

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 物理科

組 別： 國小組

作品名稱： 尿尿小童擂台賽

關 鍵 詞： 尿尿小童、熱漲冷縮、噴水

編號： A2059

摘要

不久前家庭旅遊在鶯歌老街發現的有趣童玩-尿尿小童，只要在它頭上澆灌熱水，生殖器的地方就會噴出射好遠的水柱。我們試著用不同方法讓水柱可以噴射更遠、更穩定，也結合自然課中實驗操作的「操縱變因」、「控制變因」設定，想知道影響噴水遠近等因素。原來這個玩具的原理跟我們以前上過的「熱漲冷縮」原理相關，也跟一開始吸水的多少(重量)及澆灌水的溫度有關。從這個實驗中我們學到了設計科學實驗的方法，怎樣去控制不同變因，也學會了運用電腦軟體(Excel)來分析實驗資料。

壹、研究動機

五年級上自然課的時候，我們曾經學到「熱漲冷縮」的單元，知道不論是固體、液體或氣體，受到熱之後體積會膨脹，而且生活中也有許多應用的例子。有一次家庭旅遊到鶯歌老街玩，發現了有一個小小的陶土娃娃，老闆只要在它的頭上澆灌熱水，小雞雞的地方就會噴出水柱，還可以射好遠。跟老師聊到這個有趣的玩具，才知道它跟熱脹冷縮的原理也有相關性，老師還鼓勵我們可以想一想怎麼樣讓它的水柱可以射得更遠、影響的原因有哪些，於是我們進行了以下的探討：

貳、研究問題

- 一、如何挑選出進行實驗的尿尿小童？
- 二、不同的澆灌溫度，是否會影響噴水距離？
- 三、不同的浸泡水溫是否會影響小童吸水量？
- 四、如何設計穩定(水量、時間)的澆灌裝置？
- 五、不同的吸水量是否會影響噴水距離？
- 六、相同吸水量、不同的吸水溫度是否會影響噴水距離？

參、研究設備及器材

尿尿小童若干、皮尺、水宣紙、刻度燒杯、保鮮盒、加熱水壺、電鍋、溫度計、電子

磅秤、針筒、舊水壺、鋁製底座平台

使用器材	尿尿小童	
	皮尺	
	水宣紙	
	刻度燒杯	
	保鮮盒	
	加熱水壺	

使用器材	電鍋	
	溫度計	
	電子磅秤	
	針筒	
	舊水壺	
	鋁製底座平台	

肆、研究過程及方法

在進行實驗之前，老師先讓我們觀察「愛情溫度計」裡紅色液體受熱體積膨脹衝上玻璃瓶上半部的情狀，讓我們模擬尿尿小童澆灌熱水後裡面空氣膨脹，將水擠壓出來的情形；而在澆灌熱水前，須將尿尿小童在熱水及冷水中交互浸泡，也是利用空氣隨溫度體積膨脹縮小的特性，才能澆水吸入小童裡面。



研究一：如何挑選出適合進行實驗的尿尿小童

【實驗方法】

- 一、將尿尿小童玩具編號1~10。
- 二、將所有小童依序在熱水浸泡，並觀察在熱水中冒泡的狀況，待不再冒泡後浸泡在冷水裡；如此交替兩次，直到尿尿小童全身沉在水面下。
- 三、將小童依序放在平台座上，以70°C、200ml的熱水穩定澆灌(約6~8秒)在小童頭上，待水柱噴出後觀察其水柱仰角、左右偏差角度及最遠噴射距離。
- 四、將實驗結果紀錄於下面表格。

【實驗結果】

單位: 角度(°)、cm

小童編號 數據	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
左右偏角	右7.5	右5	0	右5	右5	0	右20	右15	右20	右15
仰角 (水平為0°)	20	15	15	15	20	15	20	15	15	20
最遠距離	105	150	135	150	150	135	120	105	135	135
入選與否		⊙	⊙	⊙		⊙				

【討論】

- 一、根據上面的實驗結果，淘汰水柱左右偏角過大的7、8、9、10；仰角過高的1、5、10，距離較短的1、8，最後留下編號2、3、4、6，作為後續實驗的樣本。

- 二、 在這次實驗時我們發現，澆灌熱水的方式應該可以再改善，因為不同人澆灌的位置、速度不同(設定6~8秒)，也可能影響受熱的溫度及速度；應該要有一個較一致性的方式。
- 二、 每隻尿尿小童的吸水量，是否也會影響噴水的距離呢？這是我們接下來的研究方向之一。
- 三、 尿尿小童的放置位置及觀測距離，應該有固定的定點，如此觀測出來的結果才有參考價值，所以我們在桌上做記號，也在放置的瓷盤上做標記，以求每一個小童的定點都相同。



挑選穩定的尿尿小童，作為後續實驗樣本



用70°C熱水澆灌在小童的頭上



大家分工合作，各自負責觀察紀錄的結果

研究二：使用不同溫度的熱水澆灌，是否會影響水柱噴射的距離？

【實驗方法】

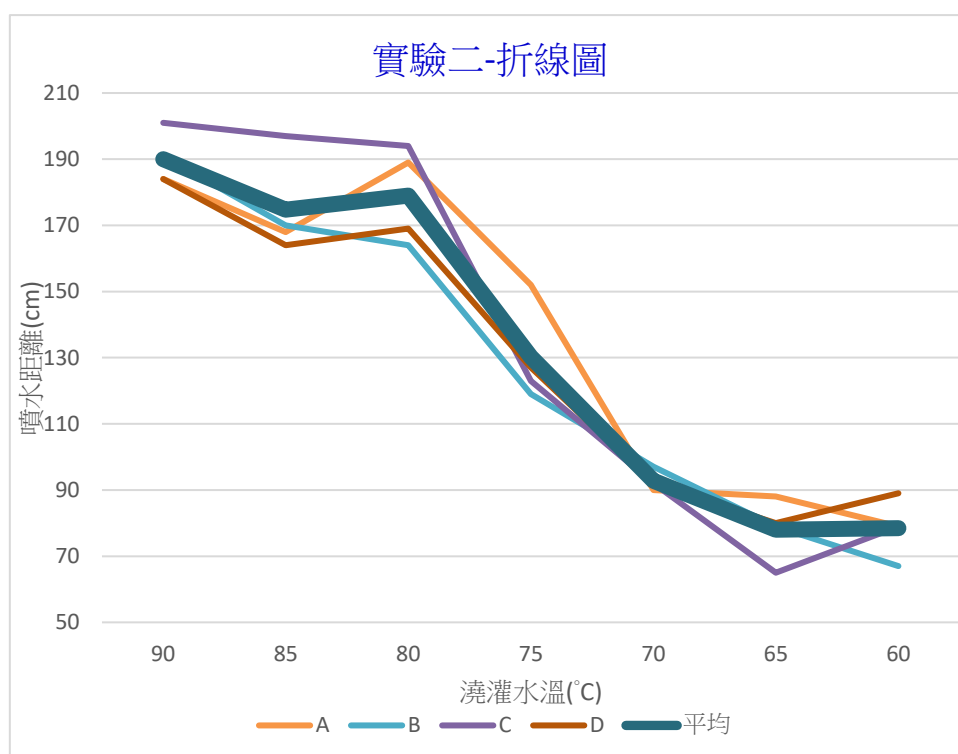
- 一、將入選的實驗樣本分別編號為A、B、C、D。
- 二、依序將小童在熱、冷水中浸泡兩次，使小童吸水後全身在水面下。
- 三、以90°C的熱水、200ml，穩定澆灌(約6~8秒)在小童頭上，待水柱噴出後觀察噴射距離並記錄。
- 四、重複步驟二、三，並調整澆灌熱水溫度為85、80、75、70、65、60°C，分別澆灌四隻尿尿小童後觀察記錄噴射距離。
- 五、將紀錄數據繪成折線圖觀察並討論。

【實驗結果】

澆灌水溫	A	B	C	D	平均
90	184	191	201	184	190
85	168	170	197	164	174.75
80	189	164	194	169	179
75	152	119	123	127	130.25
70	90	97	92	92	92.75
65	88	79	65	80	78
60	79	67	79	89	78.5

單位：°C

單位:cm

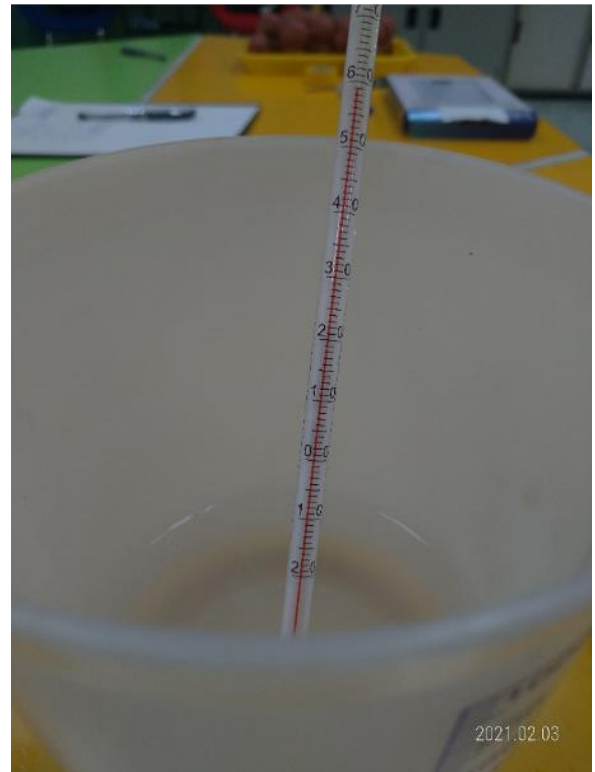


【討 論】

- 一、根據上面的結果，可得知無論是個別或平均數據(除了A)，澆灌的水溫越高，水柱噴射越遠；推測應該是裡面的空氣受熱越高，體積膨脹越大，將水擠壓出來的力量也越大。
- 二、尿尿小童A在80°C時的噴射距離，是所有溫度中噴射最遠的，和其他三隻不同，不知是否是吸水的水量影響實驗結果呢？



觀察不同澆灌水溫條件下，是否影響噴射水柱距離？



調整不同水溫，並控制相同水量(200ml)及澆灌時間



利用水宣紙遇水即黑、乾燥還原的特性，作為觀測噴射水柱距離的工具

研究三：不同的浸泡水溫是否會影響尿尿小童的吸水量？

【實驗方法】

- 一、先以電子秤秤出尿尿小童A、B、C、D未吸水前的淨重。
- 二、先將尿尿小童放置於90°C的熱水內(約廿秒)，等待不再冒出水泡後，改浸泡於室溫之冷水(20°C)中。
- 三、重複步驟二兩次，直到小童全身沉在水面下即可。
- 四、用電子秤秤重，並計算出吸水的重量。
- 五、重複步驟二至三，並改以80、70、60及50°C等不同溫度的熱水浸泡，並秤重及計算出吸水重量。

【實驗結果】

編號	A	B	C	D	
水溫淨重	43	47	45	43	區間
90	吸水後重量	65	67	67	64
	吸水重	22	20	22	21
80	吸水後重量	59	60	62	60
	吸水重	16	13	15	14
70	吸水後重量	59	60	60	57
	吸水重	16	13	15	14
60	吸水後重量	53	57	55	53
	吸水重	10	10	10	10
50	吸水後重量	49	53	52	49
	吸水重	6	6	7	6
單位：°C	單位：g				



浸泡在熱水裡吸水

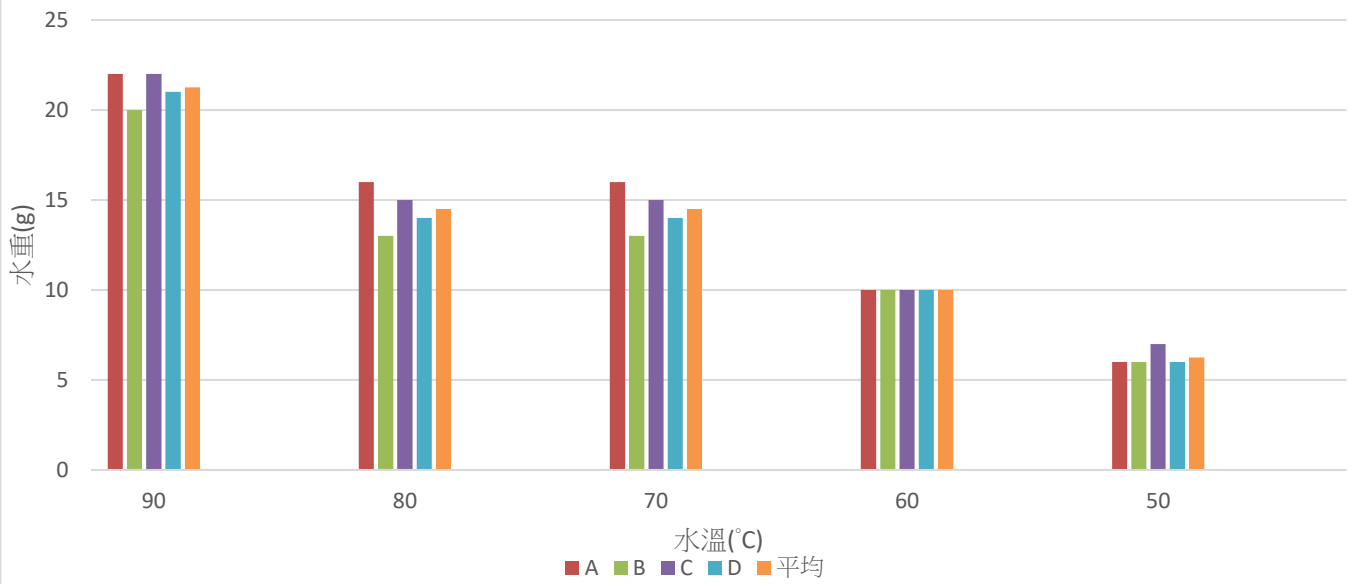


測量冷水的溫度



泡水後秤重(60°C，尿尿小童D)

實驗三-直條圖



【討 論】

- 一、由實驗結果可以發現，浸泡的水溫越高，無倫是哪一尿尿小童，吸水量均越多；但在70及80°C時，並沒有顯著差異。
- 二、不同的尿尿小童之間，吸水量並沒有相差太多。
- 三、沒有想到看起來這麼小的尿尿小童，居然可以吸這麼多水，老師也為了滿足我們的好奇心，「解剖」一隻尿尿小童，讓我們看看裡面的空間及構造。我們還熱烈討論它是怎麼被製造出來的，結論是尿尿小童可能是利用模具大量生產，並且是以前後剖半黏合的方式生產出來的。



手術室現場直擊!



探討如何大量製作方式



研究頭部空間及空氣體積

研究四：如何設計穩定(水量、時間)的澆灌裝置

【實驗方法】

- 一、有鑑於前幾次的實驗，尿尿小童澆灌熱水的方式都是確認好水溫及水量(200ml)之後，直接用手以刻度量筒澆灌；但如果換人操作，澆灌的位置、水量大小與時間總是無法完全一致，因此我們希望可以利用手邊可得的工具，設計出較穩定的澆灌用具，減少實驗的誤差、增加準確度。
- 二、我們考慮到位置及澆灌時間是最關鍵的因素，因此需要有穩定的底座，而且必須能耐熱水高溫，所以我們決定找舊的水壺來加工，並且加上鋁製底座，以可自由彎折的夾具固定，這樣就可以調整角度。
- 三、切割完底部之後，我們做了測試，發現用原本的壺口洩水面積太大，原本200ml的水在五秒內就流完，造成空氣加熱時間過短、可能膨脹不足而使噴水距離縮短；因此又使用熱溶膠將壺口封住約1/2，測試之後不只水流量集中，而且灌注時間也問穩定保持在6~8秒之間，讓水柱的噴射距離回復到原本的狀態。
- 四、以下是製作的圖片及成品：



切割水壺底部



調整角度及固定水壺



研究打開瓶口的方式

【製作結果】



穩定澆灌，不怕手抖



目標鎖定、萬無一失



醍醐灌頂!

【討 論】

- 一、俗語說：工欲善其事，必先利其器，原來要把澆水這件事做好，也很不簡單。
- 二、對於噴水距離遠近的判定，雖然我們有事先討論過，是以水柱噴灑痕跡最大量的末端為主，但是畢竟是用眼睛跟尺輔助，再對照皮尺估算，但是也可能會存在誤差；可是這部分的改善策略，目前還沒有找到解決辦法，或許可以參考田徑場上方式，以插點拉線的方式測定，應該可以減少誤差，增加數據的準確性。

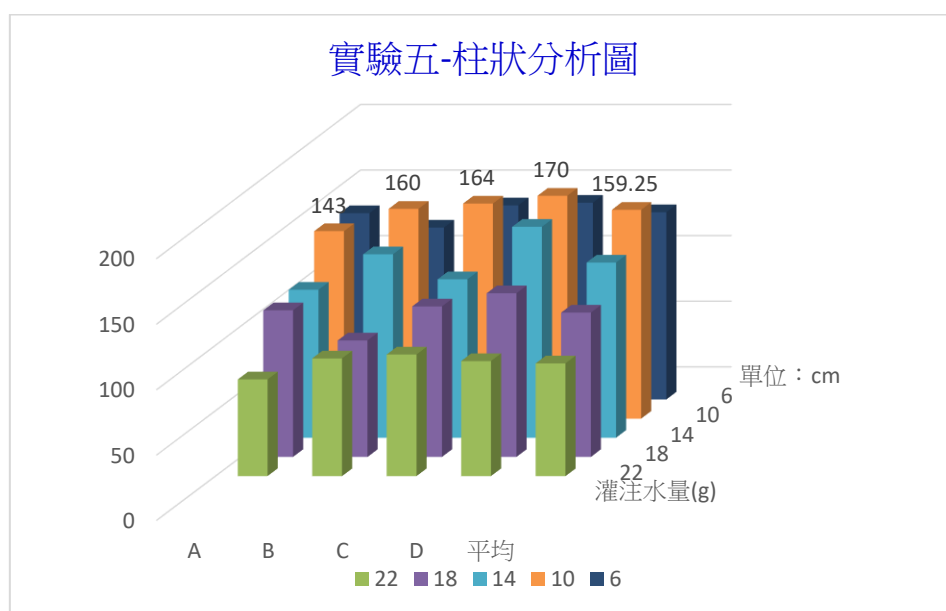
研究五：不同的吸水量是否會影響噴水距離？

【實驗方法】

- 一、在尿尿小童裡面填充相同重量的水，分別為22、18、14、10及6ml。
- 二、以70°C的熱水、200ml，穩定澆灌(約6~8秒)在小童頭上，待水柱噴出後觀察噴射距離並記錄。
- 三、重複步驟二，並記錄實驗數據，製成表格。

【實驗結果】

編號 \ 灌注水量(g)	A	B	C	D	平均
22	74	90	93	88	86.25
18	112	89	115	125	110.25
14	113	140	121	161	133.75
10	143	160	164	170	159.25
6	142	131	148	150	142.75
單位：cm					



【討論】

- 一、從實驗結果中，我們發現水柱噴射距離最遠的，並不是吸水量最多的部份，這跟我們的預測不同；反而是吸水量倒數第二少的10g和6g，水柱噴射的距離最遠。

二、(呈一)我們討論會造成這樣結果的原因，有可能是裝水最多的時候，尿尿小童裡面的空間都被水填充滿了，剩下的空氣不多；而水柱噴射的距離是因為空氣受熱膨脹後，產生的壓力將剩餘的水擠壓出去，因此如果空氣不夠多，即使水很滿但是噴射距離也不會很遠。

三、這次的實驗，澆灌水用新設計的裝置進行，看到水穩定均勻的淋在尿尿小童的頭上，很有成就感，也對實驗很有幫助！



仔細測量噴射水柱的距離



擺放好水宣紙的位置



吸水量會影響噴射距離嗎?

研究六：相同吸水量、不同的吸水溫度是否會影響噴水距離？

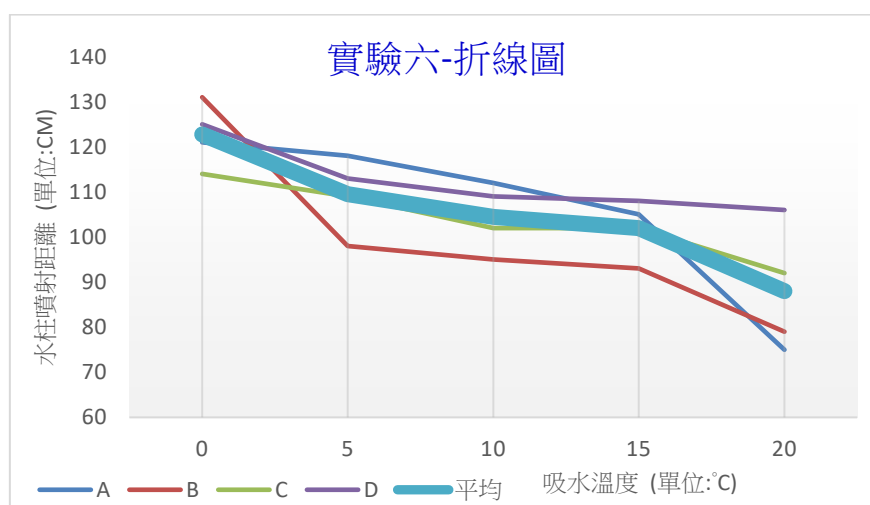
【實驗方法】

- 一、先以電子秤秤出尿尿小童A、B、C、D的淨重。
- 二、先將尿尿小童放置於70°C的熱水內(約廿秒)，等待不再冒出水泡後，改浸泡於0°C之水中，直到小童全身沉在水面下。
- 三、用電子秤秤重，並計算出吸水的重量，控制吸水量在10g；若超過則用針筒抽出來。
- 四、以70°C的熱水、200ml，穩定澆灌(約6~8秒)在小童頭上，待水柱噴出後觀察噴射距離並記錄。
- 五、重複步驟二至四，並改以5、10、15及20°C等不同溫度的冷水浸泡，並紀錄實驗結果。

【實驗結果】

吸水溫度	A	B	C	D	平均
0	121	131	114	125	122.75
5	118	98	109	113	109.5
10	112	95	102	109	104.5
15	105	93	102	108	102
20	75	79	92	106	88

單位：°C



【討 論】

- 一、這個實驗的設計是想了解在相同吸水量的條件下，如果控制吸水的溫度，是否會影響水柱噴射的距離；而根據得到的數據顯示，吸水的溫度越低，噴射的距離也越遠。我們推論是因為在低溫的狀況下，因為尿尿小童浸泡在水裡一段時間，相對的裡面的空氣也處在低溫下，體積應該也相對收縮。當熱水澆灌的時候，因為溫差非常的大，所以空氣急速膨脹產生壓力，連帶的也讓水柱噴射比較遠。
- 二、而隨著吸入水的溫度逐漸升高，跟澆灌的熱水溫度相差逐漸縮小，空氣膨脹的壓力就沒有這麼大，因此產生的推力也就變小，水柱噴射的距離越來越短。

伍、研究結論

- 一、尿尿小童會噴水的原理是因為身裡面同時有水跟空氣，而當頭部受到熱水澆灌的時候，因為裡面的空氣受熱膨脹產生壓力，因而將裡面的水擠壓出來，這就是會尿尿的原因，別看它個子小小，可是可以有兩公尺以上的噴射距離呢！
- 二、澆灌尿尿小童的熱水溫度會影響水柱的噴射距離；熱水溫度越高，噴射距離也越遠。
- 三、尿尿小童浸泡的水溫會影響其吸水量；水溫越高，可以吸入的水也越多，水量可以相差三倍以上。
- 四、嘗試製作穩定的澆灌裝置，可以讓實驗事半功倍，也可以增加實驗的準確性；而利用身邊隨手可得的便利工具(如：水宣紙)，也可以讓實驗方便觀察；但是測量噴水水柱的距離則可以有更準確的測量方式。
- 五、不同的吸水量的確會影響水柱噴射距離，但並不是吸最多的噴射距離最遠，反而是吸水量倒數第二少的設定，可以有最遠的距離；推測可能是因為尿尿小童裡面空氣量比較多，所以受熱後膨脹比較明顯，產生的擠壓力也比較大，因此水柱可以噴射最遠。
- 六、相同的吸水量，不同的溫度設定會影響水柱噴射距離，水溫越低的噴射距離越遠；推論應該是固定澆灌的水溫時，兩者之間的溫差越大，空氣膨脹的情形也會更明顯，因而造成的膨脹與擠壓力都會更大，自然水柱也就會噴射得越遠了。
- 七、尿尿小童之所以採用陶瓷材料製作的原因，可能是因為陶瓷具有毛細孔，吸水效果明顯，而毛細孔在浸泡或澆灌熱水時可以讓裡面的空氣迅速膨脹，因而產生壓力；至於是否一定要用尿尿小童形狀，並沒有限定，只是比較趣味性。原本我們也想用生活中可取的物品自製尿尿小童的裝置，而不是用成品，這會是我們之後繼續研究的方向與主題。