

中華民國第四十七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

第二名

080837

洗衣轉轉轉

學校名稱：嘉義市東區蘭潭國民小學

作者： 小五 陳琦峻 小五 王元岡 小五 蔡丞樺	指導老師： 王姿尹 翁秀玉
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：洗衣球 碰撞 擾流

壹、摘要

我們的實驗目的主要是探討市售洗衣球的洗衣效果，瞭解其特性，進而利用容易獲得的材料製作各種自製洗衣球，嘗試看看哪一種洗衣球洗衣效果最好。至於洗衣效果好壞的評定，是將污水對照色卡的顏色，及測量量筒深度直到看不見底部「+」。洗衣球的主要功能是增加洗衣球和布的碰撞機會與製造擾流大小。經由實驗證明，市售洗衣球中水晶洗衣球洗衣效果最好，但是價格很高。自製洗衣球則是兩個瓶蓋反黏、乒乓球打 14 個洞、細吸管洗衣效果最好，而且這些都是隨手可得的免費材料。

貳、研究動機

有一次，我看到媽媽在洗衣服時，順手丟入幾個洗衣球。她說，很多人都說洗衣球可以讓衣服洗得更乾淨。可是我覺得很懷疑？我們有上網查過資料並沒有人做過相關的研究，也去過很多商店詢問，發現許多人都很懷疑洗衣球的功效，也發現洗衣球有不同的材質、大小、形狀、價格，甚至連「生活智慧王」的節目也有提到自製洗衣球。所以我們覺得如果可以找出洗衣效果好的洗衣球，就可以減少洗衣粉的用量、減少水污染，達到環保的功效。基於好奇心的驅使，我們決定藉由科展的機會，解開心中的疑惑。

教材相關性

六下牛頓版 第三單元：能源利用和空氣污染；第四單元：愛護自然環境。

參、研究目的

研究一、各種物品在洗衣機中的分佈範圍

實驗一：布和市售洗衣球在洗衣機中的分佈範圍如何？

實驗二：自製洗衣球在洗衣機中的分佈範圍如何？

研究二、市售洗衣球的洗衣效果

實驗一：小十字洗衣球的數量會影響洗衣效果嗎？

實驗二：市售洗衣球的種類會影響洗衣效果嗎？

實驗三：布的數量會影響洗衣效果嗎？

研究三、自製洗衣球的洗衣效果

實驗一：乒乓球的洞數會影響洗衣效果嗎？

實驗二：塑膠瓶內的水量會影響洗衣效果嗎？

實驗三：布裝內容物的種類會影響洗衣效果嗎？

實驗四：瓶蓋的組合方式會影響洗衣效果嗎？

實驗五：吸管的粗細會影響洗衣效果嗎？

肆、研究設備器材

小型洗衣機、洗衣球：小十字、大十字、水晶、乒乓球、保麗龍球、塑膠瓶、布、彈珠、bb 彈、瓶蓋、保麗龍膠、線香、吸管、色卡、白布、墨汁、燒杯、試管、試管架、滴管、自製滴管架、橡皮筋、圓柱杯。

伍、研究方法、結果與討論

製作髒布的方法

一、10×10(平方公分)的正方形白布，用橡皮筋固定在圓柱杯。(圖 1)

(髒布一律不重覆使用)。

二、以自製滴管架將墨汁從高 5 公分處滴下 10 滴。每 3 秒滴 1 滴，等待 5 分鐘。(圖 2、3)



使用墨汁的原因 基於下列二項理由，我們使用墨汁。

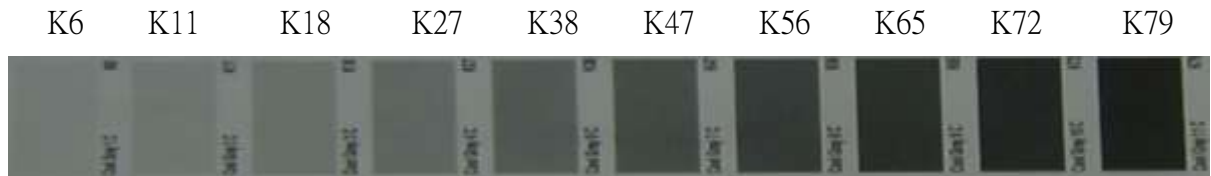
一、「醬油」不行：醬油的顏色實在太淺，一滴墨汁可能就黑過一瓶醬油了。

二、「會褪色的布」不行：到布行買最容易褪色的布，可是褪出來的水的顏色仍然太淺。

觀察洗衣效果的兩種方法

將窗簾拉上、教室電燈全部打開，固定同一個位置，各由二位同學負責測量工作，減少誤差。

一、色卡：燒杯取出污水，滴管裝到試管的一半，用色卡對照顏色。



二、量筒深度：用電腦打「+」列印出來，用滴管慢慢將污水滴入量筒中，直到看不到「+」為止，紀錄數據(ml)。

洗衣機的運轉方式

查資料發現，洗衣球的功能在於增加洗衣球和布的碰撞機會與製造擾流，但這只是推測，實際觀察發現，洗衣機製造漩渦模式是：「旋轉→中途靜止→反方向旋轉」。在5分鐘內共製造37次旋轉，在「中途靜止→反方向旋轉」之間，會打亂布與洗衣球的分佈，增加布與洗衣球的碰撞。

研究一：各種物品在洗衣機中的分佈範圍如何？

我們先以小十字、大十字、水晶洗衣球先進行實驗，由實驗結果了解洗衣效果較好的洗衣球特性，再用這些特性來設計自製洗衣球，所以從日常生活中找到乒乓球、保麗龍球、塑膠瓶、布包彈珠或 bb 彈、瓶蓋、吸管製成各種自製洗衣球，先觀察它們在洗衣機中的分佈範圍。

實驗一：布和市售洗衣球在洗衣機中的分佈範圍

一、操縱變因：各種物品 甲:布 乙:小十字 丙:大十字 丁:水晶洗衣球

二、實驗方法：

洗衣機加入 8 公升的水量，依序將各種物品丟入，觀察洗衣機靜止和運轉時，物品的分佈範圍。

洗衣機中的水體分成上中下三層，以敘述分佈範圍。(圖 4~6)



三、結果： 表一：布與各種市售洗衣球在洗衣機靜止和運轉時的分佈範圍

洗衣機狀態 各種物品		靜止時	運轉時				
			分佈範圍	上	中	下	
100 平方公分的布		沉在水底	上中下 圖 8		5"	1' 48"	2' 14"
小十字	1 顆	沉在水底 圖 9	中下 圖 10		0"	3"	隨時
	5 顆				0"	34"	隨時
大十字	1 顆	浮在水面下 圖 11	上中下 圖 12		73"	49"	隨時
	5 顆				1' 13"	隨時	隨時
水晶	1 顆	浮在水面下 圖 13	上中下 圖 14		68"	34"	隨時
	5 顆				1' 47"	隨時	隨時

四、討論

(一)洗衣機靜止時，洗衣球的位置：

- 1.沉在水底— 布、小十字。
- 2.浮在水面下— 大十字、水晶。

(二)洗衣機運轉時，5 顆洗衣球的分佈範圍：

- 1.上中下一布(偶爾到上層)、大十字、水晶。
- 2.中下一小十字。(下層的時間最多)

(三) 大十字和水晶洗衣球的特性可以半沉浮在水面，所以洗衣機運轉時製造的漩渦會將洗衣球拉到下層，中途靜止時，洗衣球又會快速浮到水面上，所以在水中的分佈範圍較廣。而且洗衣球數量越多，分佈在各層的秒數較多。

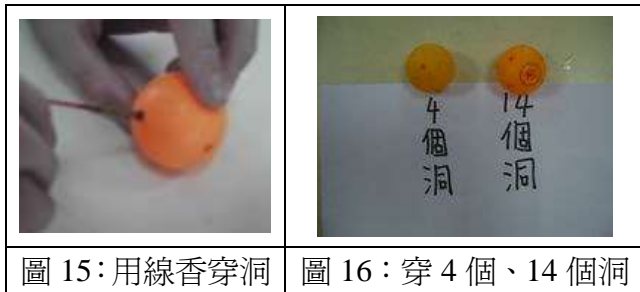
實驗二：自製洗衣球在洗衣機中的分佈範圍

一、操縱變因：各種物品 甲：乒乓球 乙：塑膠瓶+水 丙：布包東西

丁：瓶蓋洗衣球 戊：吸管洗衣球

二、實驗方法：自製洗衣球作法如下，實驗操作同實驗一。

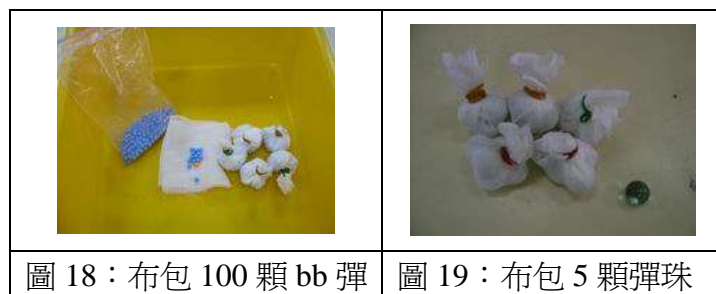
乒乓球的作法



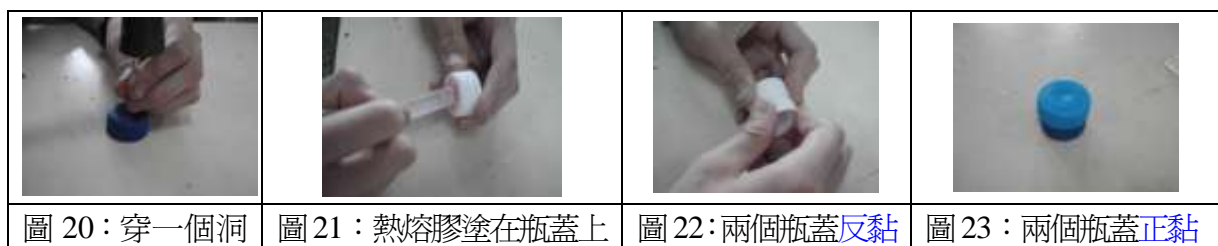
塑膠瓶+水的作法



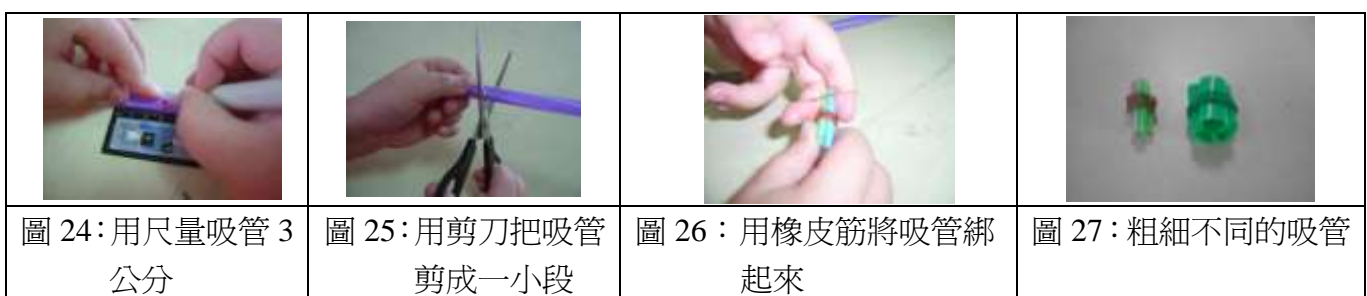
布包東西的作法



瓶蓋洗衣球的作法


























吸管洗衣球的作法



三、結果：

表二：自製洗衣球在洗衣機中靜止和運轉時的分佈範圍

洗衣機狀態 各種物品		靜止時	運轉時分佈範圍		
乒乓球(無洞) 保麗龍球		浮在水面上	全部都在中間漩渦旋轉		
乒乓球	4 個洞	洞進水後會慢慢沉到底 圖 28		1.沒有完全進滿水的球會在中間漩渦旋轉； 2.進水的球在中下層，中途靜止時會爆衝到上層。圖 29	
	14 個洞	洞快速進水後沉到底 圖 30		會在中下層旋轉，偶爾到上層。 圖 31	
塑膠瓶	半瓶水	半瓶水浮出水面較多 圖 32		中間漩渦旋轉，有時橫躺有時直立，旋轉直徑較小。 圖 33	
	一瓶水	浮出水面的部份一點點 圖 34		橫躺在下層旋轉，偶爾會直立在中央漩渦轉。(直徑 10cm) 圖 35	
布包東西	彈珠*5	沉在底部 圖 36		在底部偶爾移動 圖 37	
	bb 彈*100	浮在水面下 圖 38		會在上中下層旋轉 圖 39	
瓶蓋	無加工	浮在水面下 圖 40		分佈上中下層，但是下沉上浮速度慢。 圖 41	
	1 個洞	浮在水面下 圖 42		分佈上中下層，但是下沉上浮速度慢。 圖 43	
	2 個反黏	浮在水面下 圖 44		分佈上中下層，但是下沉上浮速度快。 圖 45	
	2 個正黏	浮在水面上 圖 46		全部都在中間漩渦旋轉 圖 47	
吸管	細	浮在水面上 圖 48		分佈上中下層，路徑不固定，繞的圈數較多。 圖 49	
	粗	浮在水面下 圖 50		分佈上中下層，路徑固定，繞的圈數較少。 圖 51	

四、討論：

(一)洗衣機靜止時，洗衣球的位置：

- 1.沉在水底：布包彈珠、乒乓球打4、14個洞。
- 2.浮在水面下：塑膠瓶+一瓶水、布包 bb 彈、瓶蓋無加工、瓶蓋打一個洞、兩個瓶蓋反黏、粗吸管。
- 3.浮在水面上：乒乓球、保麗龍球、兩個瓶蓋正黏、細吸管。
- 4.水面上下各一半： 塑膠瓶+半瓶水。

(二)洗衣機運轉時，洗衣球的分佈範圍：

- 1.上中下：乒乓球4個洞(爆衝到上層)、乒乓球14個洞(偶爾到上層)、布包 bb 彈、瓶蓋無加工、瓶蓋打一個洞、兩個瓶蓋反黏、粗吸管、細吸管。

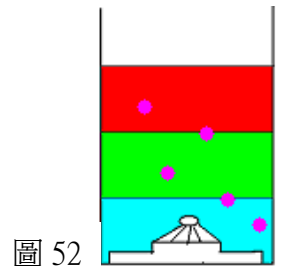
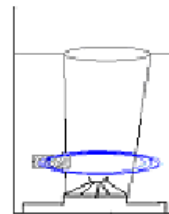


圖 53

- 2.下：塑膠瓶+一瓶水(橫躺在下層旋轉)



- 3.中央漩渦內：乒乓球、保麗龍球、塑膠瓶+半瓶水、兩個瓶蓋正黏。

圖 54

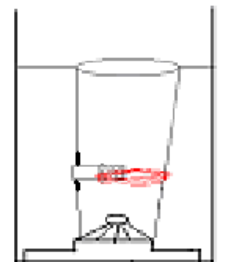
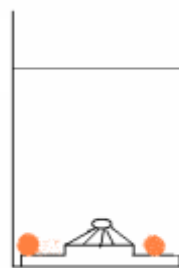


圖 55

- 4.只在凹槽中偶而移動：布包彈珠。



研究二：市售洗衣球的洗衣效果

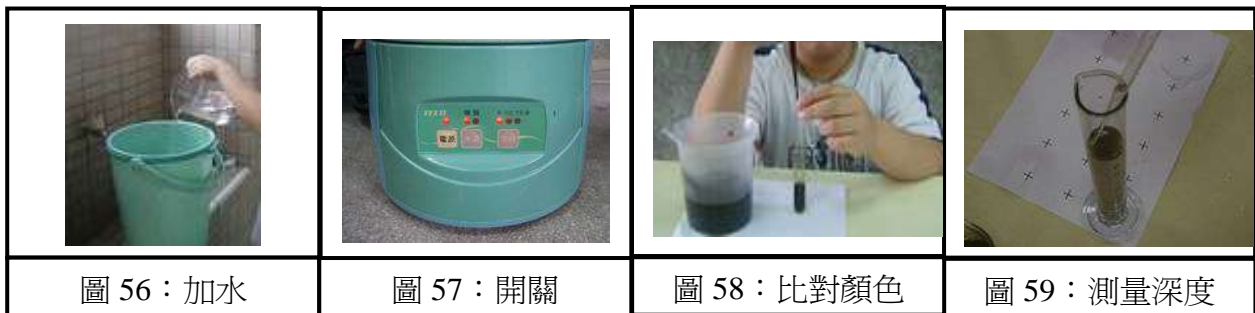
實驗一：小十字洗衣球的數量會影響洗衣效果嗎？

一、操縱變因：洗衣球的數量 甲：0顆 乙：1顆 丙：5顆 丁：10顆 戊：20顆

應變變因：測量 洗衣水顏色的深淺（對照色卡、量筒深度）

二、實驗方法：

- 1.洗衣機加入 8 公升水量。(圖 56)
- 2.髒布(請參考 p.2)放入洗衣機，定時 5 分鐘、轉速強。(圖 57)
- 3.測量污水的髒汙程度（請參考 p.3）。（圖：58、59）
- 4.分別加入 1、5、10、20 顆小十字洗衣球，重複以上步驟。



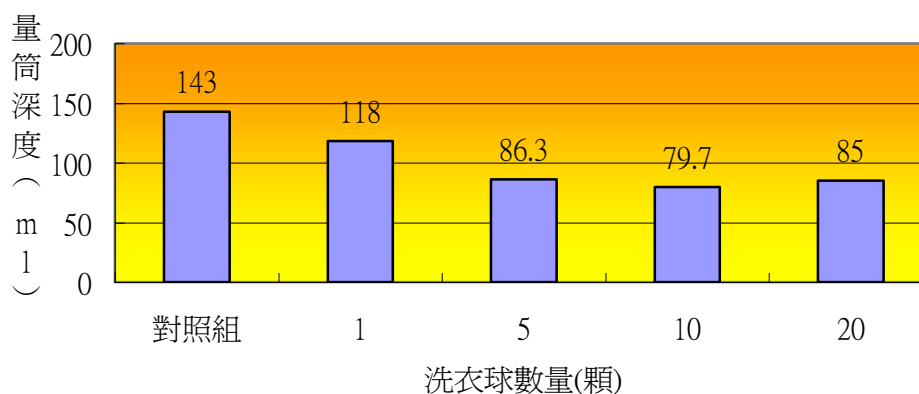
三、結果：

表三：小十字洗衣球不同數量的洗衣效果

小十字洗衣球		污水結果	量筒深度(ml)	色卡編號	洗衣效果
對照組 無洗衣球 只有髒布	1	139	K11	最差	
	2	149	K11		
	3	141	K11		
	平均	143.0	K11		
1 顆	1	112	K27	差	
	2	119	K18		
	3	123	K18		
	平均	118.0	K18~K27		
5 顆	1	93	K38	好	
	2	85	K38		
	3	81	K38		
	平均	86.3	K38		
10 顆	1	80	K38	好	
	2	78	K38		

	3	81	K38	
	平均	79.7	K38	
20 顆	1	86	K38	好
	2	80	K38	
	3	89	K38	
	平均	85.0	K38	

小十字洗衣球數量對洗衣效果的影響



註：量筒深度：污水倒入量筒，直到看不見底部「+」記號的刻度。

刻度越少，代表污水越髒，洗衣效果越好。

四、討論：

- 1.當清洗物品是一塊面積 100 平方公分的髒布，洗衣球 0-5 顆的範圍內，數量越多，洗衣效果越好。但是 5 顆以後，即使洗衣球數量增加，洗衣效果差異不大。所以接下來的實驗，都使用 5 顆洗衣球進行實驗。
- 2.原以為，洗衣球顆數越多，與布的碰撞機會越大，應該洗衣效果更好，但是只有一塊布，而且實際仔細觀察運轉情形發現：顆數越多時，中央旋渦越深，帶動洗衣球的動力雖然變大，變成布與洗衣球很規律地旋轉，反而更沒有機會碰撞；而且在中途換方向時，洗衣球回轉的速度會更慢，碰撞布的機會就會減少。所以洗衣球數量在 5 顆之後，洗衣效果是差不多的。

實驗二：市售洗衣球的種類會影響洗衣效果嗎？

爲了瞭解市售洗衣球有哪些特性可以增加洗衣效果，所以針對下列三種探討



大小



形狀



材質

一、操縱變因：市售洗衣球的種類

二、實驗方法：與實驗一相同，但洗衣球改爲 5 顆的

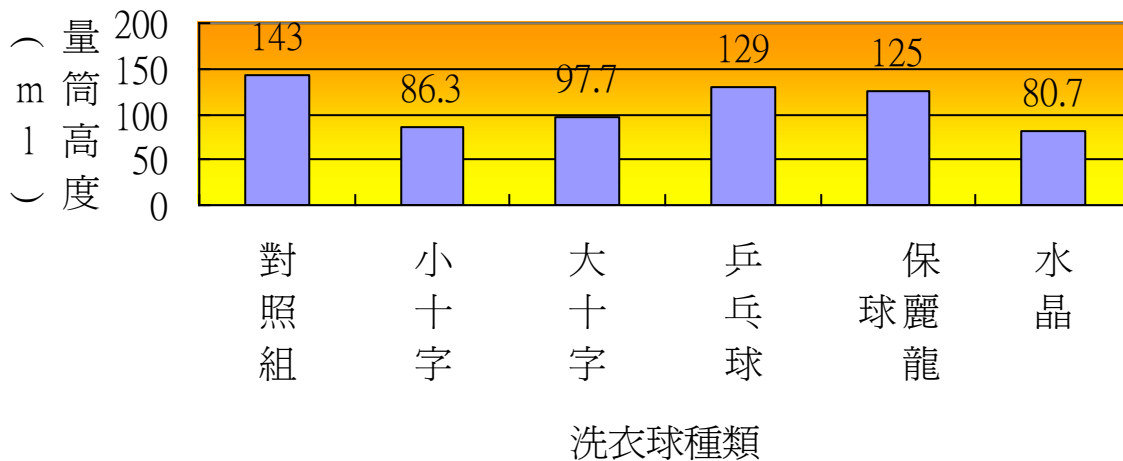
甲：小十字(直徑 4.5cm) 乙：大十字(直徑 6cm)

丙：乒乓球(塑膠球) 丁：保麗龍球 戊：水晶

三、結果： 表四：各種市售洗衣球的洗衣效果

市售洗衣球		污水結果	量筒深度(ml)	色卡編號	洗衣效果
對照組 無洗衣球只有髒布		平均	143	K11	最差
小十字	1		93	K38	好
	2		85	K38	
	3		81	K38	
	平均		86.3	K38	
大十字	1		93	K38	差
	2		104	K27	
	3		96	K38	
	平均		97.7	K27~K38	
乒乓球(塑膠球)	1		128	K11	最差
	2		132	K11	
	3		127	K11	
	平均		129.0	K11	
保麗龍球	1		124	K18	最差
	2		122	K18	
	3		129	K11	
	平均		125.0	K11~K18	
水晶	1		80	K38	最好
	2		84	K38	
	3		78	K47	
	平均		80.7	K38~K47	

市售洗衣球種類



四、討論：

(一)大小不同

小十字洗衣球的洗衣效果比大十字好。因為運轉時，小十字分佈在中下層較多，大十字因為會分佈在上層，所以在中下層的較少，就顆數而言，髒布與小十字的碰撞機會較大。



大小

(二)形狀不同

1.小十字洗衣球的洗衣效果比圓形（乒乓球）好。



形狀

2.經由討論歸納出兩個原因：

(1)圓形洗衣球丟入水中會浮在水面（圖 60），運轉時，只會在中央旋渦裡旋轉，和布的碰撞機會較小。而小十字洗衣球丟入水中雖會沉在底部（圖 61），但運轉時，會分佈在中下層，和布的碰撞機會較大。

(2)根據觀察，因為圓形周圍平滑、小十字周圍凹凸明顯，所以小十字洗衣球產生的擾流較多，則水流和布的接觸機會也較大。

(三)材質不同

1.水晶洗衣球的洗衣效果比塑膠球、保麗龍球好。



2.經由討論歸納出兩個原因：

(1)塑膠和保麗龍洗衣球丟入水中會浮在水面（圖 60），運轉時，只會在中央旋渦裡旋轉。水晶洗衣球丟入水中會浮在水面下（圖 62），運轉時，會分佈在上中下層。所以水晶洗衣球和布的碰撞機會較大。

(2)水晶洗衣球的設計，是空心且表面有很多小洞。根據觀察，水晶洗衣球容易產生擾流，因此水流和布的碰撞機會也較大。

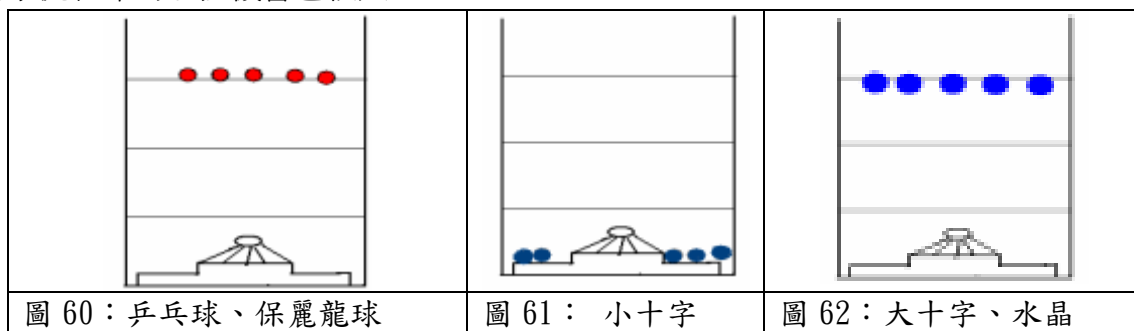


圖 60：乒乓球、保麗龍球

圖 61：小十字

圖 62：大十字、水晶

實驗三：布的數量會影響洗衣效果嗎？

一、操縱變因：布的數量 甲：1塊布 乙：5塊布 丙：10塊布。

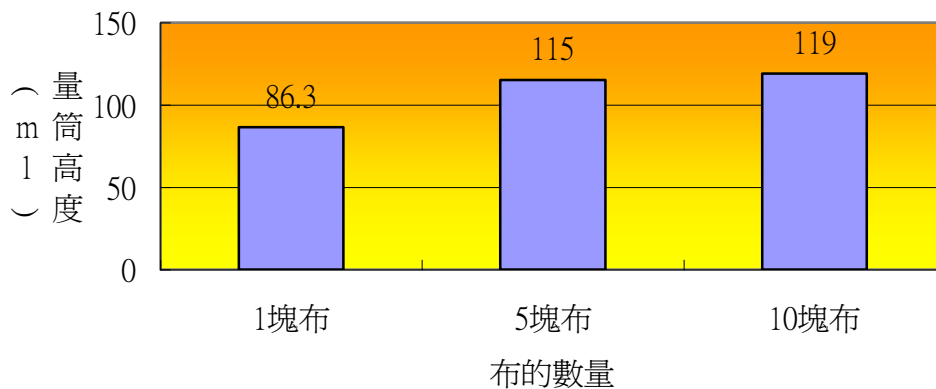
二、實驗方法：與實驗一相同，但洗衣球改為5顆的小十字。

三、結果：

表五：不同數量的布的洗衣效果

布的數量	污水結果		量筒深度(ml)	色卡編號	洗衣效果
	1	2			
1 塊布	1	93	93	K38	好
	2	85	85	K38	
	3	81	81	K38	
	平均	86.3	86.3	K38	
5 塊布	1	114	114	K27	差
	2	112	112	K27	
	3	119	119	K27	
	平均	115.0	115.0	K27	
10 塊布	1	115	115	K27	差
	2	120	120	K18	
	3	122	122	K18	
	平均	119.0	119.0	K18~K27	

布的數量對洗衣效果的影響



四、討論：

- 1.1 塊布洗衣效果最好，5、10 塊布洗衣效果差。
2. 因為都固定滴 10 滴墨汁，所以布數越多，墨汁面積越小，洗衣球碰撞墨汁的機會越低。



圖 63：一塊布



圖 64：五塊布

從市售洗衣球的實驗中，發現水晶洗衣球的洗衣效果最好，而它有以下特點：

- 一、圓形中空，表面有很多小洞，所以水可以流進流出，產生較多的擾流。當洗衣機運轉時，洗衣球也可以離開中央漩渦。
- 二、當洗衣球放入水中時，會半沉浮在水面中，所以當洗衣機運轉時，會隨著漩渦到下層。當中途靜止時，會快速浮到水面，所以洗衣球可以擴大分佈範圍，增加與布的碰撞機會。

從生活中常用物品中，我們設計出五類的自製洗衣球：

- 一、乒乓球打 4、14 個洞的洗衣球。
- 二、塑膠瓶裝水。
- 三、瓶蓋無加工、打 1 個洞、正黏、反黏的洗衣球。
- 四、橡皮筋綁細、粗吸管的洗衣球。
- 五、布裝彈珠、bb 彈的洗衣球。

研究三：自製洗衣球的洗衣效果

實驗一：乒乓球的洞數會影響洗衣效果嗎？

一、操縱變因：乒乓球的洞數

二、實驗方法：與研究二的實驗一相同，但洗衣球改為 5 顆的

甲：4 個洞 乙：14 個洞

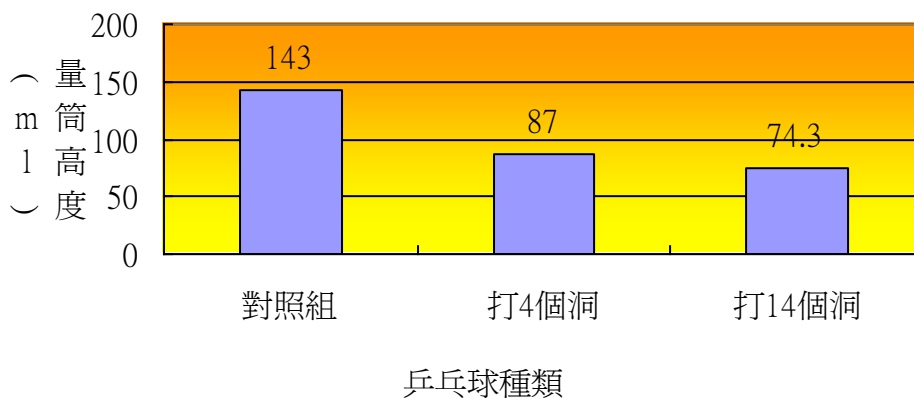


三、結果：

表六：不同洞數的乒乓球的洗衣效果

自製乒乓球洗衣球		污水結果	量筒深度(ml)	色卡編號	洗衣效果
對照組 無洗衣球只有髒布	平均		143	K11	最差
打 4 個洞	1		91	K38	好
	2		90	K38	
	3		80	K38	
	平均		87.0	K38	
打 14 個洞	1		71	K47	最好
	2		75	K47	
	3		77	K47	
	平均		74.3	K47	

自製乒乓球種類



四、討論：

14 個洞的乒乓球效果較好，因為 14 個洞的乒乓球容易進水、快速下沉，運轉時分佈在中下層的機會較大，所以與布的碰撞機會也較大。

實驗二：塑膠瓶內的水量會影響洗衣效果嗎？

一、操縱變因：塑膠瓶內的水量

二、實驗方法：與實驗一相同，但洗衣球改為 1 瓶的

塑膠瓶裝 甲：半瓶水 乙：一瓶水

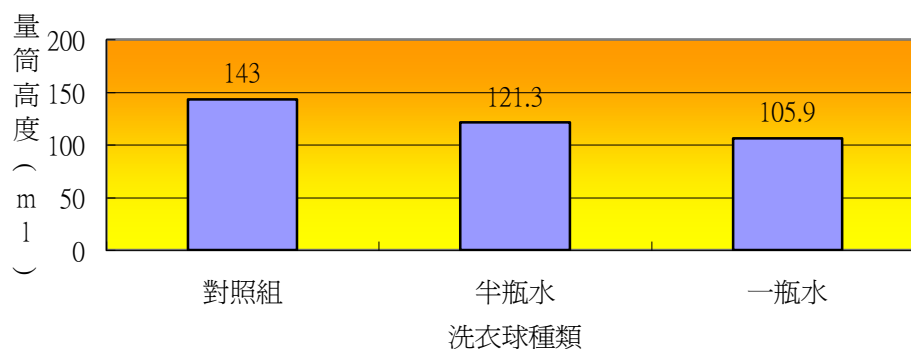
三、結果：



表七：不同水量的塑膠瓶的洗衣效果

自製塑膠瓶洗衣球		污水結果	量筒深度(ml)	色卡編號	洗衣效果
對照組 無洗衣球只有髒布	平均		143	K11	最差
塑膠瓶+半瓶水	1		120	K18	差
	2		124	K18	
	3		120	K18	
	平均		121.3	K18	
塑膠瓶+一瓶水	1		106	K27	好
	2		110	K27	
	3		102	K27	
	平均		105.9	K27	

塑膠瓶+水對洗衣效果的影響



四、討論：

「塑膠瓶裝一瓶水」洗衣效果比半瓶水好。因為一瓶水會橫躺在下層旋轉，偶爾在中央漩渦，半瓶水則是在中央漩渦旋轉，無法與布接觸。

實驗三：布裝內容物的種類會影響洗衣效果嗎？

一、操縱變因：布裝內容物的種類



二、實驗方法：與實驗一相同，但洗衣球改為 5 組的

布裝 甲：5 顆彈珠 乙：100 顆 bb 彈

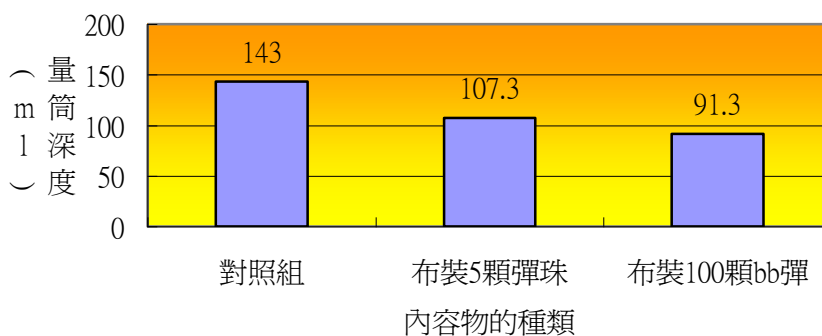


三、結果：

表八：不同內容物的布的洗衣效果

自製包裝洗衣球		量筒深度(ml)	色卡編號	洗衣效果
對照組 無洗衣球只有髒布	平均	143	K11	最差
布裝 5 顆彈珠	1	110	K27	差
	2	112	K27	
	3	100	K27	
	平均	107.3	K27	
布裝 100 顆 bb 彈	1	91	K38	好
	2	95	K38	
	3	88	K38	
	平均	91.3	K38	

布裝內容物的種類的洗衣效果



四、討論：

布裝 100 顆 BB 彈的洗衣效果比較好。因為 BB 彈的洗衣球丟入水中會浮在水面，運轉時，會分佈在上中下層。彈珠洗衣球丟入水中會沉在水底，運轉時，偶爾在底部移動，所以 BB 彈和布的碰撞機會較大。

實驗四：瓶蓋的組合方式會影響洗衣效果嗎？

一、操縱變因：瓶蓋的組合方式

二、實驗方法：與實驗一相同，但洗衣球改為 5 組的瓶蓋

甲：無加工 乙：1 個洞

丙：2 個反黏 丁：2 個正黏

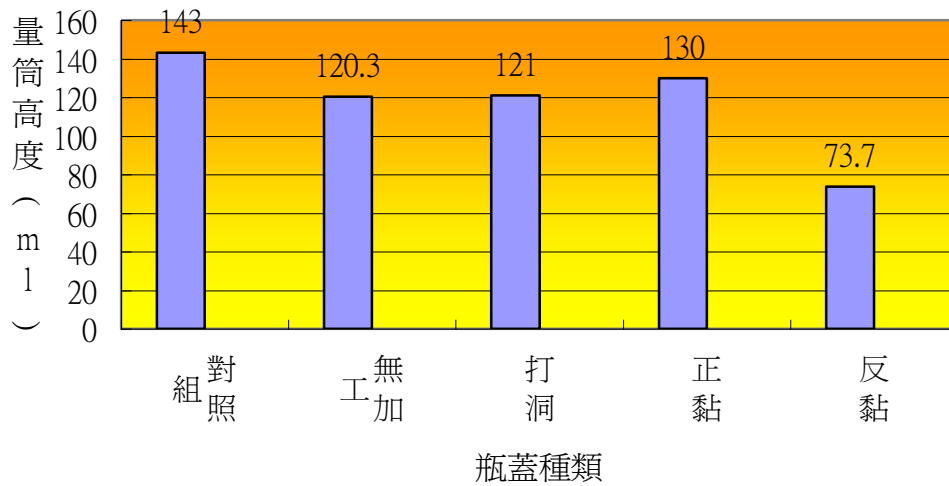
三、結果：



表九：各種組合方式的瓶蓋的洗衣效果

自製瓶蓋洗衣球		污水結果	量筒深度 (ml)	色卡編號	洗衣效果
對照組 無洗衣球只有髒布	平均		143	K11	最差
1 個瓶蓋無加工	1		125	K18	差
	2		122	K18	
	3		114	K27	
	平均		120.3	K18~K27	
1 個瓶蓋打洞	1		118	K27	差
	2		120	K18	
	3		125	K18	
	平均		121.0	K18~K27	
兩個瓶蓋反黏	1		81	K38	最好
	2		70	K47	
	3		70	K47	
	平均		73.7	K38~K47	
兩個瓶蓋正黏	1		131	K11	最差
	2		133	K11	
	3		126	K18	
	平均		130.0	K11~K18	

瓶蓋洗衣效果



四、討論：

1. 兩個瓶蓋反黏效果最好。因為運轉時，會分佈在上中下層，並且靜止時，上浮下沉速度快，與布的碰撞機會較大。
2. 瓶蓋無加工和瓶蓋打一個洞效果排名第二。因為運轉、停止時，下沉上浮速度慢。而兩者效果差不多，因為一個小洞影響不大。
3. 兩個瓶蓋正黏洗衣效果最差。因為運轉時，只會在中央漩渦旋轉。

實驗五：吸管的粗細會影響洗衣效果嗎？

一、操縱變因：吸管的粗細

二、實驗方法：與實驗一相同，但洗衣球改為 5 組的

甲：細吸管 乙：粗吸管

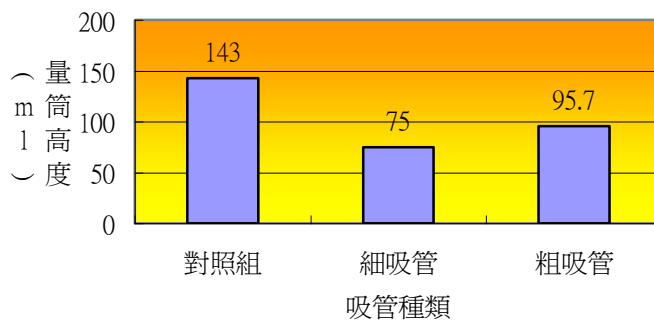
三、結果：

表十：不同粗細的吸管的洗衣效果

自製吸管洗衣球		污水結果	量筒深度(ml)	色卡編號	洗衣效果
對照組 無洗衣球只有髒布	平均		143	K11	最差
細吸管	1		73.5	K47	最好
	2		72.5	K47	
	3		79	K47	
	平均		75.0	K47	
粗吸管	1		99	K38	好
	2		94	K38	
	3		94	K38	
	平均		95.7	K38	



吸管洗衣球洗衣效果



四、討論：

細吸管洗衣效果比粗吸管好，原因有兩個：

1. 細吸管在洗衣機運轉時繞的圈數比較多。
2. 細吸管容易亂跑，因為細吸管的洞比較小，水比較不容易進去，所以細吸管不容易受到水流控制，與布的碰撞機會較大。

陸、結論

一、當水量八公升的小型洗衣機，清洗物品是一塊 100 平方公分的布時，以小十字洗衣球數量建議為 5 顆，數量增加對洗衣效果差異不大。

二、根據實驗結果，當清洗物品是一塊 100 平方公分的布時：

(一)洗衣效果**最好**：乒乓球打 14 個洞、兩個瓶蓋反黏、細吸管。

(二)洗衣效果**好**：水晶洗衣球、小十字洗衣球、乒乓球打 4 個洞、布裝 100 顆 BB 彈、粗吸管。

(三)洗衣效果尚可：大十字洗衣球、塑膠瓶+一瓶水、布裝 5 顆彈珠、1 個瓶蓋無加工、1 個瓶蓋打洞。

(四)洗衣效果差：乒乓球、保麗龍球、塑膠瓶+半瓶水、兩個瓶蓋正黏。

三、洗衣效果好的洗衣球應該具有以下特性：

(一)靜止時浮在水面下：運轉時可被漩渦帶到中下層，中途靜止時，會浮到上層，所以可以擴大洗衣球的分佈範圍。

(二)運轉時能分佈在上中下層，而且上浮下沉速度要快。

(三)表面有洞，使水流在洗衣球中流通，導致旋轉路徑不規則，否則就會像保麗龍球、乒乓球只會在中央漩渦旋轉。

四、根據以上特性，我們建議不需花錢購買市售洗衣球，可以在家裡使用隨手可得的物品，例如：瓶蓋、吸管、乒乓球自製洗衣球，同時減少洗衣粉的使用量，進而達到清潔衣物又環保的功效。

柒、參考資料

一、生活 100 招-把衣服洗得更乾淨（無日期）。生活智慧王。取自：

<http://bbs.mychat.to/read.php?tid=8906>

二、艾力克。洗衣球原理。民 96 年 4 月 13 日。

取自：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1007041301947>

三、易用環保洗衣球消費者的答問題。（無日期）。易信寶國際公司。取自

<http://www.eswash.com/question.htm>

捌、其他

特別感謝***老師推薦我們參加全國科展比賽，並且分文不收親自搭火車冒著大雨到學校來指導我們，使我們能夠有新的方向將作品修改地更好，在此對他致上最高的敬意與謝意，也希望我們的努力不會辜負他老人家的好意。

【評 語】 080837 洗衣轉轉轉

1. 本作品旨在探討市售洗衣球之洗衣效果透過各種洗衣球形狀及在水槽之分佈狀況，進行一系列之實驗，以期分析其對洗衣粉用量，減少水污染，達到環保成效之影響，作了相當詳實的探討。
2. 本文若能在量測指標之選取，作更加具體有效及量化的改善，成效將可更彰顯。