

作品名稱：掉不下的水

摘要

瓶子裝滿水後，用一片硬塑膠片蓋上，再整個倒置過來，放開支撐硬塑膠片的手，而水卻不會落下。藉此來探討有關大氣壓力和表面張力的作用之理論，並從實驗中可以得到驗證。我們研究的主題，為什麼杯內的水不會掉下來？水一定要裝滿嗎？硬塑膠片下可以垂吊重物嗎？硬塑膠片可以有破洞嗎？這種種的問題讓我們開始搜尋有關大氣壓力和表面張力的作用的理論，於是設計以下的實驗來探究，希望能夠對這一個問題能有深入的了解。

壹、研究動機

記得在學五年級自然與生活科技課力與運動這個單元時，老師介紹地球引力：地球對物體有一種吸引的力量。我們知道物體沒有支撐時，就會往下掉。這時老師做了一個實驗：「將廣口瓶裝滿水後，用一片玻璃片蓋上，再整個倒置過來，而水卻不會落下！」這個實驗令我感到十分神奇，到底是什麼力量在支撐水和玻璃片呢？

老師說是因為水往下壓力小於往上的大氣壓力，所以才有這種現象。這樣的說明無法解決我們的疑惑，於是我們請教老師設計以下的實驗來探究，希望能夠對這一個問題能有深入的了解。

貳、研究目的

- 一、認識大氣壓力、表面張力。
- 二、不同大小的容器裝滿水蓋上硬塑膠片後倒置，是否能支撐杯內的水。
- 三、容器內未裝滿水，不同水量，蓋上硬塑膠片後倒置，是否能支撐杯內的水。
- 四、不同材質當作蓋子，蓋上硬塑膠片後倒置，是否能支撐杯內的水。
- 五、有許多洞的網子當蓋片，倒置後是否能支撐杯內的水。
- 六、使用不同長度的硬自來水管裝滿水後倒置，蓋上硬塑膠片後倒置，是否能支撐杯內的水。
- 七、在硬塑膠片下吊重物來探討此裝置所能承受的重量。
- 八、大氣壓力和表面張力能夠承受多大的管子口徑。

參、研究設備及器材

器材：500ml 廣口瓶、塑膠瓶、500ml 燒杯、試管（直徑 15mm）、500ml 圓底燒瓶、250ml 錐形瓶、硬塑膠片、細電線、砝碼（10g）、硬塑膠自來水管（直徑 32mm）1 至 3m、細紗網、洗衣袋、軟木塞、橡皮筋、細毛細管（直徑 4mm）、中毛細管（直徑 5mm）、粗毛細管（直徑 8mm）、塑膠試管（直徑 15mm）、水。

工具：剪刀、水管鋸、大頭釘、長梯

肆、研究過程或方法

一、文獻探討：認識大氣壓力。空氣具有質量，且受到地球引力的作用，因此大氣壓力是由於大氣層的重量壓在地球表面上引起的。氣體比液體更容易流動而變形，大氣下層的氣體受到大氣上層氣體重量的壓迫而向四側擠壓，因此如同液體一樣，也呈現有向上的壓力和向側面的壓力。即大氣壓力並沒有特定的方向性，對其所接觸面的垂直方向上都施有壓力。

表面張力是種物理效應，使得液體表面總是獲得最小的、光滑的面積就像是一層彈性的薄膜。原因是液體的表面總是試圖達到能量最低的狀態。廣義的說：所有兩種不同物態的物質之間介面上的張力被稱為表面張力。

當我們觀察：「將廣口瓶裝滿水後，用一片塑膠蓋片蓋上，再整個倒置過來，而水卻不會落下。再將整個裝置傾斜 90 度，水依然不會落下。」這個實驗（如圖一、圖二），水和塑膠蓋片的重力往下，水和塑膠蓋片靜止不動，所以往上的大氣壓力應大於水和塑膠蓋片的重量。觀察廣口瓶和塑膠蓋片接觸的地方，水並未滲出，這就是水的表面張力的作用。



(圖一)






(圖二)

二、實驗一：不同大小的容器裝滿水蓋上硬塑膠片後倒置，是否能支撐杯內的水。

(一) 實驗過程：準備一些不同尺寸的玻璃容器，分別裝滿水量，並依杯口大小蓋上適合的硬塑膠片後倒置，觀察杯中的水的情形。

(二) 實驗結果：

容器種類	試管	錐形瓶	廣口瓶
水的情形	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落
照片			

容器種類	玻璃瓶	圓底燒瓶	燒杯
水的情形	保持不掉落	保持不掉落	無法支撐快速落下
照片			





實驗二：不同水量的杯子，蓋上硬塑膠片後倒置，是否能支撐杯內的水。

(一) 實驗過程：準備一些不同尺寸的玻璃容器，分別裝上四分之一、四分之二和四分之三水量，並依杯口大小蓋上適合的塑膠片後倒置，觀察杯中的水的情形。

(二) 實驗結果：

容器種類	試管	廣口瓶	圓底燒瓶	錐形瓶
四分之一水量	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落
照片				




容器種類	試管	廣口瓶	圓底燒瓶	錐形瓶
四分之二水量	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落
照片				

容器種類	試管	廣口瓶	圓底燒瓶	錐形瓶
四分之三水量	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落
照片				

實驗三：使用杯子裝滿水，不同材質當蓋片，是否能支撐杯內的水。

(一) 實驗過程：將各類紙張剪成廣口瓶口徑略大的圓，使用杯子裝滿水，分別以報紙、宣紙、衛生紙、色紙、影印紙和濾紙當蓋片，使用玻璃片協助倒置，觀察是否能支撐杯內的水。

(二) 實驗結果：




紙張種類	報紙	宣紙	衛生紙
結果	靜止不動，潮濕後急速掉落	靜止不動，潮濕後急速掉落	紙張破掉，快速落下
照片			

紙張種類	色紙	影印紙	濾紙
結果	靜止不動，潮濕後急速掉落	靜止不動，潮濕後急速掉落	靜止不動，潮濕後急速掉落
照片			

實驗四：使用試管裝滿水，採用有洞的網子當蓋片，是否能支撐杯內的水。

(一) 實驗過程：取一個試管，將試管放入水槽中，分別以細紗網、紗網、洗衣袋罩在管口，使用橡皮筋套住管口，注意網子與管口要緊密接和，不會凹凸不平。使用玻璃片協助倒置，將試管連同網子垂直拿出來，觀察試管裡的水是否流出？





(二) 實驗結果：




蓋片種類	細紗網	紗網	洗衣袋
結果	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落
照片			

實驗五：使用杯子裝滿水，塑膠蓋片垂吊砝碼，觀察所承載的重量。

(一) 實驗過程：使用剪刀將塑膠蓋片剪成比廣口瓶口徑略大的圓，並使用大頭釘在中心鑽一個小洞，使用細鐵線做成鉤子，方便懸掛砝碼。使用廣口瓶裝滿水，蓋上塑膠蓋片後倒置，依序掛上砝碼，觀察此實驗裝置能支撐多重。

(二) 實驗結果：




砝碼重量	10g	20g	30g	40g
結果	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落
照片				

砝碼重量	50g	60g	70g
結果	保持不掉落	保持不掉落	無法支撐快速落下
照片			

實驗六：使用不同長度的硬塑膠自來水管裝滿水，蓋上硬塑膠片後倒置，是否能支撐管內的水。

(一) 實驗過程：用水管鋸將硬塑膠自來水管剪成長度 1m、2m 和 3m 的長度，分別將軟木塞塞住硬塑膠自來水管的一端，使用梯子協助硬塑膠自來水管直立裝滿水，塑膠蓋片壓住另一端後慢慢傾斜後倒立，放開底下的手，觀察塑膠蓋片是否能支撐杯內的水。





(二) 實驗結果：

硬塑膠自來水管長度	1m	2m	3m
結果	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落
照片			

實驗七：使用不同口徑兩端開口的細管直立放至水中後，關閉一端開口，離開水面，觀察是否能支撐管內的水。

(一) 實驗過程：先將試管去掉底部，分別將毛細管 and 試管直立放進水裡後，毛細管用左手按住、試管用軟木塞塞住，直立離開水面，觀察是否能支撐管內的水。

(二) 實驗結果：

容器種類	細毛細管	中毛細管	粗毛細管	試管
結果	保持不掉落	保持不掉落	保持不掉落	無法支撐 快速落下
照片				

伍、研究結果

- 一、由文獻探討：廣口瓶內的水，未因瓶子倒置和傾斜而滲出或流出，瓶口和塑膠蓋片有一股力量，支撐水不讓流出和滲出。
- 二、由實驗一結果得知：試管、廣口瓶、玻璃杯、圓底燒瓶和錐形瓶等容器可支撐杯內的水，

而燒杯無法支撐杯內的水。

- 三、由實驗二結果得知：試管、廣口瓶、圓底燒瓶和錐形瓶在四分之一、四分之二和四分之三水量，蓋上硬塑膠片後倒置，均能支撐杯內的水。
- 四、由實驗三結果得知：濾紙、色紙、報紙、宣紙和影印紙均能支撐杯內的水，但是潮濕後急速掉落，衛生紙很快就破掉而無法支撐。
- 五、由實驗四結果得知：細紗網、紗網、洗衣袋網這些有洞的網子均能承載杯內的水而不漏水。
- 六、由實驗五結果得知：使用廣口瓶裝滿水，塑膠蓋片垂吊砝碼，尚能夠承載 60g 的重量，無法承載 70g 的重量。
- 七、由實驗六結果得知：1 至 3m 長的硬塑膠自來水管裝滿水，蓋上硬塑膠片後倒置，能被支撐，而不會掉落。
- 八、由實驗七結果得知：直徑 4mm 至 8mm 毛細管用手按住，直立離開水面，能支撐管內的水，而 15mm 試管用軟木塞塞住，直立離開水面，無法支撐管內的水。

陸、討論

- 一、試管、廣口瓶、杯子、圓底燒瓶和錐形瓶等容器可支撐杯內的水，而燒杯無法支撐杯內的水，我們觀察發現容器的開口處：試管、廣口瓶、杯子、燒瓶和錐形瓶等容器，和塑膠蓋片能夠完全接觸，而燒杯有一個缺口朝旁，我們覺得因而造成杯內壓力不同而破壞平衡。紙張能夠完全接觸容器底部而支撐杯內的水，可能也是如此。
- 二、試管、廣口瓶、圓底燒瓶和錐形瓶在四分之一、四分之二和四分之三水量，蓋上硬塑膠片後倒置，均能支撐杯內的水，我們覺得杯內雖然有空氣，但是向上的大氣壓力和介質間的表面張力，依舊大於水和硬塑膠片的重量。
- 三、硬塑膠片能夠支撐直立的硬塑膠自來水管管內的水和硬塑膠蓋片能夠垂吊砝碼，表示大氣壓力和表面張力的作用是很大的。
- 四、直徑 4mm 至 8mm 毛細管用手按住，直立離開水面，能支撐管內的水，直徑 15mm 的試管，無法支撐管內的水。有洞的網子，能支撐試管的水，是否因為每個洞都有自己的表面張力，所有的表面張力合起來和大氣壓力的作用，而能支撐試管的水。

柒、結論

- 一、試管、廣口瓶、玻璃杯、圓底燒瓶和錐形瓶等容器底部完整的容器和蓋片能夠充分的接觸，由於大氣壓力和表面張力的作用，能夠支撐容器內部的水，而水量未滿情況下，亦能達到支撐的效果，是否有其他因素，值得未來研究。
- 二、直立的硬塑膠自來水管能夠支撐管內的水，此次實驗長度至 3 公尺，可進一步探討 4 公尺，甚至更長。
- 三、有洞的網子和口徑夠小的玻璃管能支撐杯內的水，代表向上的，大氣壓力和表面張力的作用支撐住水而不落下。

捌、參考資料及其他

- 一、許良榮（民 98）。玩出創意－120 個創新科學遊戲（70-71 頁）。臺北市：書泉。

- 二、許良榮（民 100）。玩出創意 2—48 個酷炫科學魔術（2-3 頁）。臺北市：書泉。
- 三、陳忠照（民 87）。親子 100 科學遊戲（185-186 頁）。臺北市：心理。
- 四、PAUL G.HEWITT（民 90）。觀念物理Ⅲ（103-106 頁）。臺北市：天下文化。
- 五、林懿偉（民 91）。魔法宅急變—80 個科學魔術玩透透（24-27 頁）。臺北市：書泉。
- 六、鄒紀萬（民 76）。科學才藝教室 2—有趣的科學實驗下篇（9-10 頁）。臺北市：書泉。
- 七、喬琪娜、凱特（民 96）。100 創意科學實驗（70-71 頁）。臺北市：天下遠見。
- 八、許良榮（無日期）。科學遊戲實驗室。國立台中教育大學科學應用與推廣系，取自：
<http://scigame.ntcu.edu.tw/capill/capill-006.html>
- 九、曾秋雲（無日期）。大眾科學及動手做科普活動推廣，取自：
[http:// http://phys5.ncue.edu.tw/blog/ps/scient.html](http://phys5.ncue.edu.tw/blog/ps/scient.html)