



水表面張力之教學省思-真的有所謂的「水平面」嗎?

陳正治、陳虹樺

國立科學工藝博物館 科技教育組
807 高雄市三民區九如一路 720 號

電郵：nelson@mail.nstm.gov.tw

電郵：irisnn@mail.ntsec.gov.tw

收稿日期：二零零九年十月四日(於十一月三十日再修定)

內容

- [摘要](#)
- [一、緣起](#)
- [二、研究對象及背景](#)
- [三、實驗設計](#)
- [肆、研究發現](#)
- [伍、結論與建議](#)
- [陸、參考文獻](#)

摘要

本研究為教學實務經驗的分享，筆者針對國小六年級學童設計五個實驗活動，透過動機導入、問題探索、實驗解惑及歸納心得等科學教學活動，帶領學童學習水的表面張力原理。透過以上的教學設計，可以發現當學生的先前概念與實驗結果相異時，會選擇相信實驗的結果，如再透過實驗競賽遊戲，更能加深其學習意願並激發其探究的動機。本探究活動即在提供國小學童，探索水平面的迷失概念及適切認識水表面張力的作用。

關鍵字：水平面、表面張力、動手實作、教學實務、迷失概念



一、緣起

在日常生活中表述一個完整平面時，常常會使用「水平面」來形容物體表面的平整性，但是，水的表面當真是平整的嗎？還是另有玄機呢？

筆者於高雄市新莊國小六年級分散式資優班中教授科學課，這個班級的科學課程非一般九年一貫自然與生活科技學習領域的課本知識，而是由學校外聘專業的科學師資擔任科學課的教師，課程內容也由授課教師自行設計。但一般講授式的教法對於學生科學學習而言，不管是引起興趣也好、學習效果也好，都是一種下下策，故鑑於此機會，筆者從學生學習的角度出發並配合自身善於帶實驗的能力，設計一系列實驗操作活動，透過讓學生親自動手體驗的方式來學習水的表面張力，並提出筆者的教學省思，供有志於此的研究同好及教師參考。

二、研究對象及背景

本研究以高雄市新莊國小六年級分散式資優班的 16 名學生為研究對象並隨機分成 4 組(按高雄市馬路名稱分為一心、二聖、三多及四維等 4 組)，進行認識水的表面張力現象之各式實驗。分組原則是組長自任、組員自選組別，倘人數與性別不平均，再進行抽籤辦理；另為瞭解學生對於「水平面」的先前概念，在第一個實驗活動前筆者讓各組學生進行兩個問題的討論，藉以觀察學生對下述問題的理解力，並且從而探索水表面張力的特性。第一個問題是：「是否真有所謂的『水平面』呢？」第二個問題是：「那水是軟的還是硬的？」以下為各組學生對於第一題的討論結果及理由：

一心：認為沒有；在地球有水平面是因為地球有地心引力，而外太空沒有。

二聖：認為沒有；第一，在一瓶水的水面上滴上水滴之後，用放大鏡看水是凹凸不平的；第二，用一杯水，一直加水，水會突出來；第三，地球是球體，水哪有可能是平面的。

三多：認為有；第一，水不是固體的，隨著不同容器，有不同的形狀；第二，有海平面，所以有水平面；第三，因為有地平線，所以有水平面。

四維：認為有；第一，瓶子內的水倒掉一些之後，水還是平的；第二，把水裝入一個瓶子內，將水加到滿就沒有水平面；沒加到滿就有；第三，將一瓶水搖晃時，就沒有水平面；靜止不動時就有水平面。

歸納學生對於第二個問題的回應，則有下列三種類型：

第一，水是軟的；因為摸起來軟軟的，可以放入不同形狀的容器內，水會反震，可以喝，可以洗澡，有表面張力等等。

第二，水是硬的；因為泳池畔禁止跳水，水刀，滴水穿石等等。

第三，有時軟、有時硬；因為水會打人。



因「水平面」相關知識並沒有在他們之前的課本出現過，從學生對於第一、二題的回答，可以瞭解學生對於「水平面」的先前概念是由學習過之相近的科學概念與日常生活經驗結合而推論得出，半數學生仍對於「水平面」的概念不甚瞭解。爲了幫學生解惑上述 2 個問題，筆者試著設計幾個實驗，讓學生親自動手操作及觀察，並與其先前回應的答案進行比較，以建構其科學探究的精神。

三、實驗設計

本研究爲讓學生瞭解「水平面」的真相，在實驗一與實驗二利用手掌、硬幣等物品，讓學生親自體驗物品與水接觸時，受力面積與水的作用力大小關係，讓學生奠下水的表面有「力」的這樣概念；接下來實驗三則透過不斷在水裡丟進的物體體積而增加水表面弧度大小的過程，讓學生對於水的表面張力有更進一步的體會；實驗四及實驗五則讓學生觀察不同高度的水面，水的表面形狀就會不同，而同一水面不同位置時，水的表面張力也會有所不同，進階地認識表面張力的特性。在實驗的設計內容，計分爲目的、教師提問、材料、操作方式、觀察紀錄與可能原因，分述如下：

1. 目的：以前述二活動前，各小組分歧的討論結果，設定一個本實驗欲達成的目的。
2. 教師提問：爲了達到設定目的，教師要提出一些問題讓學生進一步思考與討論。
3. 材料：接著提供實驗所需的材料，每一小組均使用相同材料進行實驗。
4. 操作方式：爲了避免有不同的解讀或隨興的實驗操作，教師暫以規範的方式指導學生實驗操作步驟。
5. 觀察紀錄：各小組學生雖有相同的實驗操作步驟，但每一小組所觀察到的現象，允許其不同的解讀與紀錄。當某一小組差觀察結果差異太大時，教師請其再操作一次，要求學生仔細觀察其操作方式是否與其它組別有異。
6. 可能原因：學生首先就其操作與觀察紀錄，討論並發表其可能的原因，教師再佐以科學理論與定理協助解惑。

實驗一：與水的親密接觸

- 3.1.1、目的：探究未何手掌快速拍水時會有痛的感覺，怎樣做比較不會痛
- 3.1.2、教師提問：用手掌快速拍水，會有怎樣的感覺呢？那改用手指垂直入水中時又如何呢？
- 3.1.3、材料：水桶（裝滿水）
- 3.1.4、操作方式：



- 3.1.4.1：快速地用截面積較大的手掌拍打水面時(如圖 1)
- 3.1.4.2：慢慢地用截面積較大的手掌放入水面時。
- 3.1.4.3：快速地用截面積較小的五隻手指垂直插入水面時 (如圖 2)
- 3.1.4.4：慢慢地用截面積較小的五隻手指垂直插入水面時。
- 3.1.5、觀察紀錄：手掌入水時，截面積越大、速度越快，痛的感覺也越明顯；反之，手指入水時截面積越小、較不會有痛的感覺。
- 3.1.6、可能原因：身體入水時截面積越大、速度越快，水作用於身體接觸部位的反作用力越大，痛的感覺也越明顯，反之，身體入水時截面積越小、速度越慢其反作用力越小，較不會有痛的感覺。



▲圖1：截面積大手掌擊水



▲圖2：截面積小手指擊水



實驗二：水花實驗實驗

3.2.1、目的：採用不同的方式將硬幣投入水中，觀察水花濺起的大小程度

3.2.2、老師提問：水花會因為投幣方式不同而產生不同形狀嗎？

3.2.3、材料：直尺、硬幣(1元、10元、50元各一)、水桶。

3.2.4、操作方式：

3.2.4.1：控制相同高度、相同硬幣，觀察硬幣平放或直放入水中時，水花濺起的大小。

3.2.4.2：控制相同的硬幣、相同的放法，觀察不同高度的硬幣放入水中時，水花濺起的大小。(圖3及圖4)

3.2.4.3：控制相同的高度、相同的放法，觀察不同重量硬幣放入水中時，水花濺起的大小。

3.2.5、觀察紀錄：平放(產生較大的截面積)、越高與越重的物體入水，產生的水花較大。

3.2.6、可能原因：這是因為物體撞及水面時，與水接觸的面積越大，或落水時速度越快，水的反作用力越大，激起的水花越大。



▲圖3: 投幣入水高度低



▲圖4: 投幣入水高度高

實驗三：水的包容度

3.3.1、目的：探究水表面張力對水表面的形狀作用

3.3.2、教師提問：裝滿水的杯子，還可以再投入幾枚迴紋針？

3.3.3、材料：膠杯、彩色迴紋針1盒、乾淨水、滴管

3.3.4、操作方式：



3.3.4.1：用滴管將乾淨的水徐徐注入杯內，直到水面呈鼓起凸面狀，且中央部份高出杯緣一些。

3.3.4.2：取迴紋針，順著杯緣，一根接一根，徐徐且直立地放入杯中(圖 5)。

3.3.5、觀察紀錄：裝滿杯子的水，還可以投入許多的迴紋針，但水仍舊不會溢出來。

3.3.6、可能原因：這是因為水分子與水分子間有一股內聚力，表現於外者即是水的表面張力，表面張力是一種物理效應，它使得液體的表面總是試圖獲得最小的、光滑的面積，就好像它是一層彈性的薄膜一樣，其原因是液體的表面總是試圖達到能量最低的狀態。

實驗四：水面大公開

3.4.1、目的：杯內水位高低不同時，水面外觀是否有異

3.4.2、教師提問：杯內不同高度的水位，會有怎樣水面呢？凹的？平的會凸的？

3.4.3、材料：膠杯、乾淨水、滴管、水平桌面、放大鏡(凸透鏡)

3.4.4、操作方式：

3.4.4.1：用滴管將乾淨的水徐徐注入杯內，直到水位高度大約至 8 分滿時。

3.4.4.2：請學生持放大鏡(凸透鏡)在杯子側面觀察水面形狀。

3.4.5、觀察紀錄：水面不再是永遠全面的水平，當水位比杯緣低時，僅中央部份呈現與水平桌面保持平行；杯緣處的水未呈現水平現象，而是往上拉引一些，與中央部位水面夾角大是 70 度。

3.4.6、可能原因：這是因為由於水與杯子內緣間接觸處，具有黏著力，因此，可以發現此處水與另類物體間之黏著力大於水本身內部的內聚力。荷葉上的水珠會呈現圓球狀，很明顯可以看出，水與荷葉間的黏著力，遠小於水分子本身內部的內聚力，因此可以清楚觀察到水的表面張力作用現象。

實驗五：水面浮針

3.5.1、目的：探究密度比水大的物體能否飄浮在水面上

3.5.2、教師提問：有無可能讓迴紋針飄浮在水面上

3.5.3、材料：膠杯、乾淨水、細繩 2 條、迴紋針、清潔濟(肥皂水)、滴管。

3.5.4、操作方式：

3.5.4.1：藉由兩條平行細繩協助，細繩一端黏在杯緣處，手持細繩另一端，將迴紋針輕放在細繩上面，待平穩後，再將細繩輕放在水面上。



3.5.4.2：待迴紋針飄浮在水面上時，再輕輕地將細繩往兩端外移。

3.5.4.3：滴入幾滴含清潔劑的溶液在迴紋針周圍液面上。

3.5.5、觀察紀錄：平放的迴紋針可以飄浮在乾淨的水面上，但卻會沉入滴有清潔劑的水面下

3.5.6、可能原因：水的表面張力不但具有一股抵抗外力的作用，並且會促使水的表面上物體盡量往外、往遠處移動。清潔劑很容易破壞水的表面張力。

肆、研究發現

本研究之實驗活動皆以先問答、後操作、最後總結的方式進行，透過 POE (預測 Predict、觀察 Observe、解釋 Explain) 的過程，加深學生的學習印象，在衝突中找尋科學的學習方式。

從實驗一到實驗五的過程中，可以發現學生對於自己本身的先前經驗與實驗結果造成衝突時，往往都是不可置信的表情，並且對於新發現充滿挑戰的精神。例如實驗三進行「水的包容度」時，學生會發現即使杯中已裝滿了水，但是投入越來越多迴紋針但水卻不會往外溢出時，學生的眼神表現出驚奇狀(圖 6)，並要求進行投入水中迴紋針數量的競賽。從孔恩(T. S. Kuhn,1970)的科學革命的結構一書的觀點，科學會持續不斷的發展，正是因為有許多異例的出現，對這些孩子來講，實驗的結果與預期的結果不相同時，他們選擇瞭解並挑戰之，顯示科學學習對他們來講並不是一門艱深難已入門的學問，也是筆者設計動手操作實驗的原意。



▲圖 5: 專注地將迴紋針投入水中



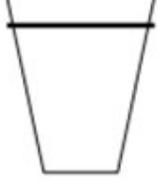
▲圖 6: 驚呼的表情盯著鼓起的水面

另外在實驗四活動「『水面』大公開」進行前，筆者首先提問：「各位都看過裝滿水的杯子，當繼續加入水時水面會呈現鼓起的形狀；那麼，當水位低於杯緣時(如 8 分滿)，試問，水面呈現怎樣呢？請選擇下列圖形 A 至 D 中的哪一項？」學生以舊經驗來判斷答案的統計結果如表 1，可以發現 16 位學生在前測時有半數的人選擇 (B)，但經觀察



後，他們會發現水面僅中央部位水平，因此在後測時所有的學生都改選（D），顯示學生大多數還是相信眼見為憑，對於國小學童學習科學原理原則時，五官可感覺到的經驗對他們來講仍是重要的學習過程。

表 1：不同水位時，側看水面形狀圖

					
說明	中間呈下凹	與桌面平行	上凸	四週上拉、中間水平	
選項	A	B	C	D	
實驗	前	1 人	8 人	3 人	4 人
	後	0 人	0 人	0 人	16 人

在實驗五「水面浮針」活動中，爲了讓學生更清楚觀察到水的表面張力也是一種力的現象，筆者首先示範將一枚迴紋針，輕輕地平放在兩條細繩上，再徐徐地放入 8 分滿水位的杯子中央(如圖 7)，貼近杯緣看，學生可以很清楚地看到迴紋針平躺在水面中央處(如圖 8)，且迴紋針與水面接觸點有些下陷。緊接著，請學生進行不同水位高度時，迴紋針因水的表面張力而飄浮在水面上的位置是否會改變。

學生觀察的結果是：當水面低於杯緣時，迴紋針可以靜待在水中央，但水面平於杯緣時，迴紋針會自動往外移動至杯緣處，當水位高於杯緣呈鼓起狀時，(外觀像似布丁狀)，水面中央處看似水平，但水位仍高於杯緣，迴紋針會自動由中央位置往外移動至杯緣處(如圖 9)，而當水位高於杯緣呈鼓起狀時，即使不用細繩，也可以輕易地將迴紋針平放在杯緣(如圖 10)，另外，即使用乾淨的牙籤將迴紋針拖曳至水面中央平坦處，迴紋針也會迅速地往外移動至杯緣處，最後，滴入一點點清潔劑在迴紋針附近時，他們可以發現迴紋針迅速沉入水中。



▲圖 7: 迴紋針放在兩細繩上鼓起的水面



▲圖 8: 水位低時，迴紋針靜待在水面中央



▲圖 9: 水位平於或高於杯緣時，迴紋針會往外移動



▲圖 10: 水位平於或高於杯緣時，平放迴紋針，亦可使其飄浮在水面上

伍、結論與建議

經由本實務課程教學與實驗活動，筆者歸納幾點結論：

- 一、學生擁有科學常識並不代表其科學知識就是正確的，特別是有不同見解時，藉由動手做實驗驗證，會比口頭講授的方式而言，效果較佳。
- 二、具競賽式的動手做實驗(如：本文中實驗三-水的包容度，比一比誰能投入最多的迴紋針)，可以強而有力地激發學生認真投入做實驗的熱忱。
- 三、「水平面」為口語化的說法，相對於微觀所見，可視為一個平面，但當水的面積極小時，因有表面張力的作用，故水表面呈現圓弧狀，在進行活動時，應將這樣的觀點帶入與學生討論。 本研

究亦提供幾點建議供教學同好者參考：

- 一、無論教學經驗豐富與否，分享彼此成功或失敗的經驗，均可互補增進有無。



二、水表面張力的存在，具有抵抗外力的作用，引導學生進行水漂比賽，具有娛樂效果、寓教於樂。

三、水池邊或泳池畔進行跳水活動，如胸腔平行快速接觸水面，會造成很大的身體傷害，改採身體垂直入水、雙手或雙腳刺破水面(如跳水選手)，比較不易受傷。

陸、參考文獻

- 一、黃湘武(2000)。水平面概念與水平面高度測量概念發展的相關性研究，科學教育學刊，8(2)，157-177。
- 二、丁信中等譯(2004)。促進理解之科學評量，Mintzes, Wandersee & Novak 等編著，心理出版社，台北。
- 三、Thomas S. Kuhn: The Structure of Scientific Revolution, Foundation of the Unity Science Vol . II, No. 2.