

少量空氣也能改變自然現象

高小組物理科第二名

宜蘭縣力行國民小學

作者：黃俊傑、沈怡璇、王巧佳、溫晨辰
指導教師：陳晃男、林欽章

一、研究動機

有一天，洗手台的水管阻塞了，楊伯伯拿一枝帶管的吸盤，在管口一上一下的吸著，當吸盤往上提的時候，只見管口的水往上冒，真奇妙，這到底是什麼力量？我們去請教老師。老師說這是應用空氣壓力原理做成的工具，我們很好奇，也很納悶：一個小小的吸盤，加上少量的空氣進出，怎麼可能產生這麼大的力量？一直到了看同學玩射箭，當我替同學從玻璃上取下帶吸盤的箭的那一刻，忽然感受到吸盤的確有一股不可忽視的吸力。但是為什麼擠掉一點點的空氣，就會有這麼大的變化，這就是我們要探討的問題。因此我們邀了幾位同學，在老師的輔導下，作了一連串的「玩一玩空氣」的實驗。

二、研究目的

- (一)了解空氣密度改變後的體積變化情形。
- (二)減壓後的密閉空間，在大氣中會產生多大的吸力？
- (三)我們可以從一個密閉的瓶中一次抽出多少空氣？
- (四)空氣稀薄了，水的沸點也跟著改變嗎？
- (五)改變空氣密度，會影響物體的浮力嗎？
- (六)塑膠吸盤有多大的吸力？

三、使用器材

瓶子、針筒、溫度計、玻璃管、筆套、塑膠吸盤磅秤、自製吸盤吸力測量器。

四、研究過程與方法

空氣無所不在，而我們天天生活在大氣壓力之下，卻沒有感覺。如果有一天，處在一個特殊的環境裡，空氣稀薄了，氣壓改變了，那麼，各種不同的現

象，可能就會一一浮現出來，這是一個有趣的問題，我們作了數個實驗，來尋求解答。

(一)實驗一：了解空氣密度改變後的體積變化情形。

1. 實驗構想：

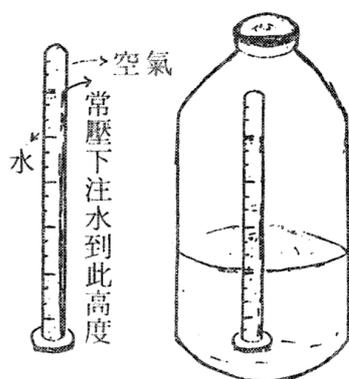
看到衛生所的護士小姐到學校打預防針，從藥瓶內抽取藥劑的過程，給了我們啓示：這些帶有橡膠蓋子的瓶子，是我們做「空氣實驗」的最好器材。

2. 實驗過程和方法：

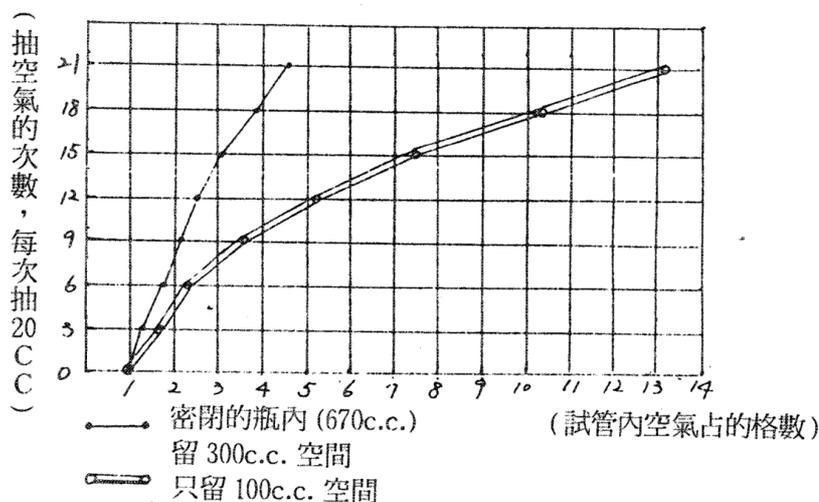
- (1)取一個試管，在開口處黏上塑鋼土，只留一個小洞，讓水或空氣可以自由進出。
- (2)將試管標示分格，灌入水，只留一格空間（如圖一）。
- (3)將處理好的試管，倒立放入較大的瓶內。（瓶底要有水）
- (4)蓋上大瓶的蓋子，以針筒來抽取大瓶內空氣，即可看到試管內空氣體積變化情形。

3. 結果：（如表一）

(圖一) 空氣體積實驗器



(表一) 空氣減壓後的體積變化情形



4. 我們發現：

- (1)用現成的藥瓶子做空氣實驗，既實用又安全。
- (2)試管內體積隨著大瓶內空氣被抽次數的增加而逐漸膨脹。
- (3)抽空氣次數越多，瓶內空氣越稀薄，試管內的空氣體積越大。
- (4)我們發現空氣的體積可以膨脹到很多倍。

(二)實驗二：減壓後的密閉空間，在大氣中會產生多大的吸力？

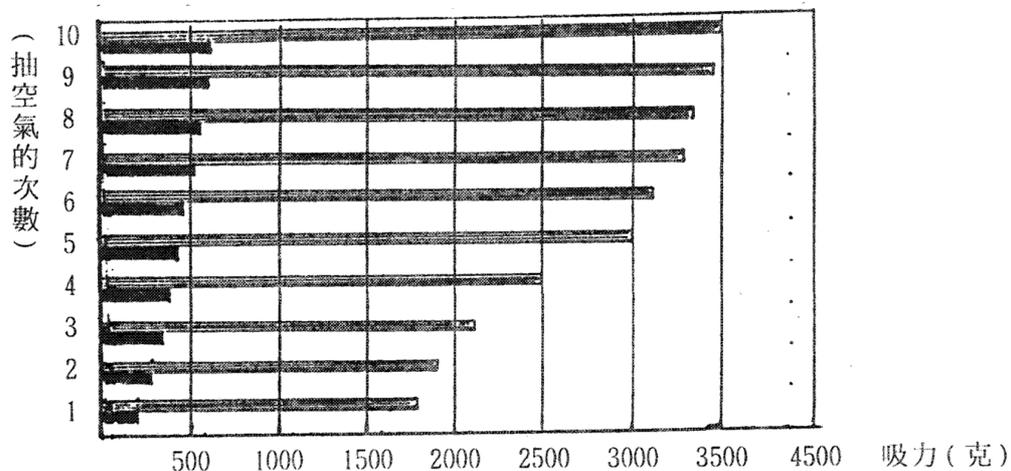
1. 實驗過程和方法：

- (1)取一小瓶子（20 cc）用針筒定量定時抽取空氣。（如非定量定時抽取空氣，抽出的空氣量會有不同）

(2)每抽一次，用磅秤測出瓶內空氣吸力。

(3)使用大小不同的針筒實驗，以了解針筒大小不同，吸力是否跟著改變？

(表二) 空氣減壓後吸力實驗

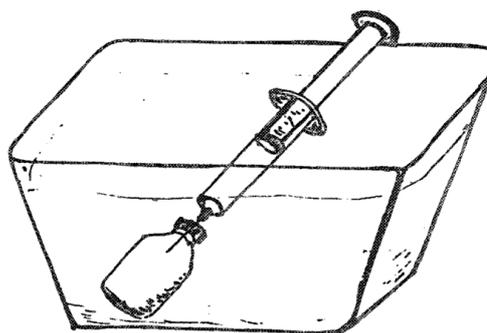
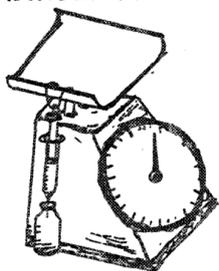


說明：使用容量 26c.c. 的瓶子，每次抽 20c.c. 抽的時候，每次停 10 秒。

■ 用 3c.c. 針筒來量吸力
▨ 用 20c.c. 針筒來量吸力

(4)測量方法如(圖二)所示。

(圖二) 減壓後的空氣吸力實驗



在水槽中進行抽氣實驗

2. 結果：(如表二)

3. 我們發現：

(1)密閉的瓶子中，如果空氣被抽掉一部分，密度就會變小，將其放在大氣中，讓瓶內和大氣有管道相通，(如插入針筒)就會產生一股吸力。

(2)瓶中密度越小，吸力越大。

(3)如以針筒測試吸力，較大體積的針筒，受到的吸力較大。

(三)實驗三：從密閉的瓶中能抽出多少空氣實驗

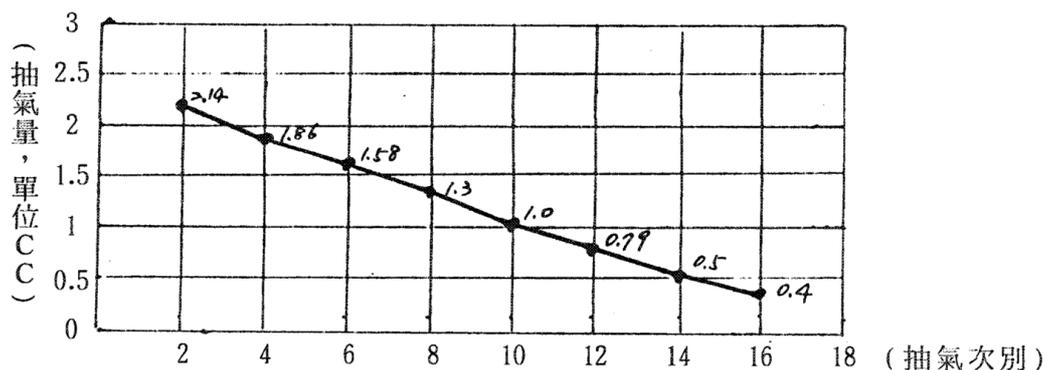
1. 實驗動機：

在實驗二「抽氣與吸力的關係」中，了解抽氣次數越多，吸力越大：我們想了解，一次可以抽出多少空氣？

2. 實驗過程與方法：

- (1)用 3 cc 的針筒，定時（5 秒）定量（3 cc）抽取 20 cc 瓶中的空氣。
- (2)抽氣時在水槽中進行，以防外界空氣滲入。（如圖三）
- (3)抽氣後，讓針筒留在水中，水就會進入針筒內，佔據真空的部分，其餘就是抽出的空氣。
- (4)記錄空氣的量後，再進行下一次抽取。

從密閉瓶中的抽氣量實驗



說明：1. 使用 30c.c. 瓶子

2. 用 3c.c. 針筒抽氣每次抽氣停 5 秒

3. 結果：（如表三）

4. 我們發現：

- (1)用針筒抽取密閉瓶中的空氣，如果瓶子小或是抽的次數多，針筒內抽出的，可能是稀薄的空氣。
- (2)在固定的瓶中抽氣，一次比一次稀薄，也就是能抽出的空氣，一次比一次少。
- (3)要把瓶內抽成真空，是很困難的事。

(四)實驗四：應用壓力差做的噴水實驗

1. 實驗過程與方法：

(1)方法一：

- A 抽出瓶中的空氣。
- B 針筒吸水後，插入減壓後的瓶中，看是否有噴水現象。（如圖四甲）



《圖四甲》減壓後的噴水現象（內噴）

(2)方法二：

- A 在瓶內裝水。
- B 做一隻細管插入瓶內的水中，共將這隻細管接至瓶外後蓋緊瓶蓋。
- C 用針筒將空氣打入裝了水且密閉的瓶內，觀察是否會有噴水現象（如圖四乙）



2. 我們發現：

- (1)空氣密度越小，噴水的高度越高。
- (2)隨噴出的水占了空間，空氣密度增加，噴水的高度就越低。

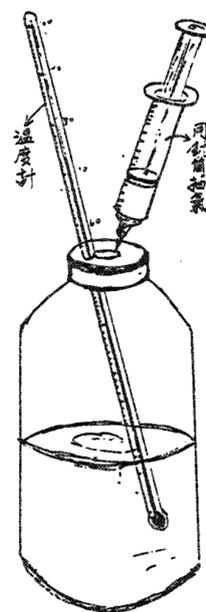
(五)實驗五：空氣稀薄了，水的沸點也跟著改變嗎？

1. 實驗動機：

過去曾聽人家說，在高山上用傳統的方法煮飯，要用較重的鍋蓋，否則不易煮熟，因高山空氣稀薄，沸點較低。我們想實驗一下是不是真的？

2. 實驗過程與方法：

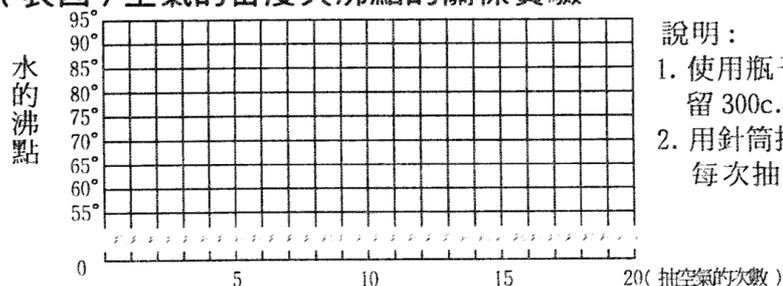
- (1)用一個較大的瓶子作實驗，在橡膠蓋子上固定一支溫度計，並以塑鋼土黏住，以防漏氣。
- (2)瓶子以溫水加溫後倒入開水防瓶子破裂
- (3)用針筒抽取瓶內空氣，使空氣密度變小，至瓶內熱水沸騰。（如圖五）
- (4)當水的沸騰結束後，再繼續抽氣直到熱水再繼續沸騰。



〈圖五〉水的沸點實驗器

3. 結果：（如表四）

（表四）空氣的密度與沸點的關係實驗



說明：

- 1. 使用瓶子容量 670c.c.，留 300c.c. 空間
- 2. 用針筒抽氣，每次 60c.c. 每次抽氣停 5 秒

4. 我們發現：

- (1)剛燒完的開水，立刻放入瓶中，降溫很快。尤其在水量少時，很難取得攝氏 90 度以上的熱水。
- (2)水的沸點因空氣稀薄而降低，我們曾做到攝氏 47 度時，還在沸騰。真想不到，但事實如此。
- (3)實驗時，瓶中空氣量越少，較易減低空氣密度而沸騰，但沸騰時間較短，如果有較長的沸騰時間，瓶中空氣量要多些。
- (4)因使用開水作實驗，較有危險性，必須要有老師在旁輔導，才可做實驗。

(六)實驗六：運用「冷卻空氣法」作的水沸騰實驗

1. 實驗動機：

在作實驗五的過程中，有一次要移動瓶子的位置，因溫度高，瓶子會燙手，因此用濕毛巾包住。結果，我們發現了一個令我們興奮的奇特現象：原來停止沸騰的熱水，再度沸騰了。

2. 實驗過程與方法：

- (1)同實驗五 1.、2.。
- (2)不抽氣，直接以濕冷毛巾敷在瓶子空氣部分的表面，~結果水不沸騰。
- (3)以抽氣減低氣壓，直到第一次沸騰現象出現。
- (4)當沸騰結束後，不用再抽氣，直接以濕冷毛巾在瓶子外側冷敷，沸騰現象將再度出現。
- (5)如此周而復始一直用冷敷，不用再抽氣，可看到持續不斷的沸騰現象。

3. 我們發現：

- (1)用「冷卻空氣法」作水的沸騰實驗，效果比單純的抽氣法好得多。
- (2)冷敷的水越冷，水的沸騰現象就越明顯。

4. 探討：

- (1)當瓶內的空氣被抽掉後，瓶內的空氣壓力比大氣的壓力小，故不須 100 °C 就會有沸騰的現象。
- (2)沸騰時，熱水釋出熱氣，使瓶內溫度升高，體積膨脹，壓力又加大了，使沸騰現象消失。
- (3)用冷敷的方法，使膨脹的空氣體積又縮小，壓力變小，所以沸騰現象又再度顯現。

(4)冷敷的水越冷，沸騰的現象越明顯。

(七)實驗七：改變空氣密度，會影響物體的浮力嗎？

1. 實驗動機：

物體的浮沈，與物體的密度有關。依據前實驗，在密閉的空間，藉充氣、抽氣，可使空氣收縮或膨脹。如果我們製作一個中空而能使空氣或水自由進出的物體，就可控制其浮沈了。

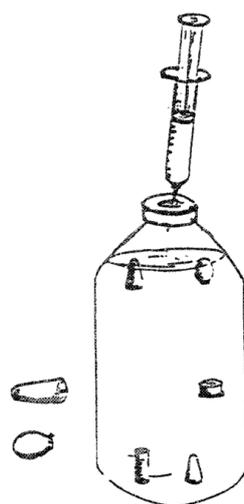
2. 實驗過程與方法：

(1)以中空的小物品（如原子筆套）在其開口處密封只留一小洞。

(2)將這些小物品，先在水盆中作浮沈實驗，藉充氣、注水或加重物方式，使其比重接近水的比重。

（作浮沈實驗時，物體在水中上下速度慢，則比重接近水）

(3)將這些物品放入裝水的瓶中，將瓶子密封藉充氣可使物品下沉，藉抽氣，可使物品上浮。（如圖六）



《圖六》改變密度後的物體浮力實驗

3. 結果：

(1)在密封的瓶內充氣，使瓶內氣壓加大，物體內的空氣受壓而體積縮小，水流入占原來空氣的部分空間，所以物體的密度加大，因而下沉。

(2)從瓶內抽氣，瓶內氣壓減小，物體內的空氣體積擴大，加部分水擠出，所以物體因密度減小而上升。

(3)中空但密封的物體，因其內部空氣無法改變體積，所以不管瓶內氣壓如何改變，都不影響它的浮沉現象。

4. 我們發現：

(1)空氣密度的改變，體積跟著改變，會影響物體的浮力。

(2)如果物體內的空氣膨脹或收縮後，其密度無法接近水的密度，則不能看見其改變浮沈的現象。

(八)實驗八：塑膠吸盤有多大的吸力？

1. 實驗過程與方法：

(1)製作一個「吸盤吸力測量器」（圖七）

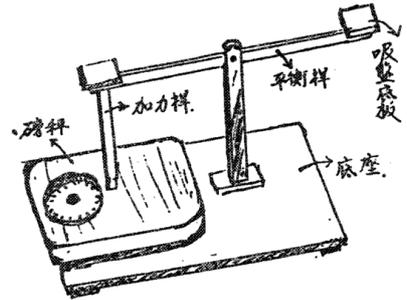
(2)以磅秤來量出數據。

(3)用大小不同的吸盤做吸力實驗，證明吸盤大小對吸力的影響。

(4)另以針筒結合吸盤，製作一個圓筒形吸盤（如圖八）實驗「非真空」吸盤吸力。

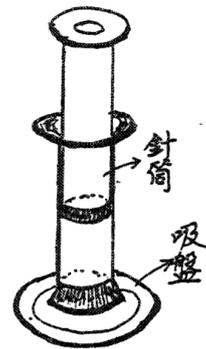
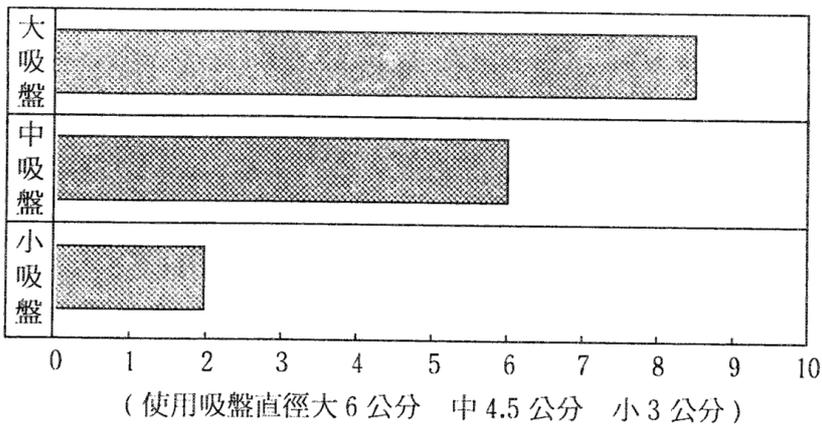
2.作法：筒內先充部份空氣再實驗吸盤吸力

3.結果：（如表五、表六）



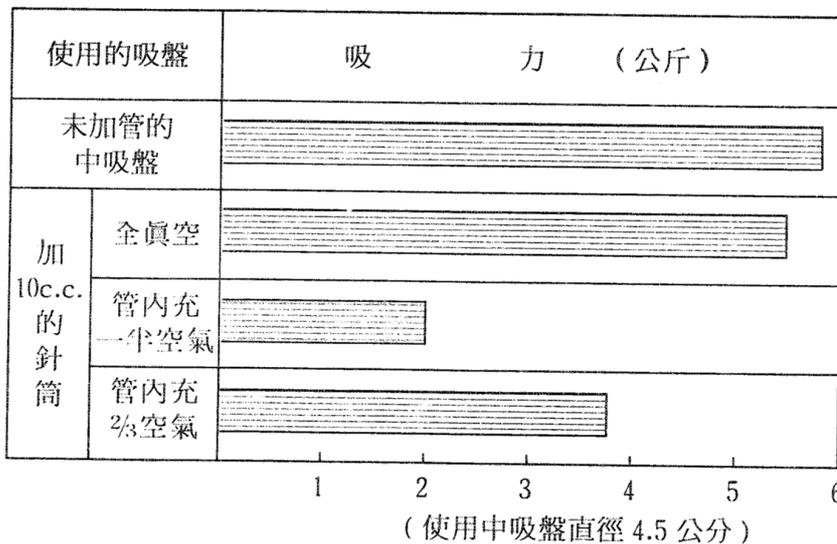
<圖七>自製吸盤吸力測量器

(表五) 塑膠吸盤的吸力實驗



《圖八》自製針筒吸盤

(表六) 塑膠吸盤加管後的吸力實驗



4. 我們發現：

- (1)小小的吸盤確有很大的吸力。
- (2)表面不光滑的物體，空氣會滲入吸盤內，故吸盤內非真空，而不能發揮吸盤吸力的功能。
- (3)較大的吸盤有較大的吸力。

(4)圓筒形吸盤雖使用方便，但其吸力不如單純的吸盤。

五、結論

- (一)少量空氣雖然只能改變部分小空間，小物體的自然現象，但是我們賴以為生的自然界，不就是很多「小小的」組成嗎？所以大自然任何「小小的」現象都不應忽略。
- (二)「小的」原理「小的」現象，可以用來解釋「大的」現象。
- (三)做實驗時，如留意周圍環境，有許多廢物可再利用，不但效果良好，而且可減少環境污染。
- (四)在密閉空間，可藉充氣和抽氣，而改變空氣的密度，我們在日常生活上，可善加運用。
- (五)空氣密度小的空間，在常壓下，會因要平衡壓力而產生一股力量，較大的面積受較大的壓力。
- (六)空氣越稀薄，水的沸點就越低，應用空氣的冷卻，也能使空氣的壓力變小，造成沸騰的現象。
- (七)中空的物體，會因其空氣體積的改變，而影響該物體的浮力。
- (八)塑膠吸盤具有很大的吸力，可加以運用，但表面必須是光滑的。如果吸盤內滲入空氣，則吸力將大為減少。

六、參考書籍

- | | | |
|--------------|-------|-------|
| 一、國小自然課本第十冊 | 天氣的變化 | 國立編譯館 |
| 二、國小自然課本第十一冊 | 重量與體積 | 國立編譯館 |
| 三、中華兒童百科全書 | 臺灣書店 | |
| 四、大英科技百科全書 | 光復書局 | |

評語

參展同學以純熟的操作，流利清楚的解說，說明並展示氣體壓力變化與沸點之關係，在展示方法上具創意。