

中華民國 第 50 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

最佳創意獎

080817

「粒粒」皆辛苦

學校名稱：臺北市北投區石牌國民小學

作者： 小六 陳鎮宇	指導老師： 王藝閔 藍清淵
-------------------	-----------------------------

關鍵詞：骰子、離心力、摩擦力

「粒粒」皆辛苦

摘要：

「粒粒」皆辛苦這項研究主要是探討離心力的運用，從研究結果中，我發現各種影響骰子塔成功機率的因素，包括在何種環境下、運用何種杯子以及何種大小的骰子最容易成功疊出骰子塔。比較特別的是，我是一位左撇子，因此整個研究過程圖全是以慣用左手者的姿勢來研究。經過這次的研究，我了解到骰子塔的成功在於離心力與摩擦力的應用，只要能確實做到收骰子、兩種擺動杯子的方式以及在桌面上滑行並快速停住，便能在兩分鐘之內疊出骰子塔。

壹、研究動機

「粒粒」皆辛苦這個題目看似冷門卻也深奧，因為台灣本身沒有這一方面的達人，僅偶爾在節目上見到這種奇特的表演。回想起第一次在電視節目「幸福家庭計畫」裡看到骰子塔，它像神奇的魔法一樣，非常不可思議，從此骰子塔深深地吸引了我。後來，我又在另一個電視節目看到更神奇的表演，更多的花式和絕招、快速搖動的杯子和成功堆疊出的骰子塔景象在我眼前飛過，令人直呼神奇。骰子塔究竟如何成功的？這個謎一直在我的心裡環繞，終於，抓到了這項難得的機會讓我好好研究一番，解開骰子塔的謎！


貳、研究目的

- 一、研究骰子塔各種收骰子的方式。
- 二、找出最有效的方法在兩分鐘內成功疊出骰子塔。
- 三、研究骰子體積是否影響骰子塔的成功機率。
- 四、研究桌面材質是否影響骰子塔的成功機率。
- 五、研究杯子高度是否影響骰子塔的成功機率。

參、研究設備及器材

一、工具：

- (一)骰子：邊長分別為 0.9cm、1.2cm、1.5cm 的骰子，以下稱為小骰子、中骰子、大骰子。
- (二)杯子：杯口直徑 6.5cm、高度 8.5cm 的杯子。
- (二)桌面：刻痕木地板、木桌、墊子粗糙面、墊子平滑面、撞球檯、塑膠桌、玻璃桌。
- (三)高度不同的保特瓶：8cm、10cm、12cm、14cm、16cm 寶特瓶。

			
骰子大小比較	杯子	刻痕木地板	木桌
			
墊子粗糙面	墊子平滑面	撞球檯	塑膠桌
			
玻璃桌	高度不同的保特瓶		

肆、研究過程或方法

一、研究骰子塔各種收骰子方式：

- (一)參考書籍與網路上的收骰子方式，試驗並找出最好的收骰子方式。

二、找出最有效的方法在兩分鐘內成功疊出骰子塔：

- (一)試驗並找出最好的擺動杯子的方式。
- (二)試驗並找出最好的杯子在桌面上滑行的方式。

三、研究骰子體積是否影響骰子塔的成功機率：

- (一)以各種體積的骰子兩顆、三顆、四顆分別試驗骰子塔的成功機率。

四、研究桌面材質是否影響骰子塔的成功機率：

- (一)以各種材質的桌面和各種體積的骰子兩顆、三顆、四顆分別試驗骰子塔的成功機率。

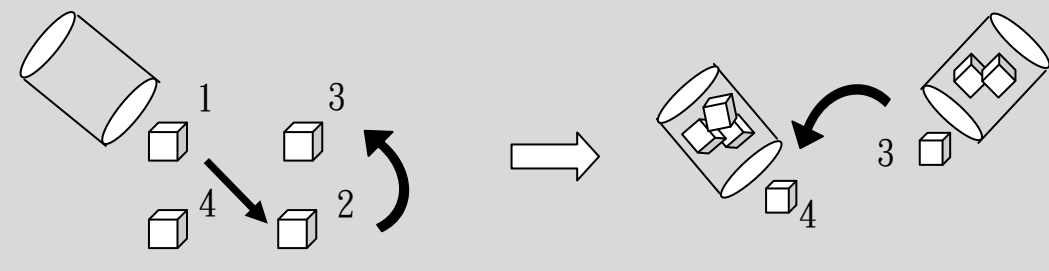
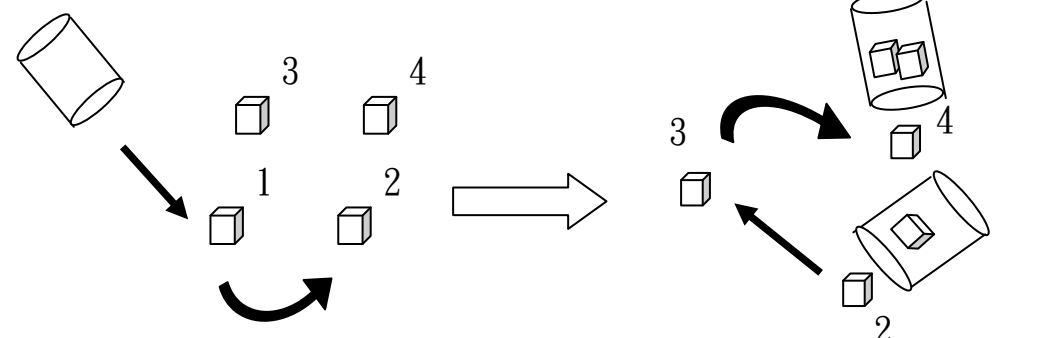
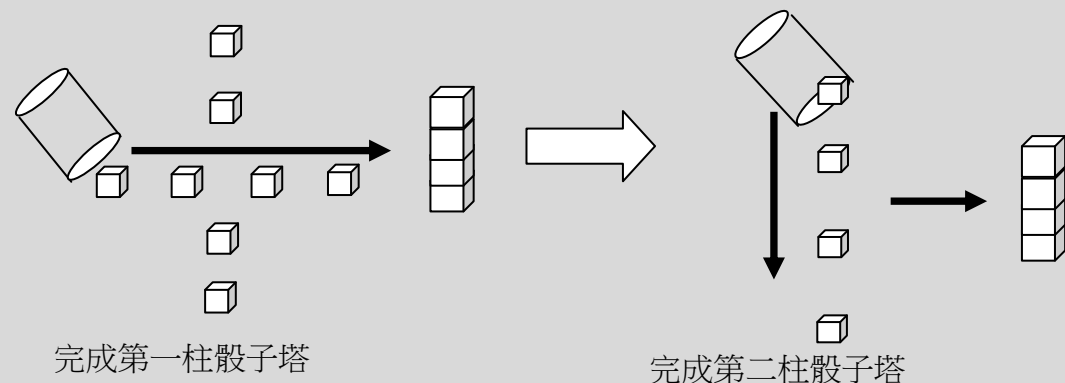
五、研究杯子高度是否影響骰子塔的成功機率：

- (一)以各種高度的杯子和各種體積的骰子兩顆、三顆、四顆分別試驗骰子塔的成功機率。
- (二)分析各種高度的杯子提高骰子塔成功機率的方法。

伍、研究結果

一、研究骰子塔各種收骰子的方式：

各種收骰子的方式和範例圖	
划船方式	骰子排成一排，杯子以划船般的方式，先依照號碼順序撞擊骰子，再將杯子轉動 180 度收進骰子。
範例圖	
落葉方式	將骰子疊成骰子塔，從最上面的骰子一顆一顆依箭頭方向收進骰子。
範例圖	
蛇行方式	將骰子排成一排，依杯子號碼順序，以蛇形般的方式收進骰子。
範例圖	
跳躍方式	依杯子號碼順序收骰子：杯子傾斜 45~60 度從左上方收第一顆骰子，再轉向另一側同樣傾斜 45~60 度從右上方收進第二顆骰子，重複這些動作直到收完所有骰子，一次只收進一顆骰子。
範例圖	

	文字說明和範例圖表
循環方式(1)	首先將骰子排成正方形，然後依照號碼順序將骰子收進杯子裡。
範例圖	
循環方式(2)	首先將骰子排成正方形，然後依照號碼順序將骰子收進杯子裡。
範例圖	
十字方式	首先將骰子排成十字型，橫向和直向各排四顆骰子，接著一次將橫向的四顆骰子收進杯子裡並疊成骰子塔，再將直向的骰子一顆一顆收進杯子裡並疊成骰子塔。
範例圖	 <p data-bbox="351 1769 606 1814">完成第一柱骰子塔</p> <p data-bbox="941 1769 1197 1814">完成第二柱骰子塔</p>

	文字說明和範例圖表
火箭 方式	<p>首先將骰子排成火箭型，然後一次將橫向的四顆骰子收進杯子裡並疊成第一柱骰子塔，接著一次將兩排橫向的兩顆骰子收進杯子裡並疊成第二柱骰子塔，最後杯子利用蛇行的技巧一顆一顆將直向的四顆骰子收進杯子裡並疊成第三柱骰子塔。</p>
範例圖	
高塔 方式	<p>首先將二十顆骰子每四顆一排共排成五排，並且在旁邊準備一個細長的圓柱體，圓的表面大小和保特瓶蓋差不多，用來增加難度。接著，每四顆疊成一柱骰子塔並依序立在圓柱體上，骰子疊的越高技巧就越困難。</p>
範例圖	

二、找出最有效的方法在兩分鐘內成功疊出骰子塔(以兩顆為例)：

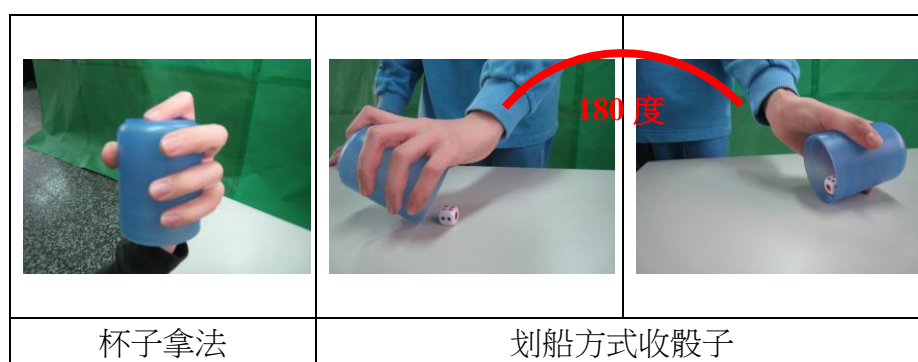
(一)方法一：

1.步驟一：選擇適當的杯子來疊骰子塔。

選擇適合的杯子有助於增加成功疊出骰子塔的機率，研究結果發現，盡量選擇杯身平整，握起來適合手型的杯子較好。此外，杯子的高度必須高於所有骰子疊起來的高度。

2.步驟二：利用划船方式收骰子，並使杯子隨著彩虹般的扇形軌道擺動。

首先，杯子的拿法就是成功的關鍵，拇指和中指、無名指、小拇指分別握住杯身的兩側，並將食指扣在杯底。接著利用最容易上手的划船方式收骰子，輕輕地推動骰子讓骰子緩緩移動，並快速 180 度翻轉杯子將骰子收進杯子裡，接著快速提起杯子，使杯子隨著彩虹般的扇形軌道擺動。



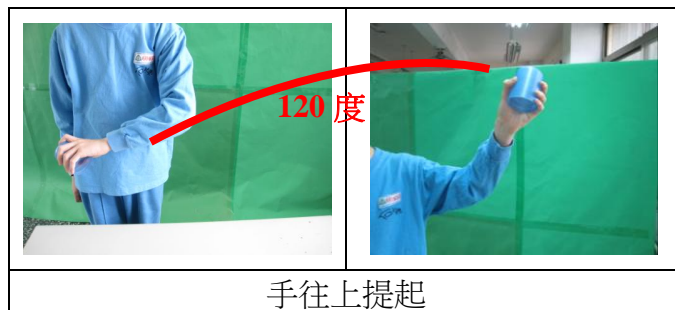
3.步驟三：快速接近桌面收進第二顆骰子，動作不能遲疑。

成功收進第一顆骰子後讓杯子隨著彩虹般的扇形軌道擺動，擺動時，杯子與桌面平行，擺動一段時間之後(大約 7~10 秒)開始接近桌面收第二顆骰子。收第二顆骰子的動作雖然與收第一顆骰子相同，但是要注意，動作必須靈活不能有所遲疑，並且讓杯子與桌面呈 30~45 度，以防止第一顆骰子掉出來。



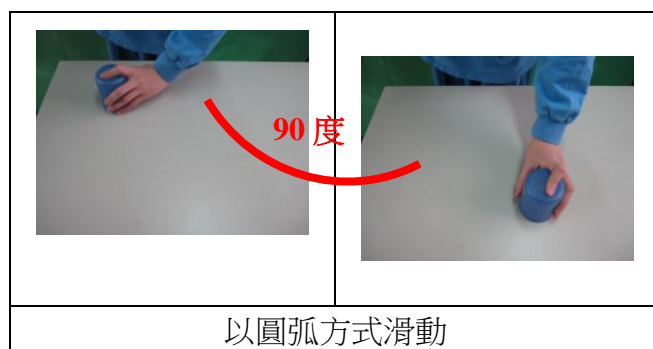
4.步驟四：注意聆聽骰子在杯中撞擊的聲音。

為了確保能成功疊出骰子塔，骰子在杯子裡所發出的撞擊聲響必須注意聆聽。如果聲音雜亂，表示骰子沒有互相重疊，導致骰子撞擊杯壁的聲音不一致，需要再多擺動杯子，以求聲音的和諧。另外，擺動杯子的方式除了彩虹般的扇形軌道，可以再加上來回將手往上提起，停頓一下再拉回的動作，使骰子撞擊的聲音整齊一致。



5.步驟五：在桌面上滑行並快速停住。

這是成功的重要關鍵，也是最難的一步。緊接著前面幾個步驟，將杯子慢慢靠近桌面，並且盡量與桌面平行，然後將杯子貼著桌面滑行，滑行時以圓弧方式滑動，速度可以稍微減慢。來回三到四次後穩定地停在桌面上，再將杯子直直拿起，就能成功疊出骰子塔。



6.步驟六：小心地拿起杯子。

如果前面五個步驟都確實做到了，骰子會緊靠著杯壁疊成骰子塔，這時候要注意杯子在桌面上定住後，不讓杯壁碰撞到骰子塔，並且小心地拿起杯子。此外，兩顆以上的骰子所使用的步驟和兩顆是一樣的，但是越多顆骰子在杯中撞擊時，聲音會越雜亂，所以要更小心地聆聽骰子在杯中撞擊的聲音。



(二)方法二：

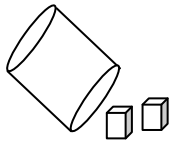
如果要縮短疊出骰子塔的時間，在收完第一顆骰子後，建議不擺動杯子直接收第二顆骰子，這樣能節省擺動杯子的時間，但是一定要先熟練第一種方法的所有步驟。

(三)無法成功疊出骰子塔的可能原因：

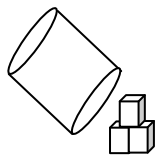
若上面的步驟能確實做到，卻仍無法成功疊出骰子塔，有可能以下的因素。

- 1.桌面不夠平滑。
- 2.杯身不夠平整。
- 3.骰子體積太小。
- 4.骰子在杯中搖動時，沒有互相重疊，聲音不夠一致，就進行到下一個步驟。
- 5.杯子在桌面滑行時速度太慢，造成骰子塔在杯子裡倒塌。
- 6.杯子在最後沒有快速停在桌面上，仍有晃動，使杯中的骰子塔倒塌。
- 7.拿起杯子時因為粗心大意而將骰子塔撞倒。
- 8.失敗圖參考如下。

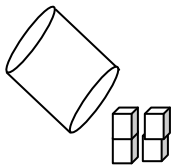
(1)完全散開來



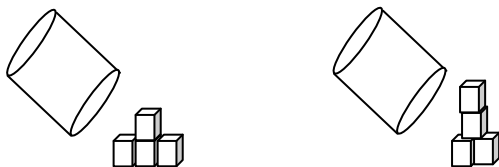
(2)疊成金字塔



(3)變成兩柱骰子塔



(4)疊成倒 T



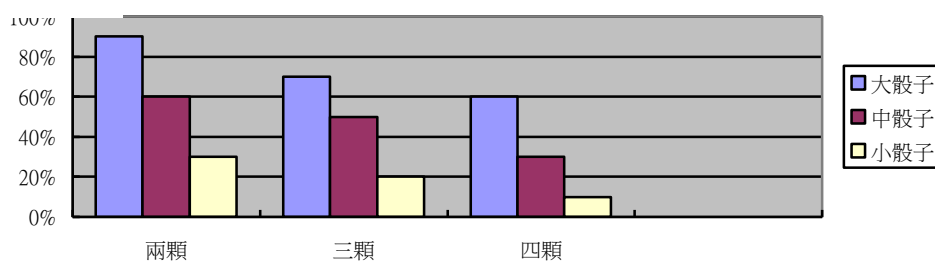
三、研究骰子體積是否影響骰子塔的成功機率：

從表 5-1、圖 5-1 可以看出，大骰子的成功機率達 60%以上，小骰子的成功機率則在 30%以下。因此，根據本實驗結果可以發現，骰子體積越大成功機率越高，骰子體積越小成功機率越低，骰子體積影響骰子塔的成功機率。由於體積大的骰子在杯子內的撞擊空間縮小，因此成功疊出骰子塔變得較容易；相反的，體積小的骰子在杯子內的撞擊空間變大，成功機率便降低了。

表 5-1：

骰子顆數 \ 骰子體積	骰子體積		
	小骰子	中骰子	大骰子
兩顆	30%	60%	90%
三顆	20%	50%	70%
四顆	10%	30%	60%

圖 5-1



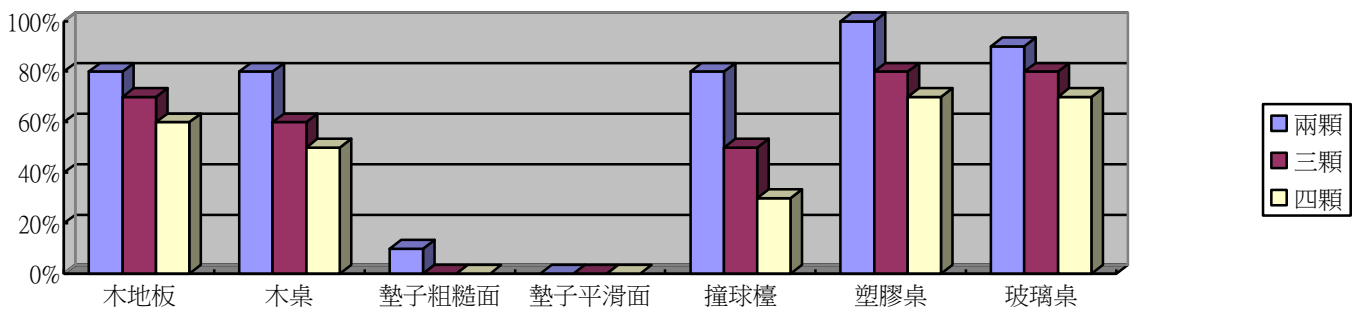
四、研究桌面材質是否影響骰子塔的成功機率：

從表 5-2、圖 5-2 可以看出，塑膠桌的成功機率最高，玻璃桌其次，墊子粗糙面則完全沒有成功機率。因此，根據本實驗結果可以發現，桌面材質越平滑成功機率越高，桌面材質越粗糙成功機率越低，桌面材質影響骰子塔的成功機率。由於平滑的桌面能減少摩擦力，因此成功疊出骰子塔變得較容易；相反的，粗糙的桌面因為具有紋路，杯子在其上滑行時，深受摩擦力影響，因此無法疊出骰子塔。

表 5-2：

桌面材質 骰子顆數	木地板	木桌	墊子 粗糙面	墊子 平滑面	撞球台	塑膠桌	玻璃桌
兩顆	80%	80%	0%	10%	80%	100%	90%
三顆	70%	60%	0%	0%	50%	80%	80%
四顆	60%	50%	0%	0%	30%	70%	70%

圖 5-2：



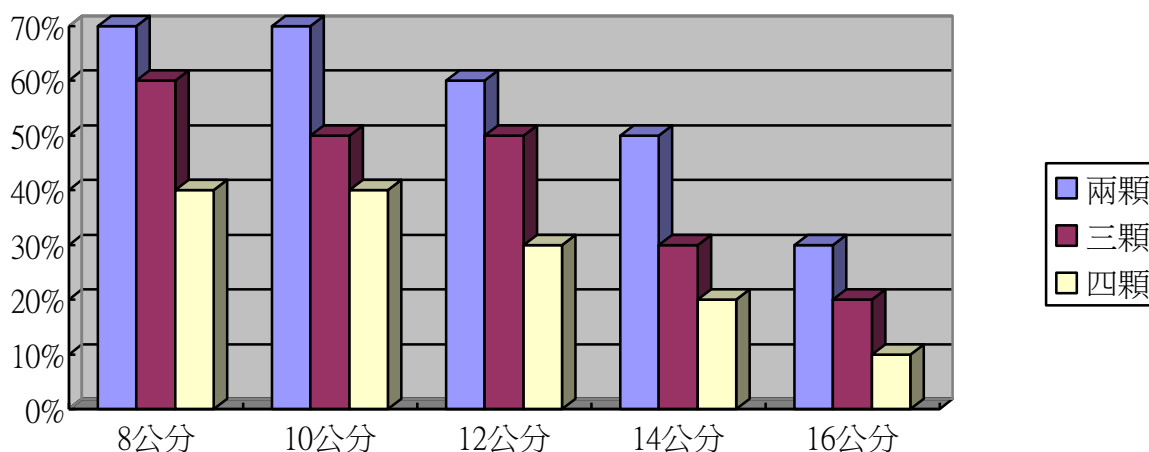
五、研究杯子體積是否影響骰子塔的成功機率：

從表 5-3、圖 5-3 可以看出，8 公分與 10 公分的杯子成功率較高，12 公分其次，16 公分的成功機率最低。因此，根據本實驗結果可以發現，杯子體積越低成功機率越高，杯子高度越高成功機率越低，杯子高度影響骰子塔的成功機率。由於骰子在較低的杯子內，撞擊的空間縮小，因此成功疊出骰子塔變得較容易；反過來說，骰子在越高的杯子內，撞擊的空間越大，成功機率便降低了。

表 5-3：

杯子高度 骰子顆數	8 公分	10 公分	12 公分	14 公分	16 公分
兩顆	70%	70%	60%	50%	30%
三顆	60%	50%	50%	30%	20%
四顆	40%	40%	30%	20%	10%

圖 5-3：



以下表格是作者所試驗出來不同高度的杯子所對應的成功方法，這些方法可以使成功機率提高至 80%至 90%。

	兩顆	三顆	四顆
成功方法 (8、10 公分)	杯子在空中擺動完之後，必需快速停在桌面上，不能有多餘的晃動。	杯子在空中擺動時，彩虹般的扇形軌道擺動幅度要稍微大一點，之後將手往上提起。停在桌面上時，稍微從上往下壓一下杯子。	杯子在空中擺動時，胸前彩虹般的扇形軌道擺動和來回將手往上提起的動作都需要，後者的次數要比前者的次數多。每次擺動至身體兩側時，稍微停一下再繼續。擺動完成後，在桌面上不要猶豫不決，滑行兩至三次便快速停住。
成功方法 (12 公分)	同上	同上	擺動時手臂與腹部呈 90 度(如圖 5-1)，而不是在空中畫弧度，每次擺動至身體兩側時，稍微停一下再繼續。接著，杯子貼著桌面滑行，滑行時的軌道長一些，速度也慢一些。
成功方法 (14 公分)	同上	同上	杯子在空中擺動時，完全不需要做胸前彩虹般的扇形軌道擺動，只需要來回將手往上提起。要注意的是，來回的弧度小些(如圖 5-2)，不需要使用到整個手臂，但動作要快。當杯子貼著桌面滑行時，如同 12 公分高杯子的方法，滑行的軌道長一些，速度也慢一些，來回滑行三至四次即可。
成功方法 (16 公分)	同上	同上	如同 14 公分的方法，只需要來回將手往上提起，不過擺動時必須使用到整隻手臂的力量(如圖 5-3)。當杯子貼著桌面滑行時，滑行的軌道不但要長一些，速度慢一些，滑行的次數也要增加，大約六、七次即可。

圖 5-1 :

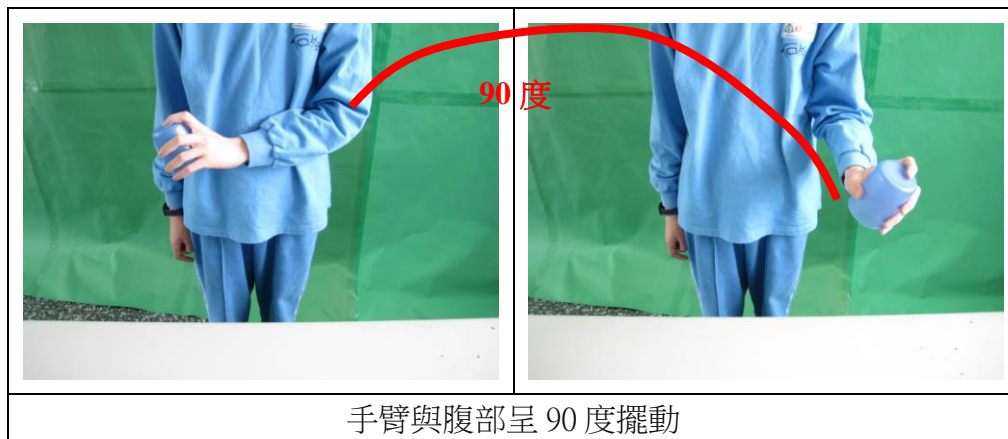


圖 5-2 :

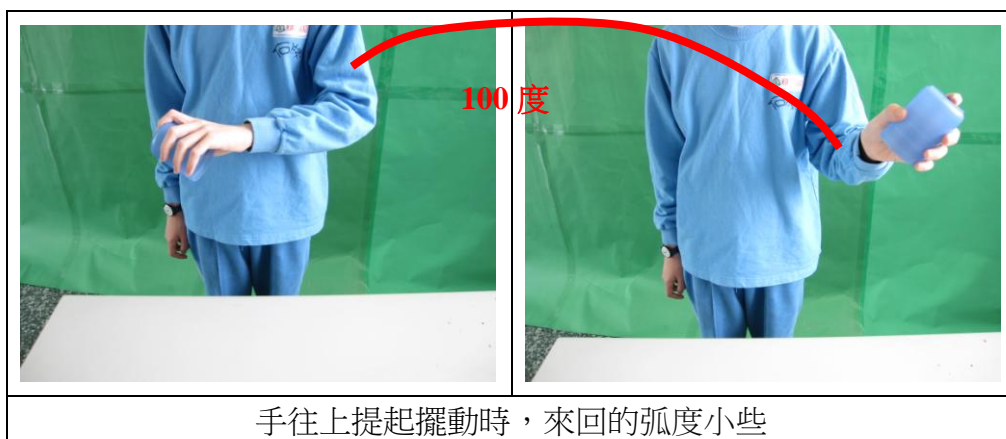
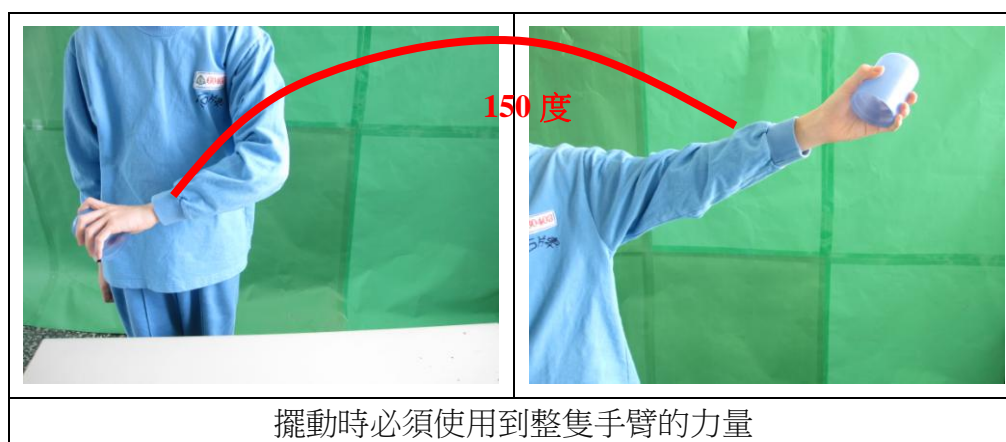


圖 5-3 :



陸、討論

一、研究骰子塔各種收骰子的方式。

骰子塔的收骰子方式有許多種，其中，最簡單也最適合初學者的收骰子方式是划船方式。先以杯口撞擊骰子，再將杯子轉動 180 度後滑船式地收進骰子，便能成功。必須注意的是，收第二顆、第三顆以上的骰子時，杯子與桌面呈 30~45 度，以防止杯中的骰子掉出來。

二、找出最有效的成功方法在兩分鐘內成功疊出骰子塔。

骰子塔能夠疊成功的主要關鍵在離心力。擺動杯子時先使杯子隨著彩虹般的方式搖擺，再做來回將手往上提起的動作，防止骰子掉出來。順利控制好骰子在杯子內撞擊的聲音後，即可慢慢地將杯子貼在桌面上做滑行的動作，最後快速停住，即可成功疊出骰子塔。

三、研究骰子體積是否影響骰子塔的成功機率。

根據實驗結果發現，骰子的體積越大越容易成功疊出骰子塔。骰子體積的大小，影響骰子在杯子內撞擊的空間和聲音的大小，骰子體積越大在杯子內撞擊的空間越小，也越容易聽出撞擊聲音是否具有一致性；相反的，骰子體積越小在杯子內撞擊的空間越大，也越不容易聽出撞擊聲音是否具有一致性。因此，要成功疊出骰子塔，必須選擇較小的骰子。

四、研究桌面材質是否影響骰子塔的成功機率。

根據實驗結果發現，桌面的材質越平滑越容易成功疊出骰子塔。桌面材質影響杯子在桌面上滑行的磨擦力，桌面材質越平滑杯子在桌面上滑行的磨擦力越小；相反的，桌面材質越粗糙杯子在桌面上滑行的磨擦力越大。因此，要成功疊出骰子塔，必須選擇材質摸起來較平滑的桌面。

五、研究杯子高度是否影響骰子塔的成功機率。

根據實驗結果發現，高度越低的杯子越容易成功疊出骰子塔。杯子的高度，影響骰子在杯子內撞擊的空間和聲音的大小，杯子高度越低，骰子在杯子內撞擊的空間越小，也越容易聽出撞擊聲音是否具有一致性；相反的，杯子高度越高，骰子在杯子內撞擊的空間越大，也越不容易聽出撞擊聲音是否具有一致性。因此，要成功疊出骰子塔，必須選擇體積較小的杯子，但杯子高度不能低於骰子疊起來的高度。

柒、結論

骰子塔收骰子的方式有許多種，其中以划船方式最為簡單，也最適合初學者上手。骰子塔的原理在於離心力和磨擦力，想要增加骰子塔的成功機率，應該從這兩個原理著手。控制離心力的方法是，擺動時利用彩虹般的扇形軌道以及來回將手往上提起的動作；控制磨擦力的方法是，選擇材質較平滑的桌面使磨擦力減到最低。另外，為了減少骰子在杯子內的撞擊空間，選擇體積較大的骰子和體積較小的杯子，只要確實做到以上敘述，就能在兩分鐘內成功疊出骰子塔。

捌、參考資料及其他

一、網路

(一)德國國際骰子塔花式比賽第一名作品影片

<http://www.youtube.com/watch?v=rkYyTNYnWoE&NR=1>

(二)德國國際骰子塔花式比賽第二名作品影片

<http://www.youtube.com/watch?v=RzHF5bZoMBU>

(三)德國國際骰子塔花式比賽第三名作品影片

<http://www.youtube.com/watch?v=8n9Wkhjmba8>

(四)德國國際骰子塔花式比賽第四名作品影片

<http://www.youtube.com/watch?v=g8SPtDKj1I0&feature=related>

(五)德國國際骰子塔花式比賽第五名作品影片

<http://www.youtube.com/watch?v=1tTCaM9PTx4&feature=related>

(六)德國國際骰子塔花式比賽第六名作品影片

<http://www.youtube.com/watch?v=FIHS2jV8Z70&feature=related>

(七)德國國際骰子塔花式比賽第七名作品影片

<http://www.youtube.com/watch?v=O8CmxFTikNk&feature=related>

(八)骰子塔的介紹網站

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%AB%8B%E9%AA%B0&variant=zh-tw>

(九)骰子塔的教學影片

http://www.youtube.com/watch?v=0X_fiX2L6aA&feature=related

(十)德國骰子塔達人網站

<http://www.thomasfischbach.de/>

(十一)骰子塔表演影片一

<http://www.youtube.com/watch?v=1blG15MhFc4&feature=related>

(十二)骰子塔表演影片二

http://www.youtube.com/watch?v=4bDgO3_vRXQ

(十三)骰子塔表演影片三

http://www.youtube.com/watch?v=MIayUEi_KGo&feature=related

(十四)骰子塔表演影片四

<http://www.youtube.com/watch?v=m7fUNvGZIGc&feature=related>

二、書籍

(一)牛頓出版社。五年級下學期。

【評語】 080817

本件為單一作者的作品，作者勇於挑戰此類題材，值得嘉勉，亦可看出作者企圖將其研究發現推廣應用，從對現象的興趣，進而主動探討其中的原理，富有科學精神，然而此主題的限制是個人經驗較無法具體客觀的呈現，可思考測試過程的記錄方法上的設計，應有更多值得探討的主題。