

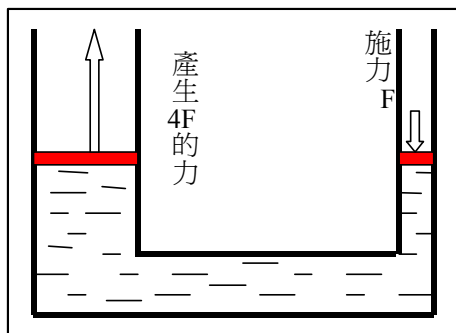
動手又動口的巴斯卡原理實驗

林瑞文

高雄市立左營國中

壹、前言

法國科學家、數學家巴斯卡(1623~1662)首先闡述巴斯卡原理(Pascal's principle)，指密閉容器中的靜止流體某一部分發生的壓力變化，可以傳遞至流體各部分之容器壁，一般以如圖(一)之液壓系統來解釋巴斯卡原理：在系統中的一個活塞上施加一定的壓力，可在另一個活塞上產生相同的壓力差，當左活塞的面積是右活塞的4倍時，於右活塞施力 F ，因兩個活塞上的壓力相等，所以將可在左活塞產生 $4F$ 的力，此液壓系統即具有「力的放大器」之功用。



圖一 巴斯卡原理

至九十三學年上學期為止，在已出爐的九年一貫課程「自然與生活科技領域」國中階段各版本課本中的理化教材，除了流體的巴斯卡原理外，其中所涉及的原

理、定律絕大部份都可在民國八十五年前的國中部編版理化課本中找到，然檢視民間各版課本中介紹巴斯卡原理的方式，都是以文字、圖片或公式加以呈現，最後再提到實際應用的例子，如汽車的起重機(事實上一般小汽車上換胎用的起重機是螺旋的運用)，但到底是怎樣運用的呢？編者就留給學生自行想像或讓教師自求多福了，為此，筆者介紹五個有關巴斯卡原理的實驗，供教師參考使用，以期學生在「動手又動口」的學習活動後能對此原理有深刻而正確的認識。

貳、實驗設計

一、適用年級：七、八年級

二、主要科學概念：壓力、巴斯卡原理

三、學生背景：已經了解壓力的意義

四、教學目標：

(一) 認知部份：學習巴斯卡原理並加以運用。

(二) 情意部份：能知道科學原理的運用，可為人類的生活產生助益。

(三) 技能部份：能善將施力端的面積縮小，以造成更大的施力效果。

五、所需時間：

巴斯卡原理說明	10 分鐘
實驗(1)	15 分鐘
實驗(2)	15 分鐘
實驗(3)	20 分鐘

實驗(4) 20 分鐘

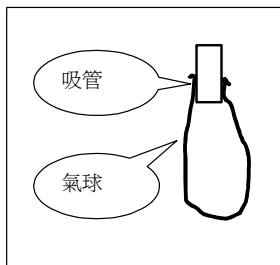
實驗(5) 20 分鐘

六、器材(每組 4-6 人、不含示範實驗)

大氣球(長約 11cm)	8 個
小氣球(長約 5.5cm)	8 個
珍珠奶茶吸管	2 支
杯水吸管(內徑約 3mm)	3 支
小垃圾袋	1 個
橡皮塞(中央插玻璃管)	1 個
橡皮管	約 20cm
600mL 寶特瓶	1 個
塑膠盆(38cm×31cm ×6cm)	2 個

七、教學流程與實驗步驟：

(一) 實驗(1)：如圖(二)所示，以同樣的氣球，讓學生比較套接珍珠奶茶吸管(5 cm)及較細的杯水用吸管(5 cm)時，吹脹氣球的難易程度是否有不同？



圖二

(二) 實驗(2)：教師先示範圖(三)的吹氣球動作，和學生討論為何常見有人這樣吹氣球，並要學生嘗試「正面、不拉長氣球吹氣」、「正面、拉長氣球吹氣」及如圖(三)「側面、拉長氣球吹氣」的動作，藉以判斷

影響吹脹氣球難易程度的因素。



圖三

(三) 實驗(3)：教師示範實驗

安全事項：實驗前先以膠帶貼滿玻璃羊奶瓶身，敲擊時先固定瓶身。

用膠帶貼滿羊奶瓶瓶身，如圖(四)所示，把軟木塞削到恰可以放入瓶口，第一次實驗時如圖(五)所示，將空羊奶瓶裝入透明塑膠袋中並綁緊袋口，再由教師用大鐵鎚由上而下敲擊軟木塞，第二次實驗時瓶內改裝滿水，之後用奇異筆把兩次實驗後瓶身裂開的痕跡畫出來，圖(六)為第一次實驗後的瓶子，可見到瓶頸因直接受敲擊而斷裂，圖(七)是第二次實驗的結果，由瓶子下方的裂痕可判斷是敲擊產生的壓力透過瓶內水的傳遞而使瓶身爆開，教師可藉此討論空氣和水受壓力時，體積壓縮程度不同。



圖四

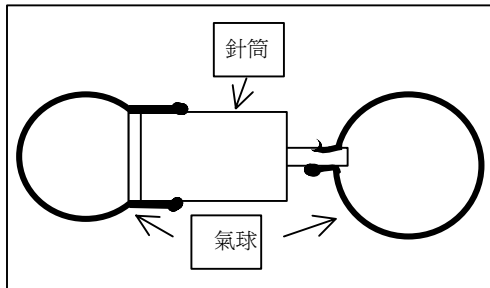
圖五



圖六

圖七

(四) 實驗(4)：將大塑膠針筒的底部凸出部份磨掉，讓氣球容易套上，如圖(八)所示，將兩個同規格的大氣球吹脹至最大體積的 2/3，再分別套在針筒兩端，最後使兩端氣體流通，讓學生以雙手手掌嘗試將氣球的氣體擠至另一側，看看壓哪一個氣球較容易成功。



圖八

(五) 實驗(5)：把小垃圾袋穿過已切下的寶特瓶環口，再塞上橡皮塞(中央插玻璃管)，實驗裝置如圖(九)，在上方的塑膠盆中放重物，請一人扶著塑膠盆讓它保持水平，開始向袋中吹氣，可以發覺實驗者真是「好大的口氣」，很輕易就可以吹起盆中十幾公斤重的物體，見圖(十)。



圖九 實驗裝置圖



圖十 吸氣撐起重物

八、教學指引

(一) 實驗(1)

一般體積愈小的氣球愈難吹，本實驗使用愈難吹脹的氣球愈好，同一氣球須在球內壓力到達同一定量時才會脹大，由壓力公式：

壓力 $P = (\text{施力 } F / \text{面積 } A)$ ，當 P 相同時，較細之吸管的管口面積 A 較小，所以人吹氣的施力 F 也可以小一些，珍珠奶茶吸管的截面積約為杯水吸管的 16 倍，所以學生用杯水的吸管較容易將氣球吹脹，若學生是國中男生，可以將兩種吸管分別插入兩個大氣球後一起放入口中吹氣，可以清楚看出插細吸管的大氣球易被吹脹，女同學常

無法直接將小氣球吹脹，讓她們嘗試藉著杯水吸管吹看看，小女(小學二年級)即是如此才能體會到吹脹氣球的喜悅，這正是此實驗設計原始靈感的來源。

(二) 實驗(2)

如圖(二)所示，常看見吹氣球的人總是習慣把氣球拉長、斜斜的吹，其作用有二，其一是因為氣球的橡膠被拉長後，彈性會減弱，這也是「氣球一旦被吹脹後，要再吹得更大會容易許多」的道理，教師可用此現象為例加以說明；另外因為斜拉讓進氣口變小，產生類似實驗(1)中小口徑吸管的功用，更容易將氣球吹脹。

(三) 實驗(3)

本實驗為了降低橡膠彈性不固定的干擾，應選用吹脹至最大體積 $2/3$ 的大氣球進行實驗，因為 70mL 大針筒粗細兩端截面積比值約為 53，壓圖(八)左端的氣球時，就像是用小口徑吸管吹氣球，所以容易成功讓氣球「左消右長」，反之則困難許多，有時甚至兩端氣體一貫通，針筒粗端的氣體就因氣球彈力擠壓，把氣體壓入另一側，而使看到氣球自動一消一長的現象。筆者在構思此實驗時，深受氣球彈性的干擾，惟個人一直抱持著「希望自己介紹的實驗，可以容易在中小學推廣」的想法，因氣球取得容易，學生對其十分熟悉，所以仍以氣球作為主要器材，教師在進行氣球實驗時，一定要注意本文中對氣球規格及吹脹程度的建議，方能順利完成實驗，例如圖(八)的裝置，若右邊的氣球吹脹程度比左邊小許多，因為吹得較小的氣

球彈力較強，可能會發生左邊氣球自動變大的情形。

(四) 實驗(4)

第一次實驗時因為空氣容易被壓縮，所以鐵鎚的力量直接作用在瓶口，造成有許多裂痕都在瓶子上半部，第二次裝滿水進行實驗，大鐵鎚敲擊的力量透過水傳到瓶身各處，瓶身的裂痕和空瓶實驗不同，學生或許會以為第二次也是鐵鎚直接把瓶子打破，讓學生戴手套檢視玻璃瓶碎片，可以看到羊奶瓶和軟木塞接觸的部位大部分是完整的，且裂痕的位置多位於瓶身稍下方的部位，由此可以判斷是鐵鎚敲擊的壓力透過水的傳遞，而將羊奶瓶擠爆。

(五) 實驗(5)

因為有些人不斷吹氣會頭昏，所以不應以競賽的方式進行此活動。幾年前台北某明星高中入學推甄理化試題曾要學生回答以垃圾袋將陷入水溝的汽車車輪撐起的方法，就是利用此原理，筆者的實驗裝置沒試過用來救車，倒是曾成功撐起一位身材中等的國三女生，除了以氣體代替液體外，此實驗直接運用起重機的原理，又深具戲劇效果，很能吸引學生的眼光，如果在教授巴斯卡原理前先秀一次，對引起學習動機會有很好效果。

九、學習單

實驗(1)：比較套接珍珠奶茶吸管(5cm)及較細的杯水用吸管(5cm)時，吹脹氣球的難易程度是否有不同？與同學討論造成此差別的原因。

實驗(2)：

a. 比較三種姿勢吹脹同一氣球的難易程度？

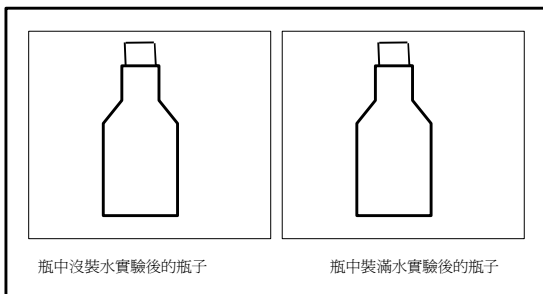
吹氣球的姿勢	「正面、不拉長氣球吹氣」	「正面、拉長氣球吹氣」	「斜向、拉長氣球吹」(如下圖)
難易程度			

b. 常看到有人這樣吹氣球，為何要如此呢？除了比較「帥」之外還有什麼秘密嗎？



實驗(3)：

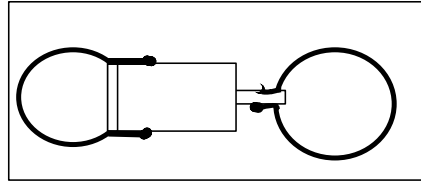
a. 老師進行實驗後，在下圖中畫出瓶子破裂的痕跡，並討論為何兩瓶的裂痕為何有差異？



b. 有同學認為兩個瓶子都是被老師的鐵鎚直接敲破的，根據觀察，你贊成這樣的說法嗎？理由又是什麼呢？和同組同學討論你的想法。
c. 你認為氣體和液體何者較易被壓縮？你是根據以上實驗的哪些現象來作判斷？

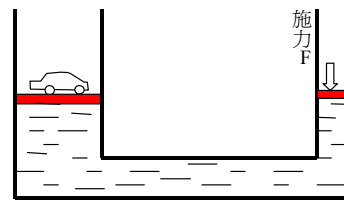
實驗(4)：

a. 實驗裝置如下圖，當兩氣球接通後，以雙手手掌分別嘗試將一個氣球的氣體壓至另一方，看看壓哪一個氣球較容易成功？原因是什麼呢？回頭看看實驗(1)，或許會得到一些線索。



實驗(5)：

a. 進行實驗的同學憑什麼有「那麼大的口氣」，可以將重物「吹起」，請運用「巴斯卡原理」加以解釋。
b. 下圖是液壓起重機的原理示意圖，這個實驗裝置和起重機有沒有什麼地方類似？



液壓起重機原理

參、參考資料

1. 瀧川洋二、吉村利明(民 91)：隨手可做的有趣科學實驗 II。台北縣：世茂出版社。
2. 國民中學自然與生活科技第二冊課本(民 92)。康軒文教事業股份有限公司：台北縣。
3. 國民中學自然與生活科技第一冊課本(民 92)。南一書局：台南市。