

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 物理科

最佳(鄉土)教材獎

030117

筊杯的疑惑

學校名稱：臺北縣立林口國民中學

作者： 國二 姚沛宇 國二 蔡孟辰 國一 黃柏嶠 國一 蔡漢青	指導老師： 鍾兆晉
---	------------------

關鍵詞：重力加速度、作用力與反作用力、靜止

摘要

本實驗不在驗證筊杯與神明旨意之間的真實性，而是以物理學的觀點，找出筊杯的角度、形狀、大小、材質與掉落情形之間的關連性。此外，為了減少人為因素造成的實驗偏差，我們以鋁夾作為擲筊臂，以樂譜架作支架，製作出擲筊器，盡量使每次擲筊動作達到一致，並經由反覆的擲筊，探究不同角度、形狀、大小與材質的筊杯，驗證人稱的「聖杯」，其機率是否真為二分之一。且應用牛頓三大運動定律，觀察筊杯掉落時的不同狀態，如速度和落地點及筊杯間與地的接觸狀況，尋覓聖杯的成因。我們也應用電腦軟體繪製筊杯的3D圖，計算陰面及陽面的表面積，並以陽面與陰面的比值，製成曲線圖，觀察表面積的比值與形成聖杯的關聯性。

筊杯的疑惑

壹、研究動機

中國的宗教信仰中，「筊杯」，是一種人們與神明溝通的工具，其大小、材質與形狀，均不盡相同，但型態均有「平面」與「凸面」，且均成雙成對的置於桌上供人取擲，由於筊杯具有凸面與平面，當碰觸地面的瞬間，筊杯與地面間之作用力，而產生了「凸凸」(哭杯)、「凸平」(聖杯)與「平平」(笑杯)三種狀態，人們藉此推敲神明的旨意。但是神明真的是透過筊杯表達祂的旨意嗎?會不會是因為筊杯的形狀造成不一樣的結果且擲出聖杯機率是二分之一嗎?因此我們決定要更深入探討，且經實驗找出筊杯裡所藏的奧秘和驗證各種疑惑，達到高機率聖杯的擲筊。

貳、研究目的

- 一、了解筊杯種類。
- 二、自製筊杯擲筊器。
- 三、筊杯彈跳之力學原理。
- 四、探討筊杯擲出時的角度關係。
- 五、探討筊杯結果與地板材質之影響。
- 六、探討重心對擲筊結果之影響。
- 七、探討筊杯弧度面與平面表面積之關連性。
- 八、改變擲筊高度和拋體之影響。

參、研究器材

一、了解筊杯種類

表一、了解筊杯種類之器材

器材	數量	備註
筊杯	6副	甲型：大、中和小（紅木） 乙型：大、中和小（紅木） 丙型：大、中和小（紫檀木）

二、自製筊杯擲筊器

表二、自製筊杯擲筊器之器材

器材	數量	備註
鋁夾	一個	45cm
樂譜架	一座	
鐵管	一條	
絕緣膠帶	一捆	
海綿	兩個	符合鋁夾寬度之長方形海綿
鐵絲	一網	10m
塑膠瓦楞板	一片	全開
竹子	四根	30cm
厚紙板	一片	長：30cm，寬：20cm
透明膠帶	一網	
彈簧	一條	12cm
橡皮筋	三條	

三、探討筊杯擲出時的角度關係之器材

表三、探討筊杯擲出時的角度關係之器材

器材	數量	備註
----	----	----

筊杯	6 副	甲、乙型：大、中、小（紅木）
擲筊器	1 個	

四、探討筊杯結果與地板材質之關連性

表四、探討筊杯結果與地板材質之關連性

器材	數量	備註
筊杯	6 副	甲、乙型：大、中、小
擲筊器	1 個	

五、探討重心對擲筊結果之影響

表五、探討重心對擲筊結果之影響器材

器材	數量	備註
筊杯	8 副	甲、乙型：小（紅木）
繩子	4 條	一條 20cm
紙黏土	兩包	各為 600g

六、探討弧度面與平面表面積之影響

表六、探討弧度面與平面表面積之影響器材

器材	數量	備註
筊杯	6 副	甲、乙型：大、中、小（紅木）
AutoCAD2004	一套	
游標卡尺	一把	長：200mm



圖一、甲型筊杯（小、中、大）。



圖二、紫檀木筴杯（小、中、大）



圖三、游標卡尺實際圖片。

肆、研究過程及方法

一、了解筴杯種類

（一）筴杯的結果

查閱筴杯的結果種類。

（二）筴杯結果公式

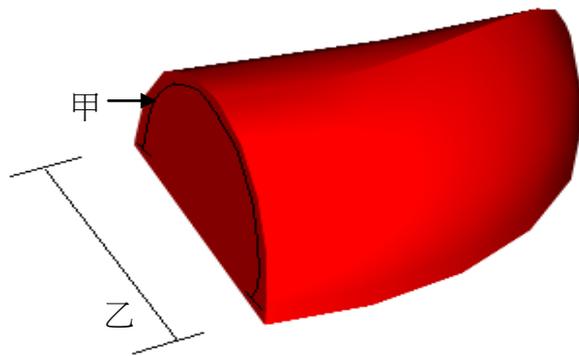
- 1.以數學角度算出筴杯各結果的比例。
- 2.以此公式和往後實驗的結果進行比較。

（三）筴杯的尺寸

- 1.查詢市面筴杯的尺寸。
- 2.取三種尺寸訂為小、中和大進行實驗。

（四）筴杯圓弧面和平面的探討

- 1.將圓弧邊設為甲，平面邊設為乙，觀察兩邊之間的關係。
- 2.計算出甲邊長及乙邊長的長度，並將各筴杯的結果進行比較。



圖四、筊杯之剖面示意圖。

二、自製筊杯擲筊器

(一) 擲筊器製作

1. 擲筊器目的

擲筊器主要使用的是樂譜架，手臂則是鋁製夾子，而中間是鐵管（直徑：5cm），上頭以絕緣膠帶固定，此構造便能視為一個人的手臂在擲筊。

2. 製作步驟

- (1) 把海綿裁成適當大小，用熱融槍固定在擲筊臂上。
- (2) 在腳架支撐處，裝上氣球皮和硬紙板（增加與地板的摩擦力）。
- (3) 將擲筊臂和腳架與鐵管結合。
- (4) 在不穩處用膠帶黏牢。
- (5) 為了防止被鐵管開口割傷，用塑膠球包覆，也方便旋轉。
- (6) 進行高度實驗時，增設細鐵管。

3. 以自製擲筊器進行往後的擲筊實驗。

(二) 拋體擲筊器製作

1. 拋體擲筊器目的

拋體擲筊器是專門進行筊杯的拋體實驗所用，拋體擲筊器用的材料是木片、木棒、塑膠板和各種大小的彈簧，利用彈簧和塑膠板的彈性，讓筊杯從拋體擲筊器彈出去，也利用不同下拉的角度改變塑膠板彎曲，使得筊杯可以由不同角度彈出。

2. 製作步驟

- (1) 將硬紙板和珍珠板裁成適當大小，硬紙板放中央，兩塊珍珠板與之貼齊。
- (2) 在兩個 350ml 的寶特瓶 3/4 處挖直徑 2cm 的圓。
- (3) 取一硬紙板捲成筒狀，黏緊並貼在板子背面 1/2 處。
- (4) 把板子穿入竹竿，再插入寶特瓶的孔中。

(5) 用膠帶黏緊不牢之處。

(6) 在寶特瓶中倒入沙子（防止移動）。

(7) 為了紀錄位置，再擺放處挖了長 8cm 和寬 1cm 的洞。

3.以拋體擲筴器進行往後的擲筴實驗。

(三) 擲筴器功能

1.介紹擲筴器各部份的功用。

2.探討擲筴器所控制的變因之重要性。

三、筴杯彈跳之力學原理

(一) 靜止

以此原理判定筴杯掉落後情形。

(二) 作用力與反作用力

以此原理對筴杯撞擊情形做分析。

(三) 拋體運動

了解拋體運動。

(四) 筴杯的彈跳

1.以相機拍攝筴杯彈跳。

2.分類各種彈跳。

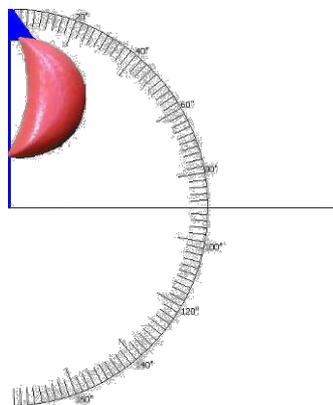
四、探討筴杯擲出時的角度關係

(一) 以不同的角度方向擲出筴杯

1.分別以零度角、四十五度角、九十度角、一百三十五度、一百八十度角、二百二十五度、二百七十度和三百一十五度（筴杯和擲筴器的鉛直線所形成的角度）。

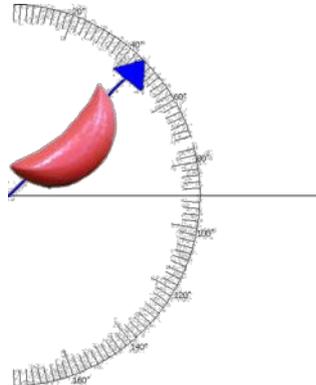
(二) 各角度示意圖（被擲筴臂夾住時的角度）

1.零度筴擲筴



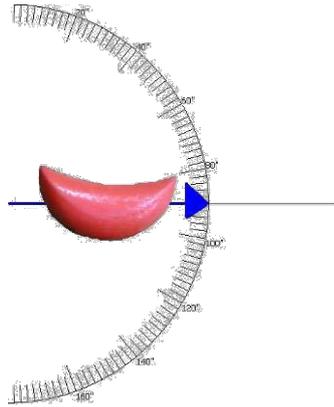
圖五、零度角擲筴示意圖。

2.四十五度擲筴



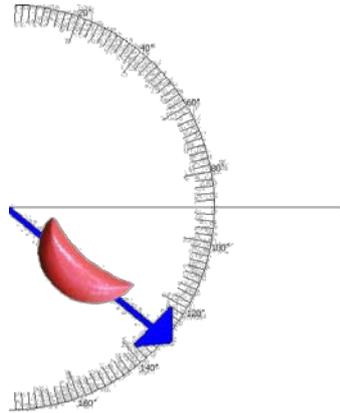
圖六、四十五度角擲示意圖。

3.九十度擲筊



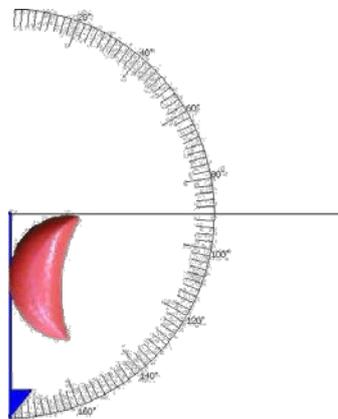
圖七、九十度角
擲筊示意圖。

4.一百三十五度擲筊



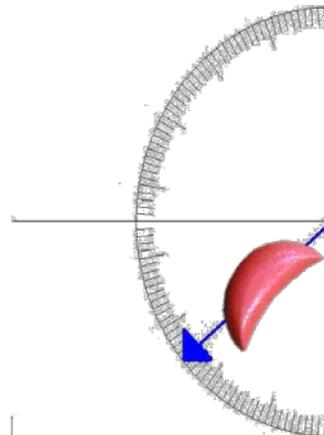
圖八、一百三十五度角
筊示意圖。

5.一百八十度擲筊



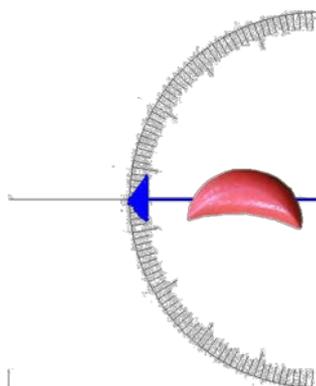
圖九、一百八十度角
擲筊示意圖。

6.兩百二十五度擲筊



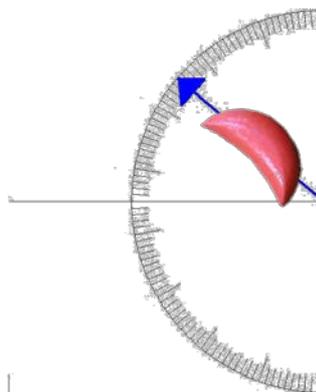
圖十、二百角一十五度
擲筊示意圖。

7.兩百七十度擲筊

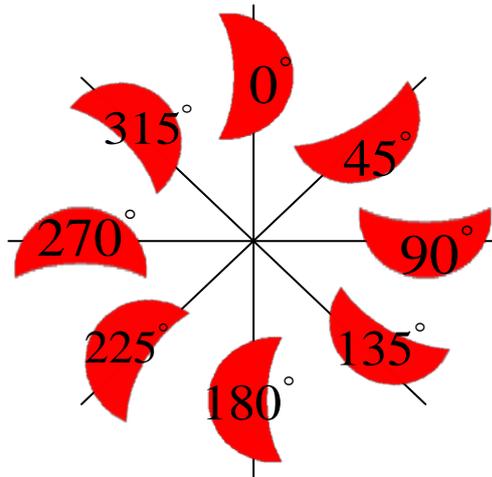


圖十一、二百七十度角
擲筊示意圖。

8.三百一十五度擲筊



圖十二、三百一十五度
角擲筊示意圖。



圖十三、各角度擲筊示意圖。

(三) 拋體運動

計算筊杯以拋體擲出後的力。

五、探討筊杯結果與地板材質之影響。

(一) 筊杯的材質

1. 觀察廟中常用的筊杯材質

筊杯在市面上多以普通實木製作，也有竹子、紫檀、樟木和紅木，在廟宇內所使用的筊杯則多以紫檀木和紅木為主，因為這兩種材質的耐摔程度較佳，其他則否。

2. 取用甲、乙型和紫檀木筊杯材質進行實驗。

(二) 改變地板材質

1. 觀察廟中常用的地板材質

大多數廟宇的地板都為水泥地或木質地板為主，所以我們的實驗採用這兩種地質進行實驗，另外再用軟膠地板做軟硬材質的比較，且因甲型小筊杯的機率接近於二分之一，所以選用甲型小筊杯進行。

2. 取用水泥、木質和軟膠地板材質進行實驗。

六、探討重心對結果之影響

(一) 找出重心點

1. 找出落地時的撞擊點以黏土（非油性）均勻包覆在各筊杯外圍，並經過各十次擲角，觀測最常撞擊的位置，即為此筊杯的重心點。

2. 用繪圖軟體繪出筊杯的外觀和骨架相等的筊杯，再製繪筊杯的三個點並連線找出筊杯的中心位置。

(二) 探討筊杯是否為均質的影響

以筊杯與球體做比較落地時的的結果作比較。

(三) 撞擊力道的影響

- 1.將筴杯的質量和筴杯落地的速度代入重力的公式和作用力的公式，找出筴杯落地的撞擊力。

$$F = m \times a \quad (a = 9.81\text{m/s}^2)$$

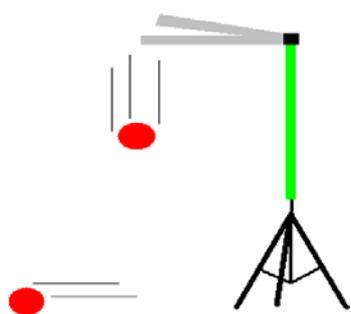
圖十四、重力加速度公式示意圖。

圖十五、重力加速度常數。

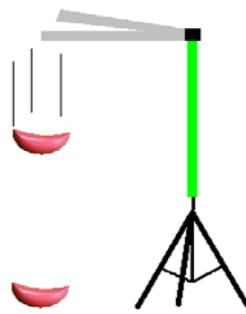
- 2.討論撞擊力道大小對彈跳影響。

(四) 探討彈跳和翻轉的關係

- 1.拍攝筴杯翻轉情形。
- 2.觀察筴杯翻轉方式。



圖十六、球體落地示意圖。



圖十七、筴杯落地示意圖。

七、探討弧度面與平面表面積之關連性

(一) 各筴杯表面積的比較

- 1.以電腦軟體計算各筴杯表面積。
- 2.比較各筴杯表面積的差異。

(二) 弧度面對結果之影響

測量筴杯的長、寬和高等資料，先以游標卡尺測量，再以 3D 繪圖軟體繪出與實體相等的筴杯，再依繪圖軟體中的計算功能算出虛擬筴杯的表面積。

(三) 測量筴杯基本資料（以游標卡尺）

- 1.以游標卡尺測量各個筴杯的長、寬和高。
- 2.將測量結果用至電腦軟體上。

(四) 單一筴杯擲筴的弧度面與平面的關係

將各種筴杯以單一擲筴，記錄每個筴杯在單一擲筴下的結果，並比較每種筴杯弧度面與平面的差異。

八、改變筴杯擲筴高度之影響

(一) 改變擲筴高度

- 1.訂出改變的高度種類

分別以一百、一百一十、一百二十、一百三十、一百四十和一百五十公分進行擲筴，並以零度、四十五度、九十度、一百八十度和兩百七十度角進行實驗。

- 2.以不同高度進行實驗。
- 3.找出高度對筊杯結果之影響。

伍、研究結果

一、了解筊杯種類

(一) 筊杯的結果

根據文獻（羅問，2000）可知筊杯：即二支筊杯，也可稱為聖杯，其結果有三種。

- 1.笑筊：兩支皆為正面（陰陰），意思為不一定。
- 2.哭筊：兩支皆為反面（陽陽），意思為不答應。
- 3.聖杯：聖杯為一陰一陽，意思為神明答應。

(二) 筊杯結果公式

依文獻（Richard Durrett，2009）可知其結果也可用棋盤格法來表示，**Aa** 為陽陽（皆平面朝上），**Bb** 為陰陰（皆弧度面朝上），則 **Ab**、**Ba** 即是聖杯（一正一反），也能用乘法公式表示擲筊杯的結果。

	A	B	
a	Aa	Ba	$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
b	Ab	Bb	

圖十八、棋盤格法示意圖。 圖十九、乘法公式示意圖。

(三) 聖杯結果公式

1.第一次彈跳

	A(x)	A(y)	
A (x)	AA (x ²)	Aa (y ²)	\rightarrow (f) 固定值
a (y)	Aa (y ²)	aa (y ²)	

圖二十、第一次彈跳聖杯機率計算公式。

(四) 筴杯的尺寸

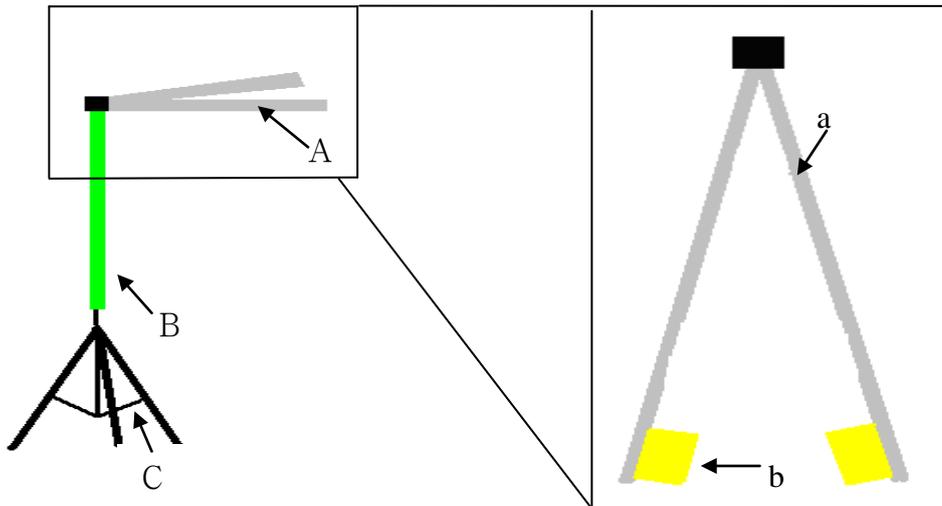
筴杯大致分為三種大小，分別是 1.5 吋（小）、2.5 吋（中）和 3 吋（大），而且材質也很多種。

(五) 筴杯圓弧面和平面的探討

比較後發現甲邊長（即為筴杯圓弧）最長的為乙型大筴杯；最短的則是乙型小筴杯。乙邊長（即為筴杯寬度）最長的為紫檀大筴杯；最短的是乙型小筴杯。

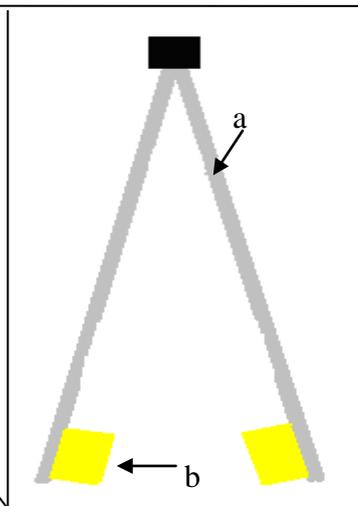
二、自製筴杯擲筴器

(一) 擲筴器製作



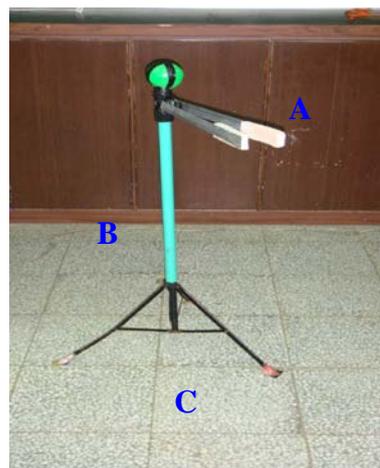
圖二十六、自製投擲器設計圖

(A：鋁夾 B：鐵管 C：腳架)。



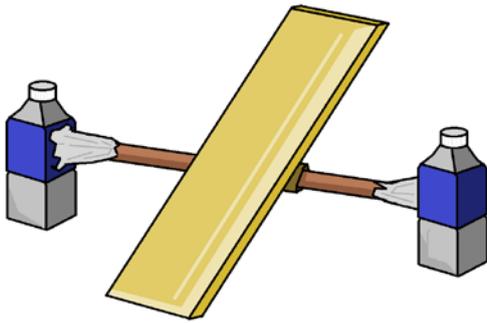
圖二十七、自製投擲器的夾子

設計圖 (a：鋁夾 b：海綿)。



圖二十八、擲筴器之實際圖片 (A：鋁夾 B：鐵管 C：腳架)。

(二) 拋體擲筴器



圖二十九、拋體擲筴器示意圖。



圖三十、拋體擲筴器之實際圖片。

(三) 擲筴器功能

在實驗時，我們採用擲筴器為實驗基準，以減少其他（方向、力道）變因，使結果更加準確。

三、筴杯彈跳之力學原理。

(一) 靜止

一個靜止物體受力作用之後仍然呈現靜止狀態，表示其所受的合力為零。

(二) 作用力與反作用力

一物體受外力作用時，必產生一反作用力，作用力與反作用力大小相等，方向相反，但作用力與反作用力作用在不同物體上，所以不能抵消。

(三) 拋體運動（休伊斯，2009）

拋體是指任何物體受到外力的推進而拋射出去。雖然被投扔的球可視為一種拋體，在下面可接續看到拋體運動的軌跡方程式。

(四) 筴杯的彈跳及定義

1.經由數位相機的拍攝，捕捉筴杯掉落時的情形，藉由照片所攝影的結果分析筴杯狀及跳的結果，彈跳可分為單彈跳、雙彈跳、互相撞擊、互相疊合和間接撞擊。

2.彈跳定義

單彈跳為落地時單一筴杯落於地面停止，另一筴杯再度彈起翻轉。雙彈跳為落地時兩個筴杯同時落地，又同時彈起且互相撞擊後彈開翻轉。互相撞擊為筴杯落下時，因翻轉而改變角度互相撞擊後彈開。互相疊合為筴杯落下時兩筴杯互相重疊落下，直到撞擊到地面後才分開。間接彈跳為筴杯落下時，在上方的筴杯撞及下方的筴杯進行翻轉彈跳。

(1) 單彈跳



圖三十一、單彈跳示意圖。

(2) 雙彈跳



圖三十二、雙彈跳示意圖。

(3) 互相撞擊



圖三十三、互相撞擊示意圖。

(4) 互相疊合



圖三十四、互相疊合示意圖。

(5) 間接彈跳

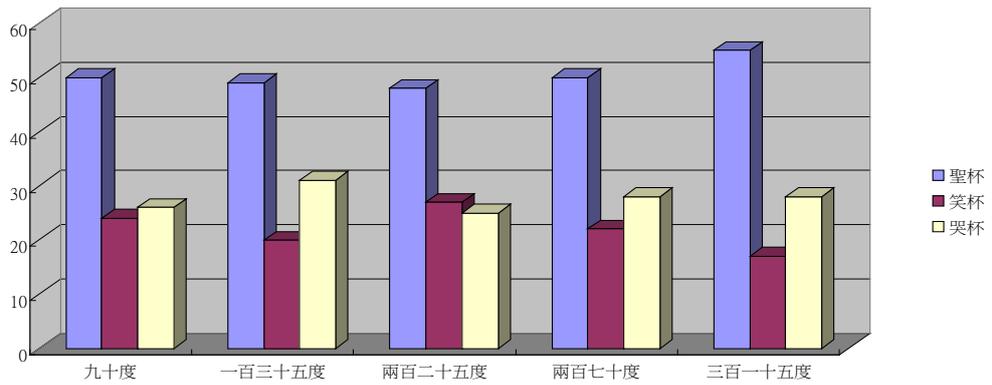


圖三十五、間接彈跳示意圖。

四、探討筴杯擲出時的角度關係

表七、甲型小筴杯改變角度擲筴實驗

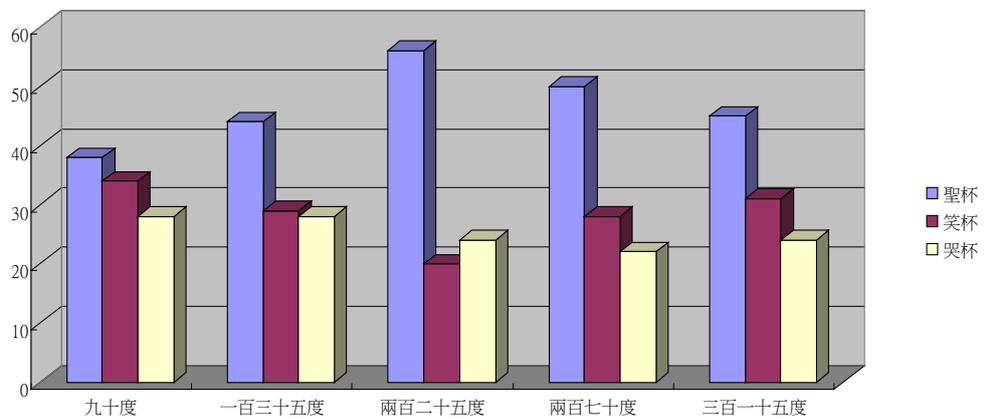
種類	結果種類		
	聖杯	笑杯	哭杯
九十度角	50%	24%	26%
一百三十五度	49%	20%	31%
兩百二十五度	48%	27%	25%
兩百七十度	50%	22%	28%
三百一十五度	55%	17%	28%



圖三十六、甲型小筊杯改變角度擲筊實驗之長條圖。

表八、甲型大筊杯改變角度擲筊實驗

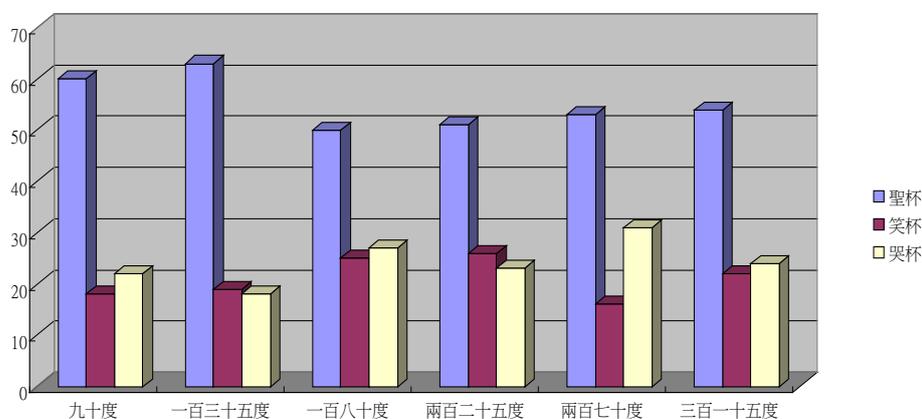
種類	結果種類		
	聖杯	笑杯	哭杯
九十度角	38%	34%	28%
一百三十五度	44%	29%	28%
兩百二十五度	56%	20%	24%
兩百七十度	50%	28%	22%
三百一十五度	45%	31%	24%



圖三十七、甲型大筊杯改變角度擲筊實驗長條圖。

表九、乙型小筭杯改變角度擲筭實驗

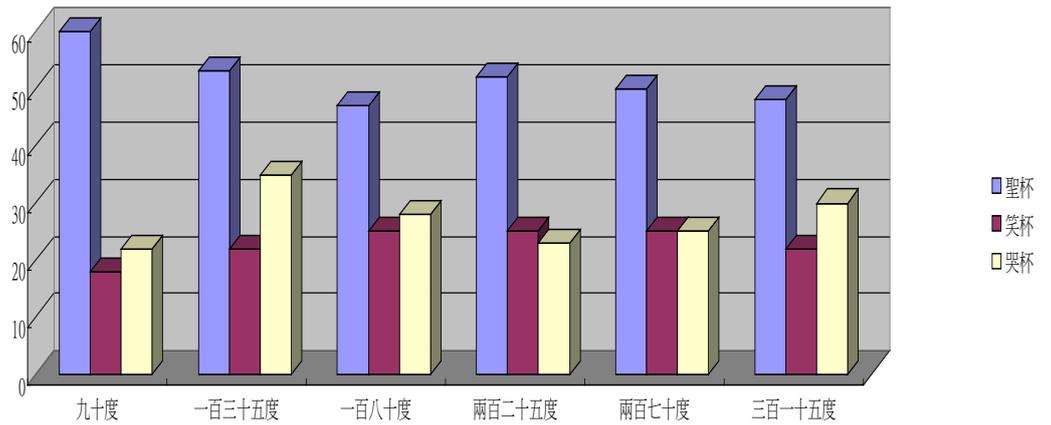
種類	結果種類		
	聖杯	笑杯	哭杯
九十度角	60%	18%	22%
一百三十五度	63%	19%	18%
一百八十度	50%	25%	27%
兩百二十五度	51%	26%	23%
兩百七十度	53%	16%	31%
三百一十五度	54%	22%	24%



圖三十八、乙型小筭杯改變角度擲筭實驗長條圖。

表十、乙型大筭杯改變角度擲筭實驗

種類	結果種類		
	聖杯	笑杯	哭杯
九十度角	60%	18%	22%
一百三十五度	53%	22%	35%
一百八十度	47%	25%	28%
兩百二十五度	52%	25%	23%
兩百七十度	50%	25%	25%
三百一十五度	48%	22%	30%

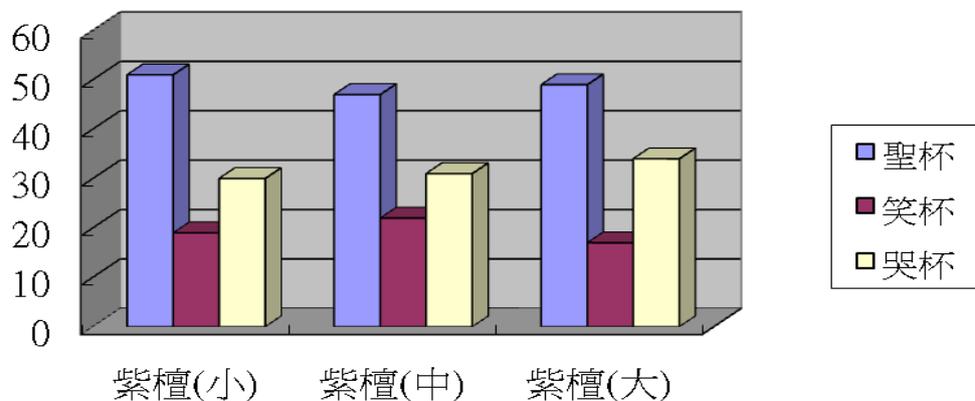


圖三十九、乙型大筊杯改變角度擲筊實驗長條圖。

五、探討筊杯結果與地板材質之影響

表十一、改變筊杯材質實驗

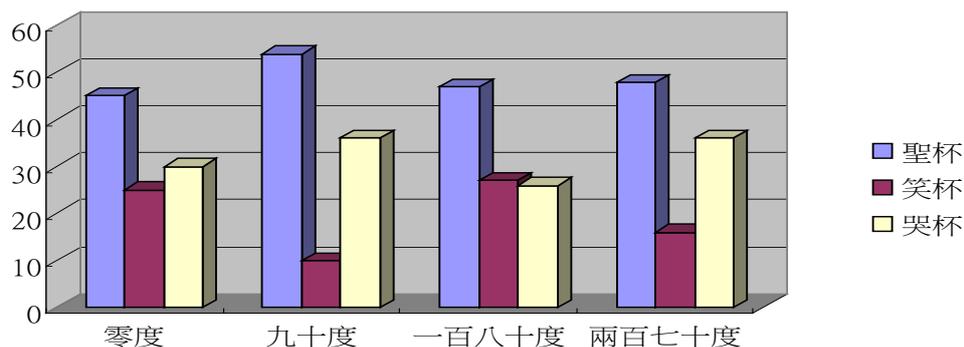
結果種類	聖杯	笑杯	哭杯
紫檀(小)	51	19	30
紫檀(中)	47	22	31
紫檀(大)	49	17	34



圖四十、改變筊杯材質實驗之長條圖。

表十二、改變地板材質之木質地實驗

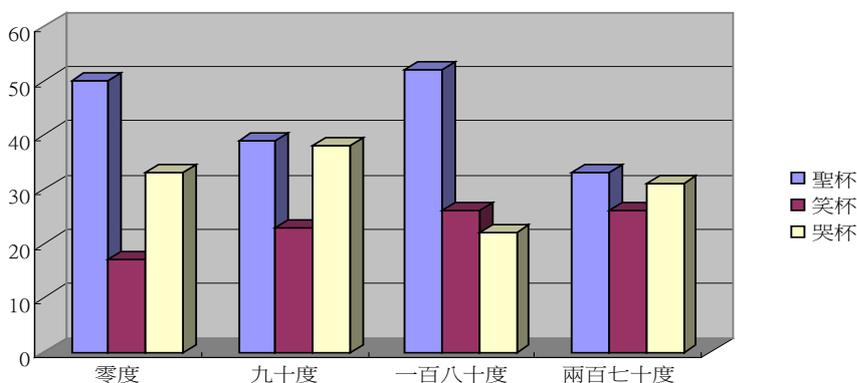
結果種類	聖杯	笑杯	哭杯
零度角	45%	25%	30%
九十度角	54%	10%	36%
一百八十度角	47%	27%	26%
兩百七十度	48%	26%	36%



圖四十一、改變地板材質實驗之長條圖（木質地板）。

表十三、改變地板材質之水泥地實驗

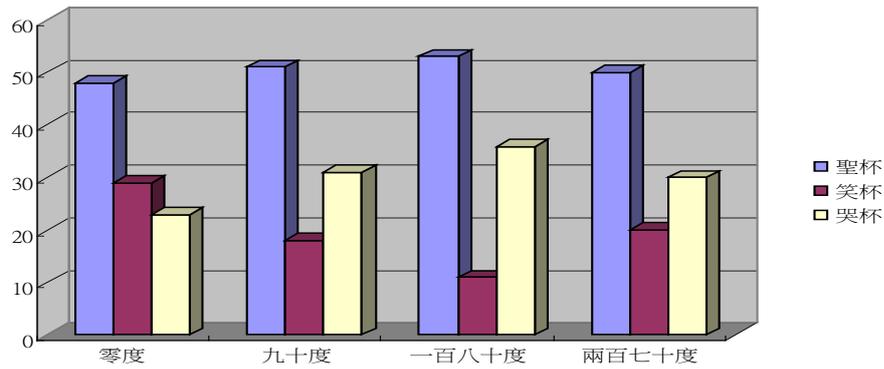
結果種類	聖杯	笑杯	哭杯
種類			
零度角	50%	17%	33%
九十度角	39%	23%	38%
一百八十度角	52%	26%	22%
兩百七十度	33%	26%	31%



圖四十二、改變地板材質實驗之長條圖（水泥地板）。

表十四、改變地板材質之軟質地實驗

結果種類	聖杯	笑杯	哭杯
種類			
零度角	48%	29%	23%
九十度角	51%	18%	31%
一百八十度角	53%	11%	36%
兩百七十度	50%	20%	30%



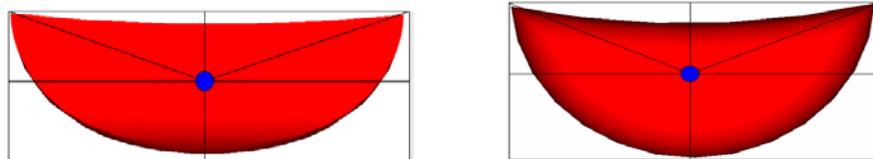
圖四十三、改變地板材質實驗之長條圖（軟質地板）。

六、探討重心對擲筊結果之影響。

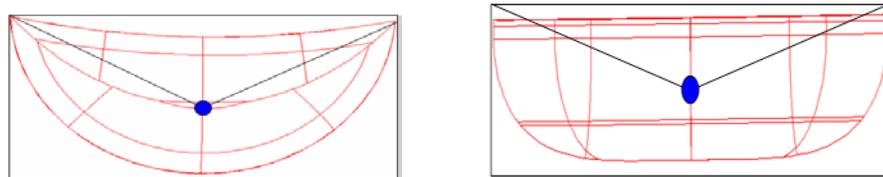
（一）找出重心點。



圖四十四、黏土實驗之實際圖片（左：正面，右：反面）。



圖四十五、繪圖軟體繪出外觀找出中心點(上視圖和側面圖)。



圖四十六、繪圖軟體繪出骨架找出中心點(上視圖和側面圖)。

（二）以筊杯與球體落地時的結果作比較，因為球體為均質的物體，所以落下時較不會改變方向，但筊杯並非均質物體，所以落下時重心會偏移改變方向，造成筊杯彈跳而改變結果。

（三）撞擊力道的影響

表十五、各筊杯帶入公式所得之值（重力加速度）

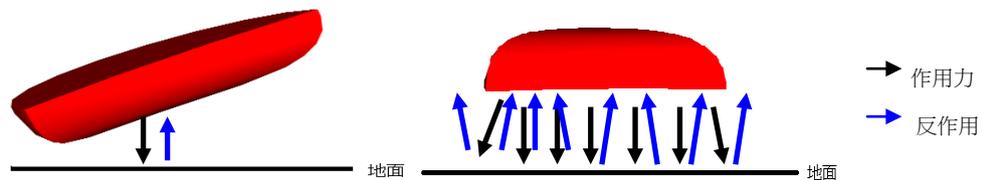
種類 \ 各數值	m	a	F
甲（小）	22	9.81	215.82
甲（中）	30	9.81	294.3
甲（大）	29	9.81	284.49
乙（小）	25	9.81	245.25
乙（中）	45	9.81	441.45
乙（大）	80	9.81	784.8
紫檀（小）	23	9.81	225.63
紫檀（中）	35	9.81	343.35
紫檀（大）	58	9.81	568.98

（四）筊杯落地時並非完全垂直落地而不改變方向，在落地時會因中心的偏移而改變方向並翻轉，造成落地後形成各種結果。

七、探討筊杯弧度面與平面表面積之關連性。

（一）弧度面對結果之影響

當擲筊時以弧面著地時，筊杯會因反作用力集中在一點而較易彈起，而較易產生聖杯；反之，如果以平面著地時，則會因為反作用力往多個方向散去導致筊杯不易彈起，進而造成筊杯呈現陰陰，使結果變成哭杯。



圖四十七、平面與弧度面落地時作用力與反作用力示意圖（左：弧度面，右：平面）。

（二）各筊杯表面積的比較

表十六、各筴杯表面積的資料

種類	部分面積 各面積 (cm ²)	總面積	底面積	圓弧面積
紫檀(大)		107.92	36.49	71.43
紫檀(中)		74.83	25.34	49.48
紫檀(小)		54.35	18.79	35.56
甲型(大)		97.20	35.25	61.94
甲型(中)		65.70	22.07	43.62
甲型(小)		57.84	19.71	38.13
乙型(大)		102.34	26.41	75.93
乙型(中)		73.30	36.68	46.88
乙型(小)		51.79	18.18	33.61

(三) 測量筴杯基本資料 (以游標卡尺)

1. 筴杯測量



圖四十八、筴杯測量。

2. 紙上繪圖



圖四十九、紙上繪圖。

(四) 單一筴杯擲筴的弧度面與平面的關係

經由數據，可知甲型小筴杯的弧度面朝上機率最大，乙型小及紫檀大筴杯則是平面朝上機率最大，因此較易出現聖杯。

表十七、單一筊杯擲筊五十次之結果

種類	結果種類		比值(弧度面／平面)
	次數	弧度面	
甲(小)	30	20	1.50
甲(中)	24	26	0.92
甲(大)	23	27	0.85
乙(小)	20	30	0.67
乙(中)	21	29	0.72
乙(大)	25	25	1.00
紫檀(小)	26	24	1.08
紫檀(中)	23	27	0.85
紫檀(大)	20	30	0.67

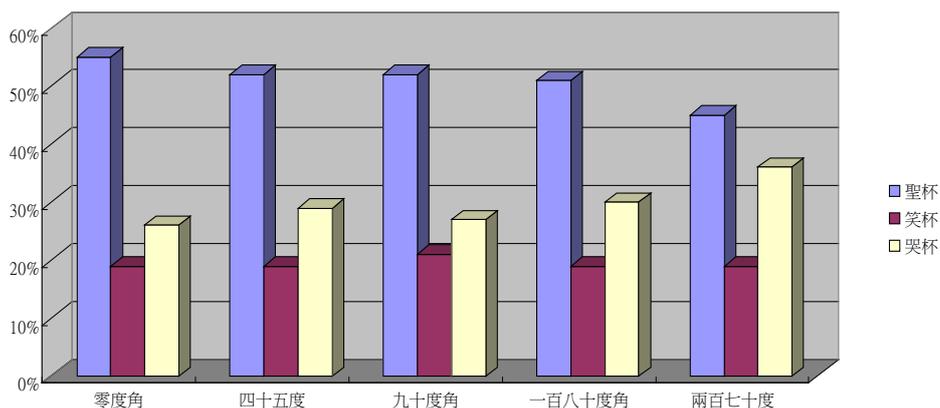
八、改變擲筊高度和拋體之影響。

(一) 以不同擲筊高度進行實驗

下列數據，可知高度越高，其結果越不符合目的，因此擲筊高度越接近原始高度，其結果越符合。

表十八、一百公分高度擲筊數據

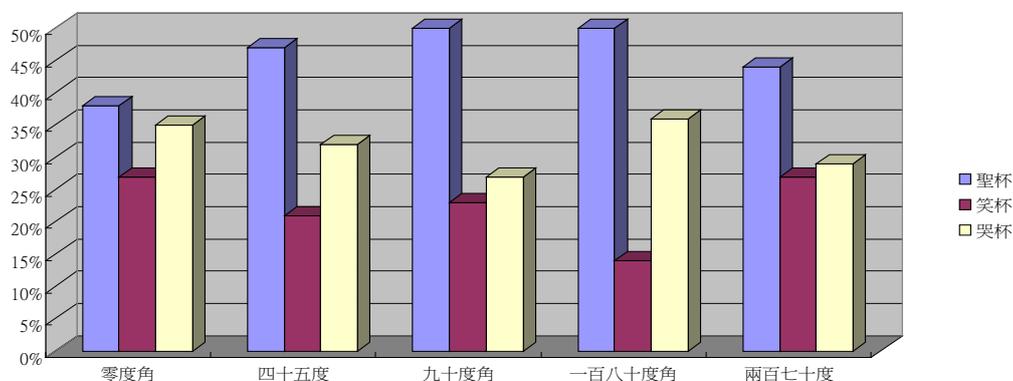
種類	結果種類		
	聖杯	笑杯	哭杯
零度角	55%	19%	26%
四十五度	52%	19%	29%
九十度角	52%	21%	27%
一百八十度角	51%	19%	30%
兩百七十度	45%	19%	36%



圖五十、一百公分高度擲筊之長條圖。

表十九、一百一十公分
度高度擲筊數據

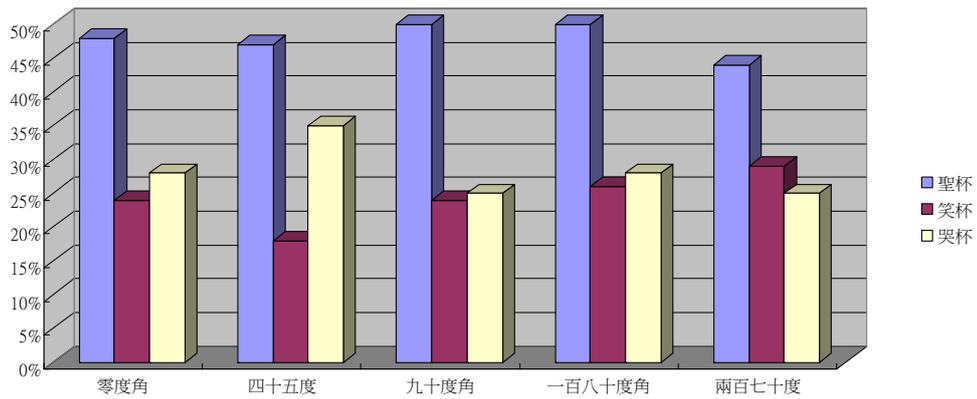
結果種類	聖杯	笑杯	哭杯
零度角	38%	27%	35%
四十五度	47%	21%	32%
九十度角	50%	23%	27%
一百八十度角	50%	14%	36%
兩百七十度	44%	27%	29%



圖五十一、一百一十公分度高度擲筊長條圖

表二十、一百二十公分高度擲筊數據

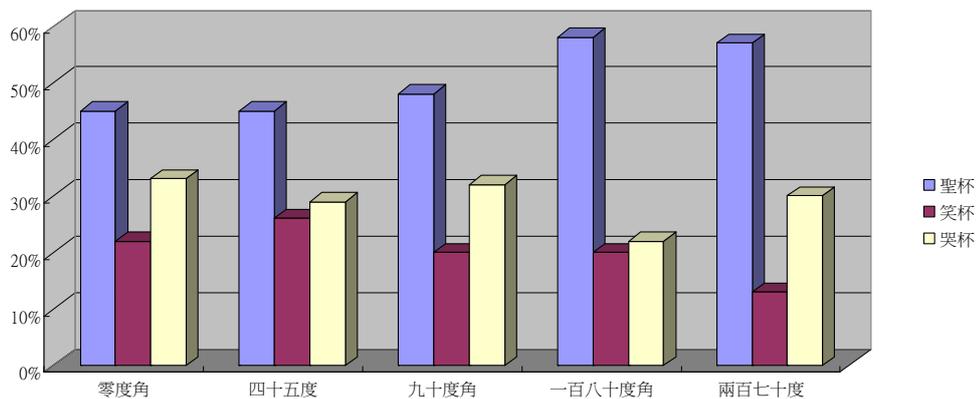
結果種類	聖杯	笑杯	哭杯
零度角	48%	24%	28%
四十五度	47%	18%	35%
九十度角	50%	24%	25%
一百八十度角	50%	26%	28%
兩百七十度	44%	29%	25%



圖五十二、一百二十公分高度擲筊之長條圖。

表二十一、一百三十公分高度擲筊數據

結果種類	聖杯	笑杯	哭杯
零度角	45%	22%	33%
四十五度	45%	26%	29%
九十度角	48%	20%	32%
一百八十度角	58%	20%	22%
兩百七十度	57%	13%	30%



圖五十三、一百三十公分高度擲筊長條圖。

陸、討論

- 一、我們發現筊杯的彈跳種類最常見的有四種，第一種即是最常見的雙彈跳。第二種是其中一個落地後以平面落地便停止，另一個還在彈跳。第三種是兩個落地皆以平面著地，導致馬上停止（此種有時會互撞而彈開）。第四種是兩者落地後彈起時又因互撞而再次改變結果（結果因互撞位置不同而異）。

- 二、以黏土包覆筊杯進行擲筊杯實驗，擲筊後並觀察包覆黏土筊杯上受到撞擊受損的部份，再加以分析推定角杯的重心和摩擦造成的彈跳對與擲筊後所得解果的影響。
- 三、發現表面積可用電腦軟體計算，因此我們將筊杯實際數值匯入繪製 3D 立體圖的軟體角杯的繪成 3D 立體圖，利用軟體中的計算公式，準確的計算出筊杯的圓弧表面積與平面表面積，並且將圓弧表面與平面表面積做比較，證明圓弧表面積大於平面表面積，因此圓弧落地撞擊的機率較大。
- 四、以弧度來推理，發現甲筊杯弧度開口較乙筊杯不圓，近於平行，因此我們推測它較易翻轉，至陰面朝上，故哭杯次數較他款筊杯大。而乙筊杯開口較接近圓弧，因此較不彈跳，落地後易停止翻轉，故聖杯次數較他款大。
- 五、為了減少實驗上的誤差，因此自行設計製作出擲筊器，擲筊器是使用家中的廢棄物所製作，例如：鐵管、海綿、老舊的樂譜架等製作，再進行所有擲筊的實驗，達到一致。
- 六、假使角度在一百八十度以後的結果可能不同，所以增加角度一百三十五度、二百二十五度、兩百七十度和三百一十五度角。
- 七、以各種類的筊杯進行實驗，以五百次為一個單位來投擲，並以照相機拍攝其落下時在空中翻轉彈跳的畫面，加以分析推定不同的翻轉情形，所造成的擲筊結果不同處。
- 八、將各種筊杯進行五百次擲筊的實驗，並統計繪製長條圖，發現乙型的筊杯聖杯的機率大於甲型聖杯機率，且乙型小筊杯聖杯的機率高達四分之三，明顯的與估算值有偏差。
- 九、經觀察及統整後發現不只有垂直擲法，也有拋物擲法，因此製作拋體擲筊器，以此擲筊器進行實驗，發現拋體時筊杯易在地面滑行及翻轉，一般擲法則較不易滑行，易翻轉。
- 十、原先設以一百五十公分以下每十公分為一高度進行實驗，但初測後發現一百四十公分以上高度擲筊時，發現會因彈跳的幅度與範圍過大，造成筊杯落地範圍過遠，而更易撞擊周圍物品，因此以一百公分、一百二十公分和一百三十公分進行高度實驗。
- 十一、製作拋體擲筊器時，我們先採用木板及彈簧製作第一代拋體擲筊器，但因為不能控制力道，因此失敗了。第二代將木板改成珍珠板，但也因相同因素失敗了。第四代雖控制住力道，但卻只能以低角度擲筊。第五代以槓桿原理，成功控制力道，也能適當的調整高度，因此最成功。
- 十二、經過多次擲筊後，發現甲型和乙型筊杯外表易脫落及壞損，紫檀木筊杯則不易壞損，因此我們知道紫檀木筊杯的密度大於甲、乙型筊杯，故較耐摔，推測此為廟內較常用紫檀木筊杯的原因。

- 十三、零度與一百八十度擲筊時，我們發現因筊杯掉落時成鉛垂著地，因此易以 V 型散開，所以呈現單彈跳次數較多。且也發現零度角時，因筊杯開口朝內，固易向外散開，一百八十度則易向內散開。
- 十四、以弧度面積及平面面積計算聖杯經一次、兩次和三次彈跳後的機率，發現彈跳次數越多，聖杯機率也隨之提高，但實驗後發現，聖杯機率可能會高於計算值，因此推測尚有其他因素。
- 十五、經改變地板材質實驗後，我們發現在軟質地擲筊時，筊杯彈跳高度不高，但卻彈得較遠；在木質地擲筊時，筊杯落地後不容易彈跳，易停止；在水泥地擲筊杯時，和我們實驗的大理石地較相似，翻轉次數多在二到三次。

柒、結論

經由以上實驗發現筊杯是一個非均質的物體，所以筊杯在掉落時並非如同球體均質的狀態掉落，在掉落時會改變方向，也因為兩個筊杯的動能不同而使撞擊地面時產生彈跳和翻轉。觀察筊杯在不同角度撞擊地面時的情形，在經過多次的擲筊後發現擲筊的角度大於一百八十度後的擲筊，所出現的聖杯機率會大於小於一百八十度的擲筊。在經過 3D 繪圖軟體和單一筊杯擲筊的實驗後，並統整數據及計算出筊杯圓弧面面積及平面面積做比較，在帶入聖杯結果計算公式中發現在理想狀態下聖杯機率會隨著彈跳而增加，發現圓弧面較大，則撞擊的機率就會較大，並由數據得知聖杯的機率非二分之一，而是四分之三。

捌、未來展望

- 一、因已經證明了擲筊杯聖杯不是二分之一的機率，所以我們要回歸理論值聖杯機率二分之一，因此我們未來要設計出一副筊杯擲出聖杯的機率為二分之一來符合理論值。
- 二、設計自製筊杯是將現有的筊杯中加入，讓重心偏移擲出聖杯的機率回到二分之一；並自行尋找材料設計出自製的筊杯，讓擲出聖杯的機率達到二分之一。
- 三、在進行實驗時只用牛頓運動定律垂直引力擲筊，未來想將拋體運動和剛體運動的公式與概論放入實驗中，驗證自由落體與拋體運動的不同，以及探討筊杯是如何進行剛體運動。

玖、參考資料及其他

一、書本資料：

(一) 羅問。 神啊！請多給我一點保佑！。法蘭克福。 2000。

(三) 休伊斯。 觀念物理(二)。 天下文化。 2009。 p.55~p.73。

二、期刊資料：

(一) Richard Durrett。 2009。 *Newton-25*。 p14-p45。

三、網路資料：

(一) 擲筊【維基百科】

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%93%B2%E7%AD%8A>

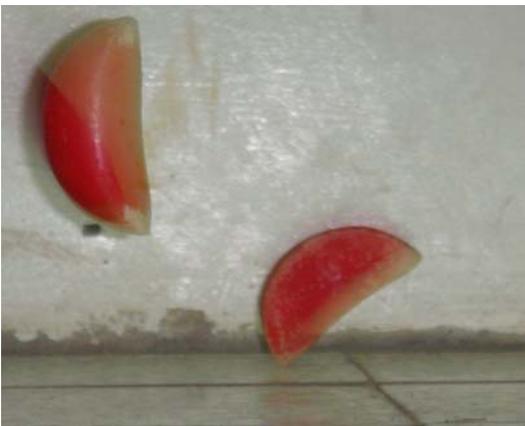
(二) 機率簡史，黃文璋(1999)

<http://eprob.math.nsysu.edu.tw/ProbHistory/probhistory.htm>

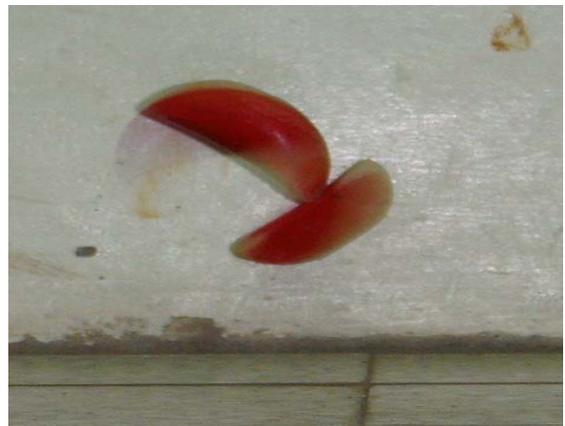
(三) 拋體運動

<http://forum.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=8303>

拾、附錄



圖五十四、單彈跳。



圖五十五、雙彈跳。



圖五十七、雙彈跳。



圖五十六、單彈跳。



圖五十八、單彈跳。



圖五十九、雙彈跳。



圖六十、互相疊合。



圖六十一、雙彈跳。

【評語】 030117

很具鄉土性的研究主題，進行多種統計分析來歸納較公正的
筊杯方式。團隊合作佳，但這是複雜系統，要正確統計很難。