

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學科

佳作

080804

移動水杯，水不會溢出來

學校名稱：苗栗縣苑裡鎮中山國民小學

作者： 小五 李宇翔 小五 張家維 小五 林鈺淳 小五 林瑞閔	指導老師： 鄭安如 廖紋章
---	-----------------------------

關鍵詞：波動、共振、鐘擺運動

摘要

本研究主要是要找出端拿容器時，如何使其中的液體不易溢出的方法。在實驗中發現，液體會容易溢出來是因為表面震盪，產生和容器的共振波動，使液體溢出，並探討放置不同的物品於容器中，或利用不同的端提方式，來改善液體溢出的現象，發現在液體中放置浮物可以稍微改善水溢出的情況，而利用繩子提盤來端水，則水一點也不會溢出，甚至應用到提水桶也不易溢出。

壹、研究動機

「叮咚！」門鈴響了，今天好多同學來我家玩，媽媽趕緊從廚房裡端出一杯杯的果汁請大家喝，突然媽媽「啊~」的一聲，原來媽媽端果汁時不小心都溢出來了！為什麼果汁會這麼容易溢出來呢？當中有什麼原理嗎？能不能有什麼方法讓它不容易溢出來呢？這些問題都使我好奇，於是我們開始了這個實驗。

貳、研究目的

- 一、探討端水杯時，水杯中的水溢出來的原因。
- 二、找出如何移動水杯，使水杯中的水不易溢出的方法。
- 三、試驗將水不溢出水杯的方法應用到水桶。

參、研究設備及器材

水、塑膠杯、200ml 量杯、50ml 量筒、滴管、塑膠盤、吸管、竹籤、免洗筷、塑膠湯匙、葉片、珍珠板、影印紙、投影片、彈珠、一元硬幣、黏土、小石頭、中國結線、童軍繩、水桶、小磅秤。

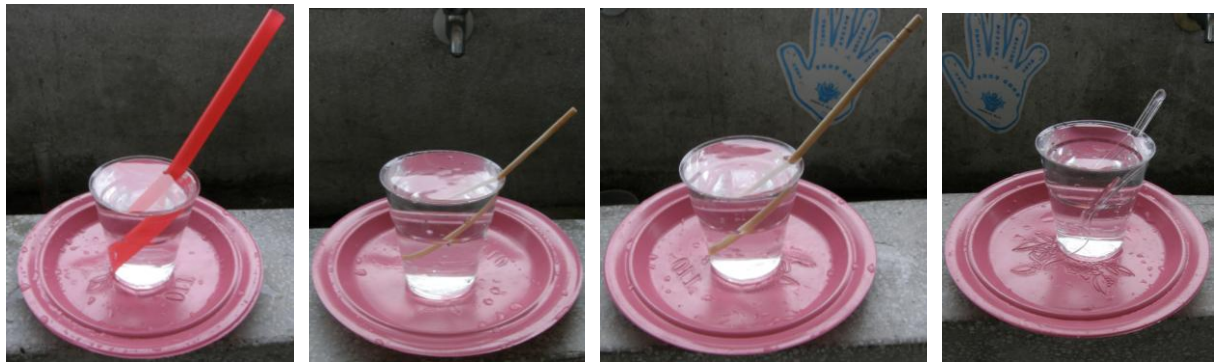
肆、研究過程

- 一、實驗一：在單手持水杯與雙手端平盤呈著水杯兩種情形下，觀察測量並記錄水溢出情況。
 - 1、以量筒測量透明塑膠杯裝滿水的水量。
 - 2、以塑膠水杯為準，統一裝滿水的水量為 225ml，以免水的表面張力現象造成實驗誤差。
 - 3、單手持水杯走 5 公尺的距離，觀察是什麼現象使水溢出並記錄水溢出的量。
 - 4、雙手端平盤呈著水杯走 5 公尺的距離，觀察是什麼現象使水溢出並記錄水溢出的量。
 - 5、每人重覆實驗十次並記錄。



二、實驗二：在水杯中放置物品，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量

- 1、分別在裝滿 225ml 水的水杯，放入吸管、竹籤、免洗筷、塑膠湯匙等可以立於杯子中的物品。
- 2、雙手端平盤呈著裝有立於杯中物品的水杯走 5 公尺的距離，觀察並記錄溢出的水量。
- 3、將葉片、珍珠板、影印紙、投影片分別剪成 4cm×4cm 的大小以適合杯口的大小。
- 4、分別在裝滿 225ml 水的水杯，放入葉片、珍珠板、影印紙、投影片等可以浮於水面的物品。
- 5、雙手端平盤呈著裝有浮水物品的水杯走 5 公尺的距離，觀察並記錄溢出的水量。
- 6、將彈珠、黏土、硬幣、小石頭分別放入量筒中，測量沈於水中的物體與水的體積和為 225ml。
- 7、分別在水杯中，放入水和彈珠、黏土、硬幣、小石頭等可以沈於水面的物品。
- 8、雙手端平盤呈著裝有沈水物品的水杯走 5 公尺的距離，觀察並記錄溢出的水量。
- 9、每人重覆實驗十次並記錄。



三、實驗三：在平盤放置不同重量的黏土，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量

- 1、分別在平盤上放上一圈 50g、100g、200g、300g 黏土，再將裝滿 225ml 水的水杯放置平盤中。
- 2、雙手端平盤，走 5 公尺的距離，觀察並記錄溢出的水量。



四、實驗四：將水杯和盤子放置於不同大小的塑膠袋中，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量。

- 1、將裝滿 225ml 水的水杯和平盤，分別放置於不同大小的塑膠袋中並保持塑膠袋不搖晃，走 5 公尺的距離，觀察並記錄溢出的水量。
- 2、將裝滿 225ml 水的水杯和平盤，分別放置於不同大小的塑膠袋中並使塑膠袋輕微搖晃，走 5 公尺的距離，觀察並記錄溢出的水量。
- 3、每人重覆實驗十次並記錄。



五、實驗五：改良端提水杯的方法，在平盤上加提繩，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量。

- 1、在平盤上加兩條提繩(平均在盤子兩端)，放上裝滿 225ml 水的水杯，保持平穩走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。
- 2、在平盤上加兩條提繩(平均在盤子兩端)，放上裝滿 225ml 水的水杯，輕微搖晃走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。
- 3、在平盤上加三條提繩(平均在盤子三端)，放上裝滿 225ml 水的水杯，保持平穩走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。
- 4、在平盤上加三條提繩(平均在盤子三端)，放上裝滿 225ml 水的水杯，輕微搖晃走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。
- 5、在平盤上加四條提繩(平均在盤子四端)，放上裝滿 225ml 水的水杯，保持平穩走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。
- 6、在平盤上加四條提繩(平均在盤子四端)，放上裝滿 225ml 水的水杯，輕微搖晃走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。
- 7、每人重覆實驗十次並記錄。



六、實驗六：將實驗五的方法應用在提水桶上，在水桶上加提繩，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量。

- 1、在水桶上加三條提繩(平均在水桶的三端)，放上裝滿 7000ml 水的水杯，輕微搖晃走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。
- 2、在水桶上加四條提繩(平均在水桶的四端)，放上裝滿 7000ml 水的水杯，輕微搖晃走 5 公尺的距離，觀察並測量溢出的水量。



伍、研究結果

一、實驗一：比較單手持水杯與雙手端平盤呈水杯兩種情形，觀察並測量記錄水溢出的情況。

1、實驗一-1：單手持水杯走5公尺的距離，水溢出的情況。

結果：平均剩餘水量：212.9 ml；平均溢出水量：12.1 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量
1	205	20	216	7	210	15	213	12
2	203	22	210	15	205	20	210	15
3	207	18	213	12	220	5	218	7
4	210	15	215	10	220	5	209	16
5	208	17	221	4	220	5	215	10
6	215	10	214	11	215	10	214	11
7	220	5	213	12	210	15	210	15
8	220	5	219	6	205	20	206	19
9	210	15	217	8	215	10	212	13
10	213	12	210	15	220	5	210	15
平均	211	14	215	10	214	11	212	13

2、實驗一-2：雙手端平盤呈水杯走5公尺的距離，水溢出的情況。

結果：平均剩餘水量：213.5 ml；平均溢出水量：11.5 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量
1	218	7	218	7	212	13	215	10
2	210	15	215	10	216	9	211	14
3	215	10	213	12	215	10	213	12
4	215	10	207	18	215	10	210	15
5	220	5	215	10	213	12	215	10
6	220	5	212	13	214	11	209	16
7	213	12	212	13	215	10	215	10
8	215	10	216	9	215	10	210	15
9	210	15	210	15	216	9	210	15
10	210	15	205	20	218	7	214	11
平均	215	10	212	13	215	10	212	13

3、實驗一「單手持水杯」與「雙手端平盤」水溢出情況的比較結果：

從實驗結果來看無論是單手持水杯或雙手端平盤呈著水杯，水溢出的量都差不多。

二、實驗二：在水杯中放置物品，走5公尺的距離，測量溢出的水量。

1、實驗二-1：在水杯中放置吸管，走5公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：213.6 ml；平均溢出水量：11.4 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量
1	215	10	210	15	220	5	213	12
2	215	10	215	10	210	15	212	13
3	213	12	219	6	215	10	214	11
4	214	11	215	10	217	8	215	10
5	210	15	217	8	211	14	211	14
6	214	11	213	12	213	12	207	18
7	210	15	220	5	212	13	210	15
8	215	10	213	12	214	11	215	10
9	212	13	213	12	220	5	212	13
10	213	12	211	14	213	12	215	10
平均	213	12	215	10	215	10	212	13

2、實驗二-2：在水杯中放置竹籤，走5公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：213.6 ml；平均溢出水量：11.4 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量
1	220	5	213	12	214	11	216	7
2	215	10	212	13	215	10	210	15
3	210	15	215	10	211	14	213	12
4	213	12	215	10	214	11	212	13
5	217	8	218	7	218	7	215	10
6	210	15	216	9	212	13	207	18
7	218	7	210	15	217	8	210	15
8	215	10	208	17	215	10	212	13
9	216	9	210	15	214	11	210	15
10	213	12	215	10	213	12	215	10
平均	215	10	213	12	214	11	212	13

3、實驗二-3：在水杯中放置免洗筷，走5公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：213.2 ml；平均溢出水水量：11.8 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	215	10	215	10	215	10	212	13
2	215	10	215	10	210	15	217	8
3	210	15	210	15	217	8	211	14
4	212	13	217	8	213	12	215	10
5	210	15	210	15	218	7	213	12
6	210	15	219	16	217	8	210	15
7	210	15	210	15	214	11	209	16
8	218	7	215	10	211	14	210	15
9	215	10	220	5	212	13	215	10
10	215	10	216	9	210	15	212	13
平均	213	12	214	11	214	11	212	13

4、實驗二-4：在水杯中放置塑膠湯匙，走5公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：213.8 ml；平均溢出水水量：11.2 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	217	8	218	7	212	13	210	15
2	213	12	218	7	213	12	211	14
3	217	8	215	10	213	12	207	18
4	216	9	217	8	218	7	213	12
5	211	14	219	6	210	15	214	11
6	213	12	212	13	215	10	210	15
7	209	16	215	10	216	9	215	10
8	220	5	213	12	213	12	210	15
9	216	9	216	9	213	12	209	16
10	214	11	212	13	215	10	216	9
平均	215	10	216	9	214	11	212	13

5、實驗二-5：在水杯中放置葉片，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：220.4 ml；平均溢出水水量：4.6 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	222	3	223	2	223	2	220	5
2	220	5	215	10	221	4	225	0
3	221	4	216	9	220	5	217	8
4	220	5	217	8	225	0	225	0
5	222	3	225	0	217	8	222	3
6	223	2	217	8	218	7	215	10
7	221	4	225	0	218	7	221	4
8	220	5	221	4	216	9	219	6
9	220	5	219	6	221	4	223	2
10	222	3	218	7	222	3	221	4
平均	221	4	220	5	220	5	221	4

6、實驗二-6：在水杯中放置珍珠板，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：220.8 ml；平均溢出水水量：4.2 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	223	2	222	3	220	5	220	5
2	222	3	221	4	223	2	222	3
3	220	5	222	3	221	4	221	6
4	220	5	223	2	221	4	225	0
5	221	4	219	6	222	3	221	4
6	222	3	225	0	218	7	219	6
7	223	2	220	5	219	6	221	4
8	219	6	221	4	220	5	219	6
9	221	4	220	5	222	3	223	2
10	220	5	219	8	217	8	218	7
平均	221	4	221	4	220	5	221	4

7、實驗二-7：在水杯中放置影印紙，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：221 ml；平均溢出水水量：4 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	223	2	224	1	218	7	218	7
2	222	3	219	6	222	3	221	4
3	220	5	223	2	225	0	220	5
4	221	4	222	3	223	2	221	4
5	222	3	217	8	222	3	220	5
6	219	6	221	4	218	7	220	5
7	221	4	221	4	219	6	219	6
8	223	2	225	0	220	5	222	3
9	220	5	220	5	221	4	223	2
10	218	7	218	7	223	2	225	0
平均	221	4	221	4	221	4	221	4

8、實驗二-8：在水杯中放置投影片，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：221.2 ml；平均溢出水水量：3.8 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	219	6	218	7	220	5	220	5
2	222	3	220	5	222	3	225	0
3	220	5	221	4	221	4	222	3
4	221	4	222	3	221	4	220	5
5	220	5	217	8	224	1	219	6
6	223	2	219	6	223	2	223	2
7	220	5	221	4	219	6	222	3
8	221	4	220	5	222	3	220	5
9	224	1	225	0	221	4	221	4
10	223	2	223	2	220	5	224	1
平均	221	4	221	4	221	4	222	3

9、實驗二-9：在水杯中放置彈珠，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：217.8 ml；平均溢出水水量：7.2 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	215	10	220	5	215	10	217	8
2	219	6	219	6	217	8	220	5
3	220	5	213	12	220	5	218	7
4	215	10	217	8	216	9	215	10
5	222	3	219	6	218	7	220	5
6	217	8	210	15	218	7	219	6
7	220	5	219	6	214	11	220	5
8	218	7	217	8	221	4	218	7
9	216	9	215	10	218	7	221	4
10	221	4	216	9	217	8	222	3
平均	218	7	217	8	217	8	219	6

10、實驗二-10：在水杯中放置黏土，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：217.9 ml；平均溢出水水量：7.1 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	215	10	215	10	217	8	218	7
2	220	5	217	8	219	6	221	4
3	216	9	218	7	220	5	221	4
4	220	5	215	10	221	4	217	8
5	217	8	217	8	217	8	220	5
6	219	6	219	6	216	9	222	3
7	220	5	212	13	218	7	221	4
8	219	6	215	10	218	7	220	5
9	216	7	217	8	218	7	220	5
10	217	8	213	12	217	8	218	7
平均	218	7	216	9	218	7	220	5

11、實驗二-11：在水杯中放置硬幣，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：217.9 ml；平均溢出水水量：7.1 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	215	10	219	6	220	5	217	8
2	219	6	216	9	218	7	218	7
3	217	8	220	5	216	9	216	9
4	215	10	219	6	217	8	215	10
5	220	5	221	4	219	6	220	5
6	218	7	219	6	217	8	219	6
7	215	10	217	8	218	7	218	7
8	217	8	218	7	219	6	222	3
9	215	10	219	6	219	6	220	5
10	215	10	217	8	219	6	217	8
平均	217	8	219	6	218	7	218	7

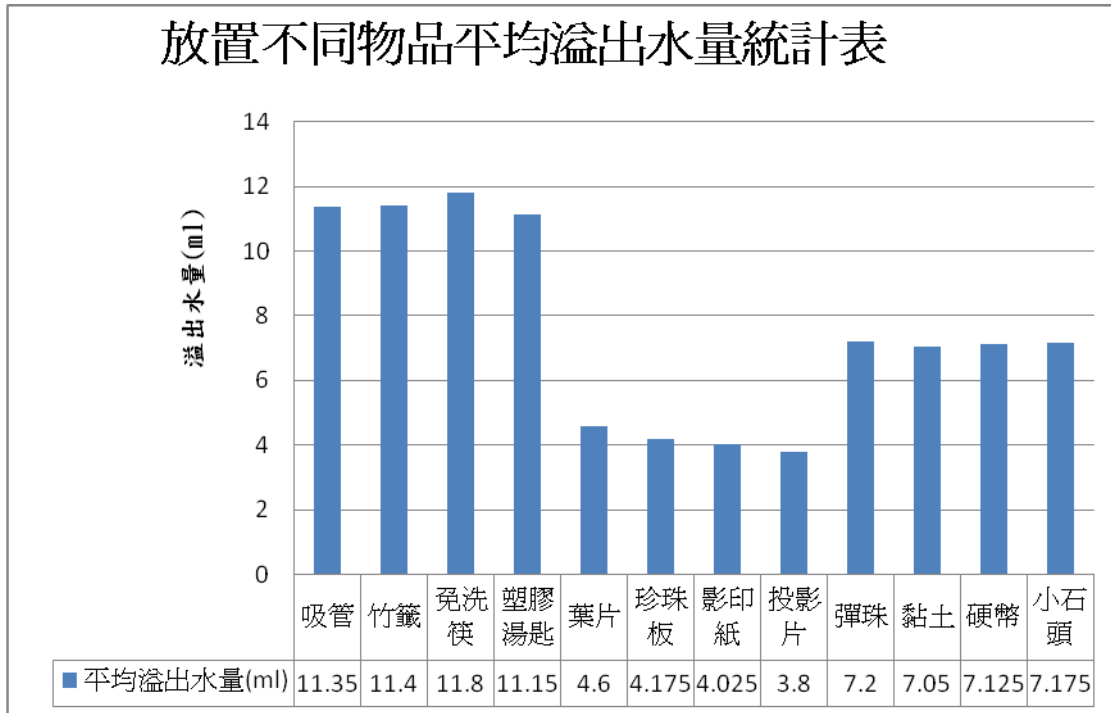
12、實驗二-12：在水杯中放置小石頭，走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：217.8 ml；平均溢出水水量：7.2 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	215	10	217	8	220	5	217	8
2	216	9	215	10	219	6	219	6
3	217	8	217	8	218	7	2115	10
4	217	8	217	8	221	4	219	6
5	218	7	220	5	219	6	220	5
6	216	9	218	7	219	6	220	5
7	215	10	217	8	216	9	218	7
8	217	8	219	6	220	5	221	4
9	218	7	219	6	217	8	219	6
10	215	10	217	8	219	6	217	8
平均	216	9	218	7	219	6	218	7

13、「水杯中放置不同物品的平均溢出水量統計表」：



結果：

- (1) 從實驗中我們可以發現在裝滿水的水杯中放置吸管、竹籤、免洗筷、塑膠湯匙等可直立於杯子當中的物體，則溢出的水量和完全不放置物體所溢出的水量並沒有太大的差別，可見在水杯中放置可直立的杯中的物體，對減少溢出水量對沒有什麼影響。
- (2) 從實驗中我們可以發現在裝滿水的水杯中放置葉片、珍珠板、影印紙、投影片等可浮在水面上的物體，則溢出的水量比完全不放置物體所溢出的水量減少原來溢出水量的一半以上，可見在水杯中放置可浮在水面上的物體，可以有有效的減少部分溢出水量。
- (3) 從實驗中我們可以發現在裝滿水的水杯中放置彈珠、黏土、硬幣、小石頭等可以沈在杯底的物體，則溢出的水量和完全不放置物體所溢出的水量有稍微減少，但是比起放置可以浮在水面的物體，它的效果還是沒有那麼好。

三、實驗三：在平盤放置不同重量的黏土，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量。

1、實驗三-1：在平盤上放上一圈 50g 的黏土，走 5 公尺的距離，觀察並記錄溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：219.8 ml；平均溢出水水量：5.2 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	218	7	220	5	218	7	219	6
2	220	5	220	5	218	7	220	5
3	221	4	219	6	221	4	221	4
4	222	3	218	7	219	6	218	7
5	222	3	220	5	219	6	219	6
6	219	6	221	4	219	6	220	5
7	220	5	219	6	220	5	219	6
8	221	4	220	5	220	5	221	4
9	220	5	220	5	219	6	220	5
10	220	5	221	4	219	6	219	6
平均	220	5	220	5	219	6	220	5

2、實驗三-2：在平盤上放上一圈 100g 的黏土，走 5 公尺的距離，觀察記錄溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：220.6 ml；平均溢出水水量：4.4 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	221	4	220	5	221	4	220	5
2	220	5	219	6	222	3	221	4
3	222	3	219	6	219	6	219	6
4	220	5	221	4	221	4	220	5
5	221	4	220	5	220	5	218	7
6	222	3	220	5	222	3	220	5
7	220	5	223	2	221	4	222	3
8	221	4	221	4	220	5	221	4
9	221	4	222	3	219	6	221	4
10	222	3	221	4	221	4	221	4
平均	221	4	221	4	221	4	220	5

3、實驗三-3：在平盤上放上一圈 200g 的黏土，走 5 公尺的距離，觀察記錄溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：221.3 ml；平均溢出水水量：3.7 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	222	3	220	5	221	4	221	4
2	220	5	220	5	220	5	222	3
3	222	3	222	3	222	3	220	5
4	221	4	221	4	221	4	221	4
5	222	3	222	3	222	3	220	5
6	221	4	222	3	223	2	222	3
7	221	4	221	4	221	4	221	4
8	222	3	222	3	221	4	223	2
9	221	4	221	4	222	3	221	4
10	222	3	221	4	220	5	222	3
平均	221	4	221	4	221	4	221	4

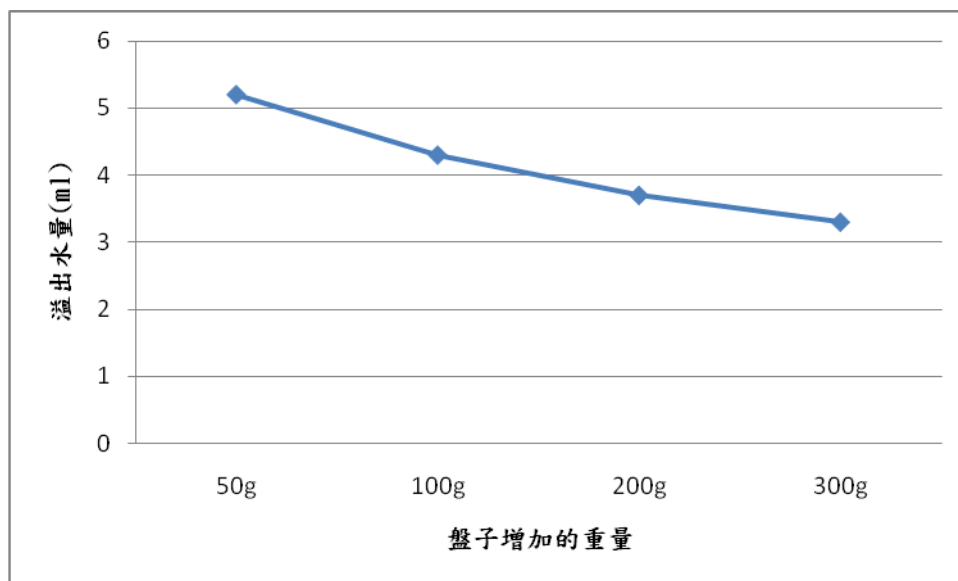
4、實驗三-4：在平盤上放上一圈 300g 的黏土，走 5 公尺的距離，觀察記錄溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：221.7 ml；平均溢出水水量：3.3 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	222	3	222	3	222	3	222	3
2	220	5	222	3	221	4	221	4
3	221	4	222	3	221	4	223	2
4	223	2	222	3	223	2	222	3
5	223	2	221	4	221	4	221	4
6	222	3	222	3	221	4	223	2
7	223	2	221	4	222	3	222	3
8	222	3	222	3	222	3	222	3
9	223	2	222	3	221	4	220	5
10	221	4	221	4	221	4	221	4
平均	222	3	222	3	222	3	222	3

5、「盤子增加重量的平均溢出水量統計表」：



結果：由實驗數據統計表來看，當盤子的重量增加，溢出的水量會減少。

3、實驗四-3：將水杯和盤子放置於適中的塑膠袋中，保持平穩走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：225 ml；平均溢出水水量：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	225	0	225	0	225	0	225	0
2	225	0	225	0	225	0	225	0
3	225	0	225	0	225	0	225	0
4	225	0	225	0	225	0	225	0
5	225	0	225	0	225	0	225	0
6	225	0	225	0	225	0	225	0
7	225	0	225	0	225	0	225	0
8	225	0	225	0	225	0	225	0
9	225	0	225	0	225	0	225	0
10	225	0	225	0	225	0	225	0
平均	225	0	225	0	225	0	225	0

4、實驗四-4：將水杯和盤子放置於適中的塑膠袋中，輕微搖晃走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：225 ml；平均溢出水水量：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	225	0	225	0	225	0	225	0
2	225	0	225	0	225	0	225	0
3	225	0	225	0	225	0	225	0
4	225	0	225	0	225	0	225	0
5	225	0	225	0	225	0	225	0
6	225	0	225	0	225	0	225	0
7	225	0	225	0	225	0	225	0
8	225	0	225	0	225	0	225	0
9	225	0	225	0	225	0	225	0
10	225	0	225	0	225	0	225	0
平均	225	0	225	0	225	0	225	0

5、從實驗四的結果發現，將水杯連同平盤放入過大的塑膠袋中，容易造成重心不穩而造成水大量溢出；而放入適中的塑膠袋中則輕微搖晃，也不會使水溢出。

五、實驗五：改良端提水杯的方法，在平盤上加提繩，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量。

1、實驗五-1：平盤上加兩條提繩，保持平穩走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：加兩條提繩的平盤始終無法平衡，只要一放開，水就直接打翻，因此無法完成。

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量
1	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---
3	---	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---	---	---
平均	---	---	---	---	---	---	---	---

2、實驗五-2：平盤上加三條提繩，保持平穩走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：225 ml；平均溢出水量：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量
1	225	0	225	0	225	0	225	0
2	225	0	225	0	225	0	225	0
3	225	0	225	0	225	0	225	0
4	225	0	225	0	225	0	225	0
5	225	0	225	0	225	0	225	0
6	225	0	225	0	225	0	225	0
7	225	0	225	0	225	0	225	0
8	225	0	225	0	225	0	225	0
9	225	0	225	0	225	0	225	0
10	225	0	225	0	225	0	225	0
平均	225	0	225	0	225	0	225	0

3、實驗五-3：平盤上加三條提繩，輕微搖晃走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：225 ml；平均溢出水水量：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	225	0	225	0	225	0	225	0
2	225	0	225	0	225	0	225	0
3	225	0	225	0	225	0	225	0
4	225	0	225	0	225	0	225	0
5	225	0	225	0	225	0	225	0
6	225	0	225	0	225	0	225	0
7	225	0	225	0	225	0	225	0
8	225	0	225	0	225	0	225	0
9	225	0	225	0	225	0	225	0
10	225	0	225	0	225	0	225	0
平均	225	0	225	0	225	0	225	0

4、實驗五-4：平盤上加四條提繩，保持平穩走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：225 ml；平均溢出水水量：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量	剩餘水量	溢出水水量
1	225	0	225	0	225	0	225	0
2	225	0	225	0	225	0	225	0
3	225	0	225	0	225	0	225	0
4	225	0	225	0	225	0	225	0
5	225	0	225	0	225	0	225	0
6	225	0	225	0	225	0	225	0
7	225	0	225	0	225	0	225	0
8	225	0	225	0	225	0	225	0
9	225	0	225	0	225	0	225	0
10	225	0	225	0	225	0	225	0
平均	225	0	225	0	225	0	225	0

5、實驗五-3：平盤上加四條提繩，輕微搖晃走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：225 ml；平均溢出水量：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量	剩餘水量	溢出水量
1	225	0	225	0	225	0	225	0
2	225	0	225	0	225	0	225	0
3	225	0	225	0	225	0	225	0
4	225	0	225	0	225	0	225	0
5	225	0	225	0	225	0	225	0
6	225	0	225	0	225	0	225	0
7	225	0	225	0	225	0	225	0
8	225	0	225	0	225	0	225	0
9	225	0	225	0	225	0	225	0
10	225	0	225	0	225	0	225	0
平均	225	0	225	0	225	0	225	0

6、由實驗五的實驗結果可以發現：

(1)加兩條提繩時，重心十分不穩，只要一放開手，水就直接打翻，即使重新測量，並找到盤中杯子放置的最佳位置，情況仍然一樣。

(2)加三條提繩和四條提繩的平盤就十分平穩，無論如何晃動，杯子裡的水就像變成果凍一樣，一點也不會溢出來。

六、實驗六：將實驗五的方法應用在提水桶上，在水桶上加提繩，走 5 公尺的距離，測量溢出的水量。

1、實驗六-1：在水桶上加三條提繩(平均在水桶的三端)，裝滿 5000ml 的水，輕微搖晃走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：5000 ml；平均溢出水：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水	剩餘水量	溢出水	剩餘水量	溢出水	剩餘水量	溢出水
1	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
2	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
3	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
4	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
5	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
6	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
7	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
8	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
9	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
10	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
平均	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0

2、實驗六-2：在水桶上加四條提繩(平均在水桶的四端)，裝滿 5000ml 的水，輕微搖晃走 5 公尺的距離，溢出的水量。

結果：平均剩餘水量：5000 ml；平均溢出水：0 ml

(單位：ml)

次數	實驗者一		實驗者二		實驗者三		實驗者四	
	剩餘水量	溢出水	剩餘水量	溢出水	剩餘水量	溢出水	剩餘水量	溢出水
1	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
2	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
3	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
4	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
5	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
6	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
7	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
8	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
9	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
10	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0
平均	7000	0	7000	0	7000	0	7000	0

3、由實驗六的實驗結果：在水桶上加上三條或四條提繩，也可以使水桶的水不會溢出來。

陸、討論

一、討論合適的實驗的器材

我們的實驗中使用的一些免洗餐具，像是塑膠杯、塑膠盤、塑膠湯匙、免洗筷、竹籤…等，主要是因為這些物品方便取得、經濟實惠，而且每個人家中總有這一些免洗餐具，如果用完就丟掉非常浪費，也容易造成環境汙染，所以我們希望透過這個實驗把它們應用在使我們生活更便利的地方。

二、依據實驗結果探討端水杯時，水杯中的水溢出來的原因。

在實驗一中可以發現，當端著水杯移動時，我們的手和身體都在振動，水杯裡的水也會隨著人的走動搖晃產生振盪，如果手振動得厲害，水就溢出較多，當杯中的水振盪頻率與手的振動相同時，水就會振動得很厲害，而溢出杯外。這是共振現象。

從實驗結果來看無論是單手持水杯或雙手端平盤呈著水杯，水溢出的量都差不多。不過，實驗中有時候除了走動時身體產生振動之外，在把水杯放下時有時會產生更大的振動而使水大量溢出來，反而容易造成實驗的誤差，這是實驗是要特別注意的。

三、依據實驗結果探討在水杯中放置物品，能不能使水杯中的水不易溢出

1、從實驗中我們可以發現在裝滿水的水杯中放置吸管、竹籤、免洗筷、塑膠湯匙等可直立於杯子當中的物體，則溢出的水量和完全不放置物體所溢出的水量並沒有太大的差別，可見在水杯中放置可直立的杯中的物體，對減少溢出水量的對沒有什麼影響。我們認為這是因為這些物體直立於杯中，並沒有減少水面的振盪。

2、從實驗中我們可以發現在裝滿水的水杯中放置葉片、珍珠板、影印紙、投影片等可浮在水面上的物體，則溢出的水量比完全不放置物體所溢出的水量減少原來溢出水量的二分之一以上，可見在水杯中放置可浮在水面上的物體，可以有效的減少部分溢出水量的。我們認為這是因為身體和手的振動傳到水杯時，水面振動得很厲害有時還可以看到一圈一圈的波動，而在水面上放上可以浮在水面的物體會破壞水面的波動，因此可以有效的防止水溢出太多。

3、從實驗中我們可以發現在裝滿水的水杯中放置彈珠、黏土、硬幣、小石頭等可以沈在杯底的物體，則溢出的水量和完全不放置物體所溢出的水量有稍微減少，但是比起放置可以浮在水面的物體，它的效果還是沒有那麼好，我們認為那是因為水杯振動時水面的振盪比較厲害，沈在水中的物體並不會影響水面的振盪，我們推測可能是因為沈在水中的物體使整個重量增加，反而使手端盤子的時候較穩定，而產生的振動減少，因此溢出的水才會減少。

四、依據實驗結果探討在盤子上增加重量，能不能使水杯中的水不易溢出。

由實驗三中，發現盤子的整體重量增加可能會使手端盤子的時候較穩定，產生的振動減少，而讓溢出的水減少。不過若是將增加重量的物體加在水杯中影響不大，因此我們將增加重量的黏土放置在盤子四周，而非水杯之中。

由實驗四的數據統計表來看，當盤子的重量增加，溢出的水量會減少。可見增加重量確實能使手端盤子時產生的振動減少。

五、依據實驗結果探討在水杯放置於塑膠袋中，能不能使水杯中的水不易溢出。

從實驗四的結果發現，將水杯連同平盤放入過大的塑膠袋中，杯子的重心不穩而在袋子內產生滑動，造成水大量溢出；將水杯連同平盤放入大小適中的塑膠袋中，即使輕微搖晃，也不會使水溢出，這是因為塑膠袋吸收了手振動產生的振動能量，同時還會將橫向搖動變成以拿著塑膠袋的手為中心的鐘擺運動。因此，水杯中的水隨時承受著離心力，水面隨時與杯子的底面保持平衡。所以，水不會溢出來。難怪我們去買湯或飲料時，老闆都會在塑膠袋底下放一塊厚紙板，應該就是這個原理吧。

六、依據實驗結果探討改良端提水杯的方法，在平盤上加上提繩後，能不能使水杯中的水不易溢出。

- 1、加兩條提繩時，重心十分不穩，只要一放開手，水就直接打翻，即使重新測量，並找到盤中杯子放置的最佳位置，情況仍然一樣。
- 2、而加三條提繩和四條提繩的平盤就十分平穩，無論如何晃動，杯子裡的水就像變成果凍一樣，一點也不會溢出來。我們認為這和塑膠袋的情況一樣，繩子也會吸收手振動產生的力量，而且我們發現繩子必須平均被拉緊，才能達到效果，如果不小心碰到其中一條繩子，就會造成重心不穩不能平衡，水就會溢出來了。

七、依據實驗結果探討能不能將水不溢出水杯的方法應用到水桶。

由前面的實驗我們可以發現加上提繩後，水杯的水幾乎都不會溢出，我們想將這個方法應用到平常提水要用到的水桶上，於是我們在水桶上綁上三條提繩，再試提看看水是否會溢出水桶。由於水桶的水量很多，大約有 8500 ml，我們提起來都非常吃力，經過討論，我們認為平常水桶最多不會將水加到全滿，頂多是八分滿，因此我們將實驗水桶的水量訂在 7000 ml，較適合提動來做實驗。

從實驗六的結果發現，在水桶上加上三條或四條提繩，也可以使水桶的水不會溢出來。在實驗過程中我們觀察到，水桶在提動時，水面會有一些波動，我們認為這是因為水桶水量較多，我們提起來須要較大的力量，實驗到後來力氣不夠的時候，身體的晃動會變大，也比較容易撞到自己的腳，而造成不平衡，使水溢出來。但是即使這樣，用三條提繩還是能減少水溢出的情況。因此，建議提水桶時可以將水桶提把改為三條提繩，那麼在提水桶時水就不會溢出來了。

八、延伸實驗的討論

在這個實驗當中，我們還想到很多延伸的實驗，例如：托盤的大小是否會影響水溢出的量？托盤中的水杯若不只一杯，是否會影響水溢出的量？托盤中的水杯若不只一杯，各水杯的排列方式是否會影響水溢出的量？托盤的形狀是否會影響水溢出的量？水杯的形狀是否會影響水溢出的量？……等，但是礙於時間的緣故，無法一一將我們的想法實驗證實。

柒、結論

- 一、由實驗一的觀察得知，水杯裡的水會溢出來，是因為水杯裡的水隨著人的走動搖晃產生振盪，當杯中的水振盪得與手的振動相同時，水就會振動得很厲害，而溢出杯外。這是共振現象。
- 二、由實驗二的記錄可以知道在水杯中放進吸管、竹籤、免洗筷、塑膠湯匙等立於杯中的物體，對低水波震盪幅度幾乎沒有影響；而在水杯中放進彈珠、黏土、硬幣、小石頭等沈在水中的物體，可以稍微減少水溢出的情況；但水面上放置葉片、珍珠板、影印紙、投影片等浮在水面的物體，則減少水溢出的效果十分明顯。
- 三、由實驗三的記錄可以證明，增加盤子的重量，可以使手部的搖晃振動減少，使得水溢出的量也有減少。
- 四、由實驗四的記錄可以發現將水杯置於平盤中，放到大小適中的塑膠袋再提取移動，則水一點也不會溢出來。不過若放到過大的塑膠袋中，則容易重心不穩而產生滑動，造成水大量溢出。
- 五、由實驗五的記錄可以發現平盤上加三條或四條提繩，即使不停的晃動，也可以使水杯的水完全不會溢出來。因此，我們認為移動水杯，要讓水不會溢出來的方法，最好的就是用塑膠袋和加至少三條提繩的平盤。
- 六、由實驗六的記錄可以發現在水桶上加上三條或四條提繩，也可以使水桶的水不會溢出來。因此，建議提水桶時可以將水桶提把改為三條提繩，那麼在提水桶時水就不會溢出來了。

捌、參考資料

- 一、後藤道夫(著)、王蘊潔(譯)。77個不可思議的科學魔術。方智出版社。p52-53 搖晃水杯，水不會潑出來。(2005年7月)
- 二、趣味物理常識。雪山圖書公司出版。P58-59 挑水時，為什麼在水面上放一片木板或葉子。1987年10月。
- 三、自然科學一本通。幼福文化出版。P364-365。2005年6月。
- 四、牛頓科學研習百科(物理)。牛頓出版社。P10-11、14-15、28-29、36-37。1993年9月。
- 五、鉛直轉動的水桶 http://physical.tcfsh.tc.edu.tw/physical/physdemo/index_1-2.htm

【評語】 080804

本作品探討端拿容器時，如何使其中的液體不易溢出的方法，作者利用實驗找出液體溢出的影響因素與提出解釋，最後找出利用三條提繩可以解決此溢出液體的方法。作品實用性高，且能說明各種實驗結果，為優秀的生活與應用科學作品。