磁化作用，可能變成像指南針的磁針一樣的強磁鐵，他們彼此之間複雜的交互作用，使得鐵粉好像可能根本沒有受到地球磁場的影響，形成符合理論值的漂亮磁力線圖，但其實對於理解磁場概念，並沒有非常大的幫助。

由於磁鐵之間的作用力和地磁，對學生來說不算非常困難理解，使得我們可以設計一個充份運用地球磁場的有效概念教學方案，來幫助學生繪製真正的磁力線圖，反而能真正幫助學生體會磁鐵和電流造成的磁場。雖然在運用這個磁學教學方案的初期，會讓教師和學生都覺得有些複雜而顯得困難，但動手實作一次後，對磁場就會有相當多的體會，進而逐漸進入順性循環，在接下來的磁學單元，乃至電磁感應，都會覺得輕鬆易學多了。

## 參考文獻

1. Guisasola, J., et al. (2004). Difficulties in learning the introductory magnetic field theory in the first years of university. *Science Education*. 88, 443-464.
2. Shipstone, D. (1985). Electricity in simple circuits. In Driver, R. (ed.) *Children's ideas in science*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
3. Shipstone, D. et al. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*. 10, 303-316.
4. Stewart, G.B. (2000). Measuring earth magnetic field simply. *The Physics Teacher*. 38, 113-114.

## 吸飲現象 概念改變探究活動示例

顧炳宏

國立彰化師範大學 科學教育研究所

### 壹、前言

針對大氣壓力概念之教學，已存在許多表現大氣壓力效果的實驗和活動(Gardner,

1999; Kazachkov, Kryuchkov, Willis, & Moore, 2006; Louviere, 1989; Shamsipour, 2006)。這些教學活動經常會使用水、杯子、氣球、寶特瓶、吸盤…等器材，藉以展現大氣壓力的效應。例如，用薄片壓住裝滿水的水杯，倒過來之後薄片和水卻不會灑落(Kazachkov, Kryuchkov, Willis, & Moore, 2006)；將塞入寶特瓶內的氣球吹大，開口的氣球竟不會消掉(Louviere, 1989; Shamsipour, 2006)；或者讓吸盤”黏”在平面上等，都是常見的可展示大氣壓力現象的活動。

身為物理教師者均瞭解，日常生活中關於用吸管「吸」飲料或溶液的動作，實際上也是屬於大氣壓力應用的一種現象。與此相關的實驗活動，通常是以水銀作為材料，甚為經典的托里切利實驗；或者如前所述，水杯倒放後薄片和水卻不會灑落的實驗活動。

不過，這些實驗距離學生的生活經驗仍有一段不小的距離。即使知道這些實驗的原理，似乎仍無法改變學生對於「吸」的概念的執著。耕耘於概念改變領域的教學研究者都理解，學生在自小成長過程中，會形成一些世界觀或理論，現今大多稱其為迷思概念(misconception)、另有概念(alternative conception)、或質樸概念(naïve conception)。這些理論或世界觀，在兒童解釋生活中的事件是非常強有力且管用的(Gardner, 1991)。學童本身並不會察覺到這些理論的存在，而在正規課室教育這些理論就會被忽略。然而，這些理論並不會消失，而是在離開正規教育的環境時，其主導學生認識事物的威力才會再次出現。也就是說，只有辨認出這些理論或世界觀，正面向它們挑戰，兒童才有可能發覺這些不甚正確的觀念，發覺它們在何種情況下可能失效。以前述的實驗為例，瞭解為何薄片和水不會灑落，或者大氣壓力可以提供相當於 76 公分水銀柱的壓力，並不會改

變學生用「吸」的概念去解釋生活中隨處可見的吸飲動作。唯一的方式就是，正面挑戰學生的觀念，促使學生發覺「吸」的概念可能失效的狀況，而願意採用新的、較為正確的科學理論。

植此，此教學示例即在展示數個互相連結、有結構性的探究導向活動。研究者試圖搭建出一個接一個、循序漸進引導的活動，逐步挑戰學生的觀念。藉由學生主動觀察、討論與解釋的過程，促使學生發覺本身的迷思概念及其可能失效的狀況，而學習到並願意採用新的、較為正確的科學理論。

## 貳、教學活動設計

### 活動一：

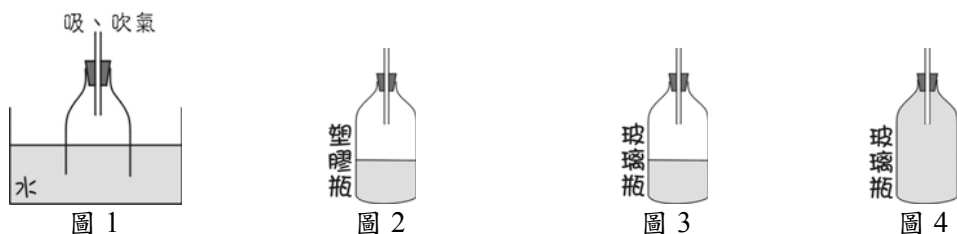
將切半的寶特瓶局部浸入水槽中，如圖 1。請學生在管口處吸氣和吹氣，這時瓶內的水位會有升降的現象；讓學生描述其觀察到何種現象，並根據他們討論的結果解釋關於前述現象的成因。

### 活動二：

將寶特瓶盛水半滿，如圖 2，並使瓶內空心管的管口離開水面些許距離。請學生預測可否吸到瓶內的水，並解釋其想法。接著，經由試驗的結果，學生將發現在「吸」的過程中，瓶身將逐漸壓縮並可以將水「吸」上來。請學生描述其觀察到的現象，並根據他們討論的結果解釋關於前述現象的成因。最後，請學生針對圖 1 與圖 2 的關聯性，同樣進行討論與解釋。

### 活動三：

將活動二的寶特瓶置換成玻璃瓶，如圖 3。同樣再請學生預測可否吸到瓶內的水，並



解釋其想法。接著，學生將經由「吸」的試驗結果發現，這次將無法將水「吸」上來。請學生描述其觀察到的現象，並根據他們討論的結果解釋關於本次實驗現象的成因。最後，請學生針對圖 1、圖 2 以及圖 3 的關聯性，同樣進行討論與解釋。

#### 活動四：

對於依然不願改變其另有概念的學生來說，活動三無法吸到水的原因可能是因為瓶中的玻璃管並沒有碰到水面或插入水中。所以，本活動即設計將玻璃瓶裝滿水，如圖 4。與上述活動進程序均相似，先請同學預測並解釋，再針對試驗結果討論與修正其理論。

#### 活動五：

本活動完全屬於「概念應用」之性質。

目的在促使學生可以綜合前面所學，將這些學習遷移到對日常生活鋁箔包或飲料罐吸飲現象的理解。

活動一開始，先詢問學生認為其平常用吸管「吸」鋁箔包中的飲料時，可能有幾種大略的情況。之後，再請他們根據圖 5 中的 6 個圖例，討論並找出符合其原理的示意圖。

以本教學設計進行教學，從一連串活動施行的過程中可觀察到，學生經常發生其解釋與事實結果不符的狀況，亦即，這些活動確實可以使學生不斷地處於認知衝突的情境中。研究者針對學生在進行活動時，可能產生的解釋和認知衝突，以及對教師的教學建議描述於下：

#### 活動一：

瓶中液面隨著吸、吹氣之動作而有上升

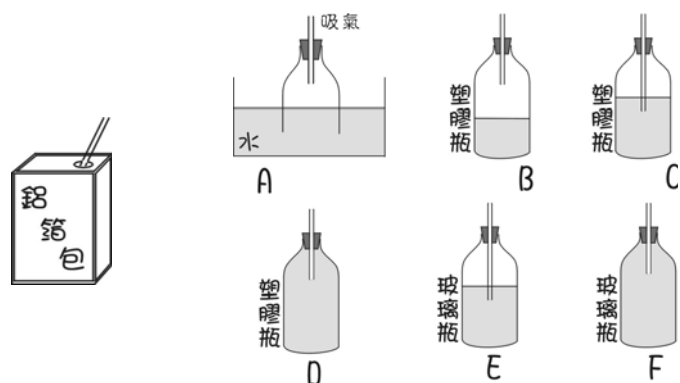


圖 5：鋁箔包飲料吸飲原理及相關示意圖

與下降的現象。學生可能會認為，這是因為他們將瓶中空氣「吸」走，瓶中空氣減少才連帶將水面也「吸」上來。此時教師暫時不需糾正這樣的想法，留待後面作為產生認知衝突之伏筆。

### 活動二：

對於瓶身會隨著「吸」的動作不斷凹陷的情況，學生可能依舊認為是他們將瓶中空氣「吸」走，連帶將水也「吸」上來。老師同樣暫時不需糾正這樣的想法，只需請學生比較圖 1 和圖 2 之間的關係即可。

### 活動三：

將瓶身換成玻璃瓶的結果，將使得學生無法再將水「吸」上來，同時瓶身也再沒有凹陷之現象。此活動已初步造成其發覺自己的解釋說不通的矛盾窘境，但對於仍不願放棄其另有概念的學生而言，他們的回答仍可能是：因為瓶中的玻璃管並沒有碰到水面或插入水中。老師可以再進一步請學生比較圖 1、圖 2 和圖 3 的關係，聆聽學生的解釋後，再進行活動四。

### 活動四：

大致而言，進行到活動四之後，學生心中的認知衝突應已大幅增加，而使其不得不改變原先的迷思概念，瞭解：如果沒有外面的大氣壓力協助，僅靠自己再如何「吸」，也只是徒然浪費力氣而已。此時教師就可以再引導學生回顧先前的活動，是否均可以用新觀念，即內外大氣壓力差，去解釋先前所有的現象。

除了迫使學生改變其原本不甚正確的想法之外，互相連結的活動本身也使得抽象的大氣壓力概念變的有趣且容易理解。教師在實際執行此教學活動之後，均認為學生經

由動手操作與討論的過程中表現出熱烈的反應，教室學習氣氛也變的活潑起來。

另外，為使活動的施行兼具流暢性與效果，研究者於器材製作的過程中亦總結了一些建議，簡述如下：

1. 過程中容器所盛裝的水，均可加入食用色素，使其容易觀察。
2. 應選用材質不至過於堅硬之塑膠瓶，以方便觀察到瓶身凹陷之現象為準。
3. 活動中所指空心管，不宜使用如橡皮管、塑膠吸管等容易變形之材料，而建議採用硬度較高如玻璃管之材質。
4. 瓶口使用尺寸合適的橡皮塞；且鑽孔時所使用鑽孔器之口徑，應稍小於空心管之外徑，以確保瓶口處均為密合而使空氣僅由空心管進出。

## 參、討論與結論

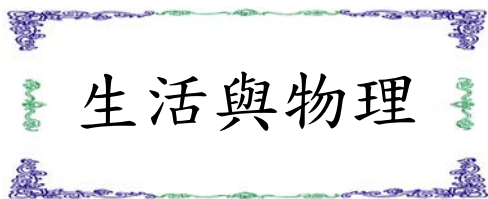
本教學活動設計，除了希望讓學生能對大氣壓力的感受更為具體之外，更重要的是企圖創造出使學生產生認知衝突之情境。如前所述，使用「吸」的觀念去解釋日常生活中的吸飲現象，對學生而言乃無往不利。欲使其願意採用新的、較為正確的科學理論，唯一的方式就是，正面挑戰學生的觀念，促使學生發覺「吸」的概念可能失效的狀況，而願意使用新的大氣壓力之概念，取代其舊有的迷思概念。除此之外，將這些教學活動做有效的組織與安排，使學生可以在其能力範圍內進行適當的探究與討論，亦是本教學活動設計的重要考量。

由教學的結果也顯示，從這樣的活動流程中，教師只需做一些引導性發問，多數學生均可以經由相互討論的過程中，自己就能作出對於各個實驗活動現象的解釋；亦即，學生有許多獨立思考的空間，而成爲一主動

的學習者。綜合前述，本教學活動設計與探究教學之精神應屬一致。

### 參考文獻

1. Gardner, H. (1991). *The unschooled mind: how children think and how schools should teach*. NY: BasicBooks.
2. Gardner, M. (1999). The jumping pencil. *The Physics Teacher*, 37, 178.
3. Kazachkov, A., Kryuchkov, D., Willis, C., & Moore, J. C. (2006). An atmospheric pressure ping-pong “ballmeter”. *The Physics Teacher*, 44, 492-495.
4. Louviere, J. P. (1989). The inscrutable, open-ended toy balloon. *The Physics Teacher*, 27, 195.
5. Shamsipour, G. (2006). Simple experiments for teaching air pressure. *The Physics Teacher*, 44, 576-577.



## 生活與物理

### 漩渦現象

#### -從颱風的形成與藤原效應談起-

吳添全

國立交通大學 電子物理系

日常生活裡有許多例子可以觀測到漩渦(Vortex)。最常發現的是水槽裡排水口在排水時會產生漩渦。其它像天然的大氣現象如龍捲風和颱風都是以漩渦的形態呈現。在台灣的夏季和秋季，總有好幾個颱風來臨並帶豪雨及強風。豪雨可帶來豐沛的雨量也是主要水資源的來源。強風伴隨大量的動能，十級風樹木便可被連根拔起。

颱風是影響台灣最劇烈的天氣系統，颱風通常發生在具有強大熱對流的熱帶海洋所形成的熱帶性低氣壓，此時高氣壓往低氣壓的方向流動再加上地球自轉的醞釀下，便形成逆時針方向旋轉的氣流(北半球)。颱風的結構具有螺旋狀的雲層，中心為無雲的颱風眼。熱帶氣旋在愈接近中心颱風眼的地方風速愈大，因此颱風的強度可依照中心風速的大小來判斷。豐沛的雨量也是颱風的特色，降雨是上升氣流的凝結作用，水氣的凝結會釋放大量的凝結熱。潛熱可增加氣流向中心聚合與上升運動的力量更增強颱風的結構。然而颱風遇上陸地後，水氣的供應變少了，再加上台灣的高山阻擋，颱風的結構很快的被破壞，但是往往背風面就會伴隨焚風的產生。

由於科技的進步與發展，許多颱風的走向都可以被準確的預測。我們可使用衛星與雷達所獲得大量資訊以電腦加以整理。學者也並運用熱力學及流體力學等物理的規律用電腦進行數值模擬。有了這些技術，學者可以依照雲層的大小、中心風速的大小、科氏力的作用等變因預測颱風的走向。因此氣象報導通常可以近乎準確地判定颱風的走向。

一般颱風多為向西或西北運動。這種大氣與海洋間交互作用下產生的颱風系統，仍然會因普羅萬千的種種原因而改變，尤其是有兩個颱風以上的形成。今年 11 月 20 號所