

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

最佳(鄉土)教材獎

080806

戲童玩~重心穩如泰山

學校名稱：新竹市東區東園國民小學

作者： 小五 梁可嘉	指導老師： 林麗羨 陳韻玉
---------------	---------------------

關鍵詞：重心 穩度 童玩

## 戲童玩 ≈ 重心穩如泰山

**摘要：**經由逛鄉間廟會看童玩的刺激，引起自製童玩的動機，再藉由不斷的把玩中，發現這些童玩所具有的規律性，玩具律動的特質都與重心、高度和穩度等變因有關係。爲了要從實際製作玩具與操作來驗證物體的重心、高度和穩度的關聯性，因此自製聰明筋斗丸、旋轉不倒翁、疊疊樂、平衡針、神椅、漂浮管、怪坡、找長瓶的重心、挑戰高度及穩度的關係等，自己擬定測量方式，由所得到的數據分析確認物體的重心、高度和穩度的確有關係。由此次觀察活動中，使我真正親身體會到「坐而言不如起而行及知難行易」這兩句銘言的真諦。

### 壹、研究動機

偶而跟著奶奶一起去逛鄉間廟會，出現在眼前琳瑯滿目玩具如聰明筋斗丸、不倒翁、疊疊樂、平衡針、如意擺、飲水鳥、漂浮管、神椅、怪坡等，不但開拓了我的視野，也引起我對這些玩具感到好奇。我知道奶奶很節儉，不可能樣樣買給我玩，因此，我就暗中記下來，趁閒來無事時製作把玩，無意間發現這些玩具律動的特質都與重心、高度和穩度等變因有關係。經由爸爸的導引下，不知不覺的進入這趟探索的知性之旅。

### 貳、研究目的

- 一、自製聰明筋斗丸、不倒翁、疊疊樂、平衡針、如意擺、漂浮管、神椅、高處爬等玩具
- 二、探討影響上述玩具相關的因素。
- 三、探討並驗證物體的重心與高度和穩度有關係

### 參、研究器材與設備

項次	器材	數量	項次	器材	數量
1	寶特瓶(需附瓶蓋)	5	20	量角器	1
2	紙數張	10	21	保利龍	10
3	硬紙板	15	22	竹籤	8
4	尺	3	23	膠帶	1
5	吸管	15	24	燒杯	5
6	地毯	6	25	試管(大)	1
7	橡皮塞	14	26	試管(小)	1
8	鉛球	2	27	吸鐵	1
9	積木(小正方形)	20	28	木板	12
10	積木(大正方形)	10	29	2000 cc的瓶子	1
11	積木(大長方形)	10	30	筷子	1
12	積木(小長方形)	200	31	鐵絲(不可太粗)	1
13	地平儀/保利龍切割器	1/1	32	法碼(20g)	2
14	棉線	1	33	碼表	1
15	水盆	2	34	軟木塞	2
16	玻璃珠	1	35	鑷子	1
17	小塑膠漏斗	2	36	剪刀	1
18	西卡紙	10	37	黏土	2
19	斜坡	3	38	小鉛球	8

### 肆、研究過程、結果及討論

#### 一、製作聰明筋斗丸又再表演翻筋斗的絕活

##### (一)研究過程

- 1.取長 15cm、寬 4cm 的西卡紙二張，先將兩端用膠帶由內部黏接如圖(一)，內置一顆 30g 重的鐵球後，再將橢圓形西卡紙兩旁的空窗，用等形的西卡紙密封就製成大筋斗丸。
- 2.取長 10cm、寬 2.5cm 的西卡紙，重複步驟 1，再製一個小筋斗丸。
- 3.分別測定大小筋斗丸在長 300cm 的斜坡上，當坡度為 0 度、15 度、30 度時，翻筋斗所需的時間及次數，一一記錄之。
- 4.重複步驟 3，操作 3 次後，記錄並求平均值。
- 5.在鋪地毯的粗糙面上，重複步驟 4 的操作。

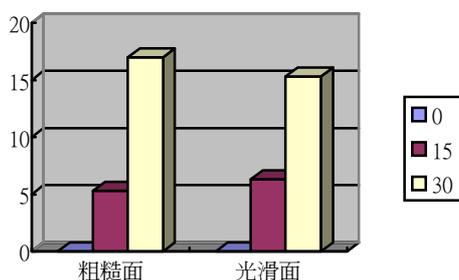


## (二)研究結果

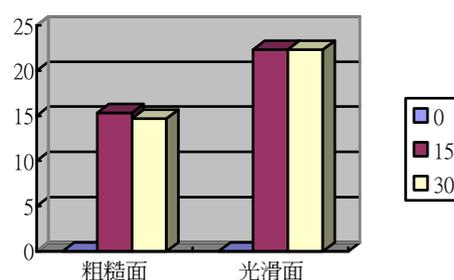
筋斗丸在長 300cm 的斜坡上翻筋斗的「平均次數」及翻筋斗所需的「平均時間」。

B C	A	小筋斗丸				大筋斗丸			
		粗糙面		光滑面		粗糙面		光滑面	
		次數	時間	次數	時間	次數	時間	次數	時間
0 度		0	0	0	0	0	0	0	0
15 度		5.3	6.3	6.3	10.0	15.3	12.0	22.3	13.7
30 度		17.0	13.3	15.3	10.0	14.7	12.7	22.3	14.7

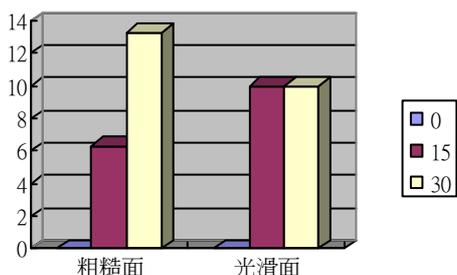
A: 種類 B: 次數(次)和 時間(秒) C:斜坡角(度)



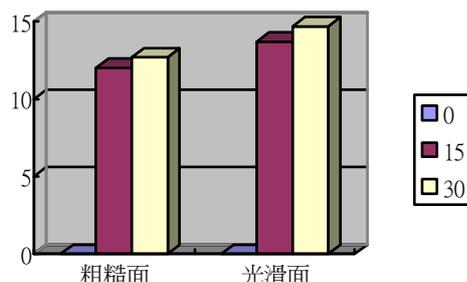
小筋斗丸翻筋斗次數



大筋斗丸翻筋斗次數



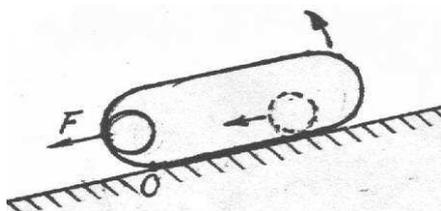
小筋斗丸翻筋斗時間(秒)



大筋斗丸翻筋斗時間(秒)

### (三)討論

- 1.在筋斗丸內裝了一顆小鋼珠，當底面傾斜時，鋼珠在丸內下滾，撞出丸的下圓壁給它一個沖力  $F$ ，如圖(一) 小鋼珠的重心朝下滑力方向移動，導致筋斗丸的重心急速朝前位移，使筋斗丸翻了一個筋斗。它的構造簡單，但其動作包含多種力學知識，值得探討。圖(二)為市售筋斗丸外觀。
- 2.筋斗丸在斜坡上翻筋斗時，其坡度不可以太陡，否則會直接滑下。



圖(一)



圖(二)

- 3.操作時，筋斗丸的縱線方向一定要和前進方向一致，否則其行經路徑曲折不定，所測出的次數及時間將無定值，會增加誤差度。
- 4.操作時，筋斗丸未依規定的路線或中途跌落者，該次不予計數。

### (四)結論

- 1.小筋斗丸在固定距離下，不論是滾動次數或滾動時間，坡度除 15 度及 30 度在光滑面的滾動時間無顯著差異外，其餘皆與坡度大小成正比。
- 2.大筋斗丸在固定距離下，光滑面因摩擦阻力較小，其滾動路徑曲折，需較長的時間及較多次數滾完全程外，坡度除 0 度外，15 度及 30 度無顯著差異。

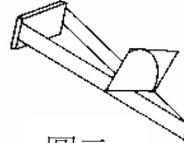
## 二、製作怪坡表演力爭上游

### (一)研究過程

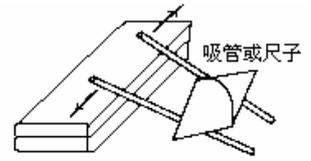
- 1.將兩個塑膠漏斗的開口端直接用膠帶連接在一起，接縫處要保持光滑以減少阻力。以製作一個雙頭圓錐備用。如圖(一)
2. 利用兩根長 45cm 的尺併合，其中一端直接用膠帶連接在一起，放在桌面上。尺的另一端兩根長尺分開約 10cm 左右，直立架在厚約 3~4cm 的書本邊緣，組成一個簡單的斜面。如圖(二)
- 3.將雙頭圓錐如圖(二、三)放在坡底，即可發現雙頭圓錐來回坡頂上下來回滾動。
- 4.分別測量書端兩壁夾角為 10 度、20 度、30 度、40 度、50 度、60 度、70 度時，書厚分別為 0cm ~ 5cm 間，雙頭圓錐來回坡頂上下的成功率及爬坡時間。
- 5.測量步驟 4 各處理的來回滾動時間，重複 3 次分別紀錄之。
- 6.測量步驟 4 各處理的圓錐頂角在滾動前後的高度，予以紀錄之。



圖一



圖二



圖三



怪坡

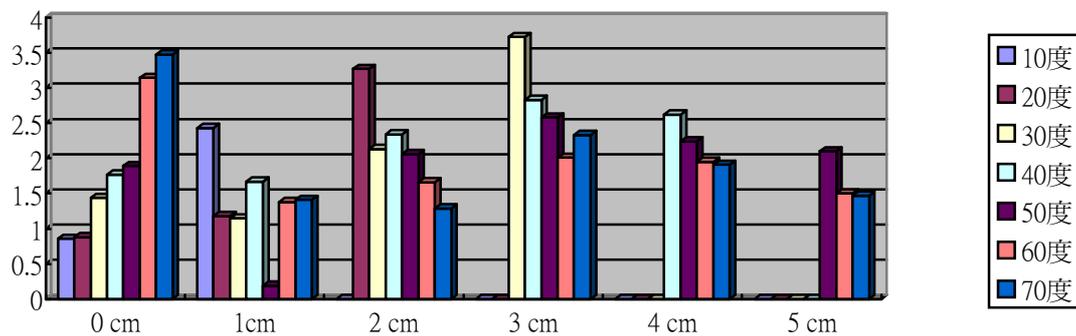


雙頭圓錐

## 2. 兩壁夾角與坡度大小對爬坡時間影響的平均值統計表

A \ B \ C	A		B					
	10 度	20 度	0 cm	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
10 度	0.86	2.43	0	0	0	0	0	0
20 度	0.88	1.18	3.27	0	0	0	0	0
30 度	1.44	1.15	2.13	3.72	0	0	0	0
40 度	1.77	1.67	2.34	2.83	2.62	0	0	0
50 度	1.89	0.19	2.06	2.58	2.24	2.10	0	0
60 度	3.14	1.38	1.66	2.01	1.95	1.50	0	0
70 度	3.47	1.41	1.29	2.33	1.91	1.47	0	0

A: 坡度大小(cm) B: 時間(秒) C: 兩臂夾角(度)



兩壁夾角與坡度大小對爬坡時間影響

### (三) 討論

1. 兩漏斗對合時，要保持對稱，漏斗的開口接縫處要保持光滑以減少阻力。
2. 實驗中，若測量圓錐頂角在滾動前後的高度，得悉滾動前的高度高於滾動後的高度。

- 3.因圓錐是對稱的，其重心位於兩頂角連線之間，所以圓錐頂角的高度等於圓錐重心的高度。
- 4.因斜面的底部較窄頂部較寬，導致圓錐在斜面的底部時重心較高，在斜面的頂部時重心較低，由此的知，圓錐實際上是向下滾動。
- 5.圓柱形的物體因其重心位置隨斜面升高而升高，故無法沿斜面自動上升，但球形的物體值得一試。

#### (四)結論

- 1.兩壁夾角與坡度大小對爬坡時間的影響是在 0cm 時，兩壁夾角愈小，因圓錐頂角在滾動前的高度高於滾動後的高度，故爬坡的時間愈短。
- 2.坡度墊高為 1~3cm 時其爬坡的時間愈來愈長。4~5cm 時，其爬坡的時間呈現趨緩現象。
3. 由步驟 6 的測量得知，圓錐在斜面的底部時重心較高，在斜面的頂部時重心較低，由此的知，圓錐實際上是向下滾動。
- 4.二線夾角大小與坡度對圓錐在斜面的重心平衡確實有關係。

### 三、漂浮管的測試

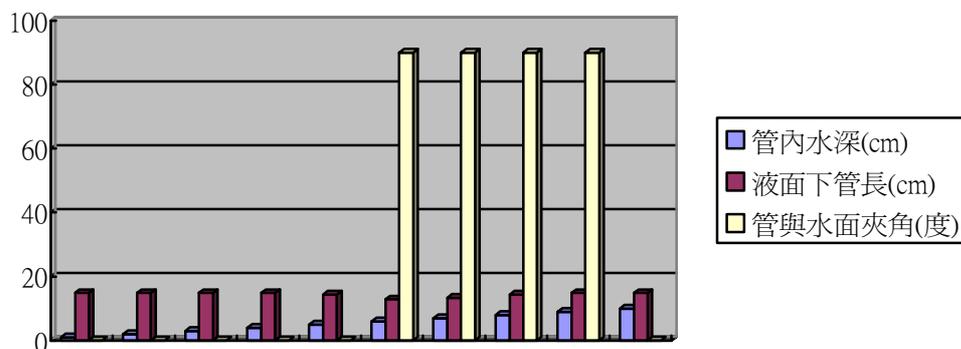
#### (一)研究過程

- 1.將高 30cm、直徑 20cm 內裝八分滿水的玻璃水槽，直立置於實驗桌上。
- 2.取大試管(長 20 cm、口徑 3cm)、小試管(長 15 cm、口徑 1.5 cm)各一支備用。
- 3.用油性簽字筆分別在大小試管壁上，由下而上每隔 1cm 劃一刻度記號，直到管頂。
- 4.取一小試管，用手扶住空試管側壁，以直立狀態沿玻璃水槽壁置入水中直到管口距水面約 1cm 時，緩緩放手，讓試管漂浮在水面上，測量試管沒入水中的深度及試管壁與水平面的夾角，重複 5 次，分別紀錄之並求平均值。
- 5.依據步驟 4 的操作，分別測試試管中水深 1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm、7cm、8cm、9cm、10cm 實的試管漂浮情形，紀錄之。
- 6.取大試管，依據步驟 4 及步驟 5 的操作，分別測試紀錄之。
- 7.探討試管中水量與重心位移的情形

#### (二)研究結果

- 1.小試管內水的深度不同對試管漂浮情形測定平均值

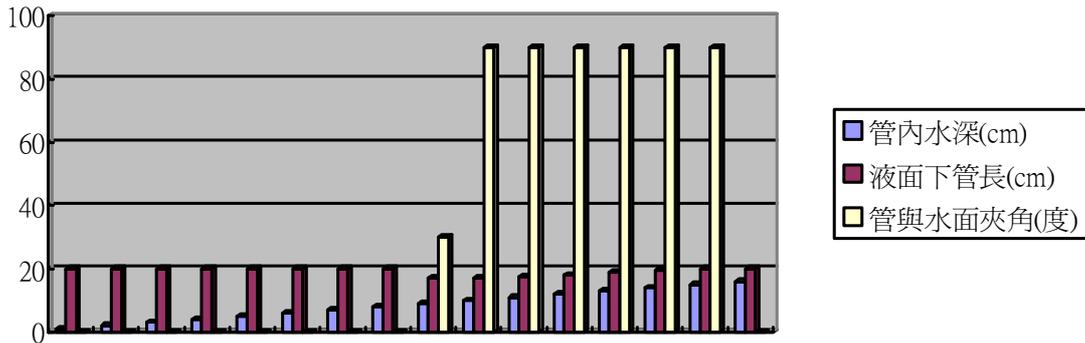
管內水深 (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
液面下管長 (cm)	15	15	15	15	14.5	13	13.5	14.5	15	15
管與水面夾角(度)	0	0	0	0	0	90	90	90	90	0



管內水深不同對試管漂浮的影響

#### 4. 大試管內水的深度不同對試管漂浮情形測定平均值

管內水深(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
液面下管長(cm)	20	20	20	20	20	20	20	20	17	17	17.5	18	19	19.5	20	20
管與水面夾角(度)	0	0	0	0	0	0	0	0	30	90	90	90	90	90	90	0



大試管內水的深度不同對試管漂浮情形測定



測定漂浮管和水平面的夾角

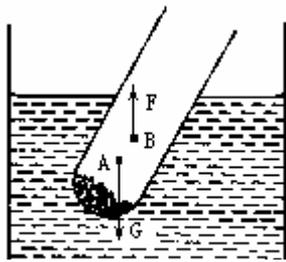


大漂浮管和水平面成垂直

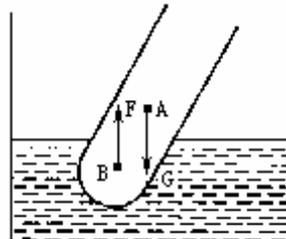
#### (三)討論

- 1.本實驗的目的在觀察物體系統的重心與穩度。當系統的重心低於系統支點的位置時，系統的穩度會明顯增強。故如柔道、摔跤、賽車、相撲等運動，都調低重心、高穩度。
- 2.固定質量空的大小試管的重心都有一定不變的位置，若管內裝水量改變，重心也會隨著改變位置。
- 3.試管在水中受水的浮力作用中心影響，但試管的重心(A)與浮力中心(B)並未重合，試管在水中若能保持漂浮，即表示 AB 二者已達成平衡的條件。
- 4.當 A 高出 B 一定高度時，試管會傾倒後沒入水中。當 A 低於 B 時，物體傾向於保持直立狀態；若 A 與 B 二點重合時，物體可以任何姿態在水面上漂浮。
- 5.空試管較輕固沉入水中的深度較淺，其重心位置遠高於浮力中心，AB 未在同一垂直線上，使力偶臂及力偶矩增大，進一步傾斜而沉入水中。

- 6.空試管內裝足夠水量讓重量增加後，使試管沉入水中的深度增加，顯然試管與水的重心下降到低於浮力中心，使力偶臂及力偶矩變小，試管恢復直立狀態。



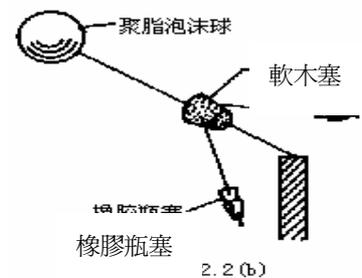
去掉 A 低於 B 試管漂浮



去掉 A 高於 B 試管傾倒

#### (四)結論

- 1.大試管內水深 0~8cm 及小試管內水深 0~4cm 時，其重心位置遠高於浮力中心，AB 未在同一垂直線上，使力偶臂及力偶矩增大，進一步傾斜而沉入水中。
- 2.大試管內水深 10~15cm 及小試管內水深 6~9cm 時，其重心位置與浮力中心位置逐漸位於同一垂直線上，使力偶臂及力偶矩變小，使試管保持直立狀態；
- 3.大試管內水深 9cm 及小試管內水深 5cm 時，試管的重心(A)與浮力中心(B)並未重合，試管在水中若能保持漂浮，即表示甲乙二者已達成平衡的條件。
- 4.當 A 高出 B 一定高度時，試管會傾倒後沒入水中。當 A 低於 B 時，物體傾向於保持直立狀態；若 A 與 B 二點重合時，物體可以任何姿態在水面上漂浮。
5. 試管內裝足夠水量讓重量增加後，使試管沉入水中的深度增加，顯然試管與水的重心下降到低於浮力中心，使力偶臂及力偶矩變小，試管恢復直立狀態。



2. 2 (b)

### 四、平衡針秀出平衡的功力

#### (一)研究過程

- 1.用一根細長竹棒(A)穿透軟木塞的中心 3cm，另一端裝上一個保利龍球。
- 2.另外再取兩根細長竹棒(B)(C)穿透，每根竹棒的一端各穿上一個 20g 的橡膠瓶塞。
- 3.將步驟 2 已處理好的 B、C 竹棒，與主軸成 75 度的夾角斜插入步驟 1 中軟木塞的兩側如圖。A 竹棒伸出軟木塞的一端不宜太長。
- 4.將成品放在任何一個凸出的點上，此時將發現系統對桌子、小椅子、自動筆蓋子、杯緣等支撐點保持平衡的狀況，此時若站住打  $\checkmark$ ，若跌落則打  $\times$ 。
- 5.進一步測試 B、C 竹棒與主軸(A)分別成 30 度、40 度、50 度、60 度的平衡針穩度，依序紀錄之。
- 6.取二線與主軸夾角 60 度的平衡針，測量軸上的軟木塞底邊的位置固定距針尖 1 cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm 時，

平衡針是否能保持平衡及主軸與水平線的夾角，重複 3 次，求平均值紀錄之。

7.取 B、C 竹棒與主軸(A)夾角為 60 度的平衡針，分別於軟木塞上依序加上不同的重量，即 1g、2g、3g、4g、5g、6g，依步驟 5 及步驟 6 測定紀錄之(平衡針保持平衡狀況，成功的打√ 失敗的打 X)。



30 度角平衡針

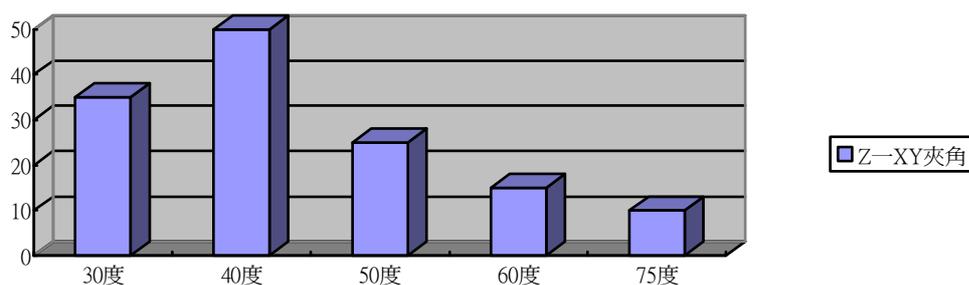


平衡針測試

## (二)研究結果

### 1.平衡針的 AB 與 AC 夾角的變化對 Z 軸與 XY 軸平面夾角的大小的影響

AB 與 AC 夾角	30 度	40 度	50 度	60 度	75 度
Z—XY 夾角	35 度	50 度	25 度	15 度	10 度

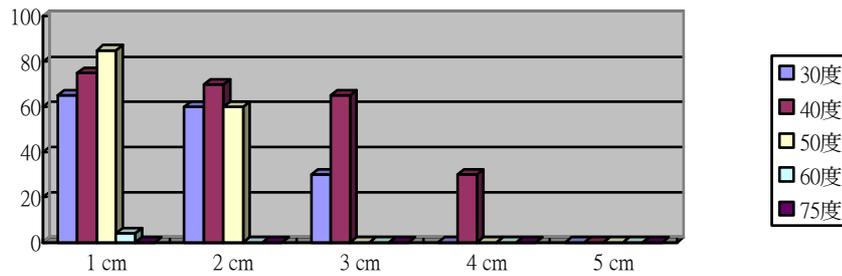


### AB 與 AC 夾角的變化對 Z 軸與 XY 軸平面夾角的大小的影響

### 2.軟木塞底邊與針尖距離對重心位移的影響

B \ A	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
30 度	65	60	30	0	X
40 度	75	70	65	30	0
50 度	85	60	0	X	X
60 度	4	0	X	X	X
75 度	0	0	X	X	X

A: A 棒軟木塞底邊與針尖距離(cm) B: 主軸與水平面夾角大小(度) C:次數(次)

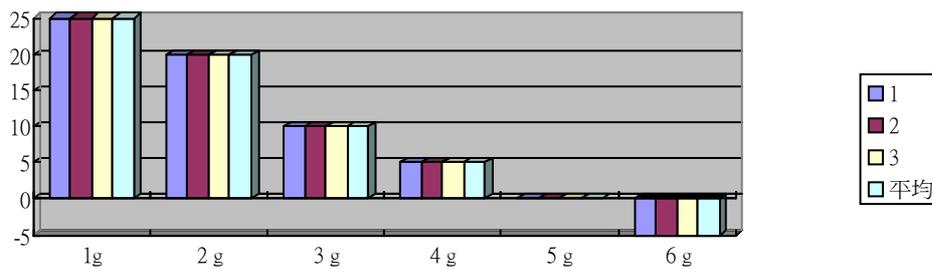


A 棒軟木塞底邊與針尖距離對重心位移的影響

#### 4. 棒上的軟木塞重量的大小對重心位移的影響

B \ A	1g	2g	3g	4g	5g	6g
1	25	20	10	5	0	-5
2	25	20	10	5	0	-5
3	25	20	10	5	0	-5
平均	25	20	10	5	0	-5

A: A 棒軟木塞的重量大小 (g) B: 主軸與水平面夾角大小(度) C:次數(次)



A 棒上的軟木塞重量的大小對重心位移的影響

### (三) 討論

1. 平衡針系統為一三角錐體，其重心位於各面三角形中線的交點與以錐體底部終點為垂足所畫出垂直焦點，它位於三角錐體內部。
2. ABC 竹棒不在同一平面內，但 BC 竹棒一定要在同一平面內且 BC 的兩個橡膠瓶塞的重量相等，AB 兩竹棒的夾角與 AC 兩竹棒的夾角要相等，才能維持平衡針系統的平衡。
3. A 竹棒的基部就是平衡針系統的支點，軟木塞的正下方即本系統的重心所在。
4. 本系統的支點就是座標的原點，XY 軸在同一平面內，A 竹棒代表 Z 軸，位於本系統重心的正上方，Z 軸與 XY 軸的平面有夾角存在。
5. 在系統維持穩定平衡的狀況下，Z 軸與 XY 軸的平面有夾角的大小，直接會影響本系統的重心的位移。
6. 系統的支點對物體支撐點的摩擦阻力足夠大時，平衡針才會站立，反之則否。

### (四) 結論

1. 本系統對桌子、小椅子、自動筆蓋子、杯緣等支撐點皆可保持平衡的狀況。
2. 平衡針的 AB 與 AC 夾角為 40 度時，Z 軸與 XY 軸平面的夾角大為 50 度，此時系統內的重心最高，Z 軸與 XY 軸平面的夾角由 50 度到 75 度時，系統內的重心高度由 25 度降到 10 度。夾角愈小表示下降，以維持系統穩定平衡。

3. A 棒軟木塞底邊與針尖距離愈長，其重心下降，往遠離支點的方向位移。AB 與 AC 的夾角愈大，其重心下降幅度愈大，重心低於水平面，系統墜落。
4. A 棒上的軟木塞重量增加則重心下降，往遠離支點的方向位移，甚至可使重心低於水平面。

## 五、不同圖形重心的偵測

### (一)研究過程

1. 在硬紙板上分別畫出 10 公分大小的下列圖形，即梯形、圓形、不規則形等。
2. 將這些圖形小心剪下後，在這些圖形的邊緣上，等距鑽 5~6 個小孔。
3. 用一根細棉線穿過並繫住一個小孔，提起棉線將紙板吊起。
4. 當紙板靜止下來不再晃動時，用直尺輕輕的貼到棉線上，且沿著棉線的方向下滑到紙板上，用鉛筆沿著尺將此千錘線畫在紙板上。
5. 重複步驟 3、步驟 4，六條線在紙上的交點 (A) 就是該物體的重心所在。
6. 將紙板放在食指指尖上，指尖對正(A)點往上撐住，紙板成水平不動，即找到重心所在。

### (二)研究結果



人形(瘦)



人形(胖)



人形(高)



人形(矮)



台灣地圖



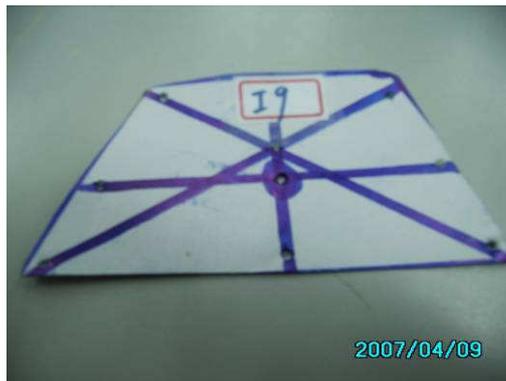
三角形



圓形



長方形



梯形



六角形

### (三)討論

1. 找重心時，常因儀器誤差及人為誤差，導致準確度偏差。
2. 若能將各種變因如大小、材質等都列入考量後，做必要調整，也許可增加準確度。
3. 用指尖檢驗測量數據的可信度，若能改以儀器測量，將可減少人為誤差。

### (四)結論

1. 規則圖形重心偵測如下：三角形為各中線交點、圓形為各直徑的交點、多邊形為各對角線的交點。
2. 不規則形則利用週邊各定點固定畫出鉛垂線，其鉛垂線的交點就是重心。
3. 立體形狀重心的偵測、規則立體形的重心偵測和結論 1 相同；不規則立體形重心的偵測和結論 2 相同。

### 伍、結論

1. 靜置筋斗丸的重心，受圓球(甲)與系統外殼(乙)兩重心的交互作用的影響，此時甲乙二

- 力矩和為零。若筋斗丸位於斜坡上時，因受重力、下滑力及摩擦力的交互作用，造成圓球重心往前位移，造成與系統外殼間力偶矩的變動，導致筋斗丸持續不斷的向下滾動。坡度大小、坡道光滑度、筋斗丸的質量等都是造成穩度變化的因素。
2. 怪坡因斜面的底部較窄頂部較寬，導致圓錐在斜面的底部時重心較高，在斜面的頂部時重心較低，所以圓錐實際上是向下滾動。二線夾角大小造成圓錐重心高低的變化及爬坡時間長短的關鍵。
  3. 漂浮管在水中受水的浮力作用中心影響，但試管的重心(A)與浮力中心(B)並未重合，試管在水中若能保持漂浮，即表示甲乙二者已達成平衡的條件。  
當 A 高出 B 一定高度時，使力偶臂及力偶矩增大，試管會傾倒後沒入水中。當 A 低於 B 時，使力偶臂及力偶矩變小，物體傾向於保持直立狀態；若 A 與 B 二點重合時，物體可以任何姿態在水面上漂浮。
  4. 倒等腰三角平面的不倒翁，中間的支點，要剛好在兩個底角所造成底邊的中垂線上，達到兩邊平衡的效果。底角的角度大一點較為理想，底角的兩個重物的重量要盡可能相等，如此較能使系統穩定。若因軸心提高，旋轉不倒翁的重心變高，旋轉物體時重心的改變，更易傾倒。
  5. 瓶子與瓶內水的重心，未在同一垂直線上，導致其力偶臂及力偶矩較大，穩度較小，反之，則重心較低，穩度較高。底面積越大、重量越大、重心越低，其穩度越大。
  6. 寶特瓶不會傾倒的原因除了穩度外，「慣性」也是一個相關的因素。因為抽拉的速度和作用的時間，及摩擦力都會影響物體傾倒的難易度。瓶底面積愈大，重心低及重量重，當慣性抽離時，其位移距離愈少，表示穩度愈大，反之則否。
  7. 疊積木的實驗的數據得知，積木疊積後的重心即該立方體各對角線的交點，重心高度愈高，重心軸線愈長，重心點愈高，穩度相對降低，稍有風吹草動，穩度的極限一出現，整個規則性的立方體就崩塌。
  8. 平衡針系統為橫三角錐體，其重心位於各面三角形中線的交點與以錐體底部終點為垂足所畫出垂直焦點，它位於三角錐體內部。本系統的支點就是座標的原點，XY 軸在同一平面內，A 竹棒代表 Z 軸，位於本系統重心的正上方，Z 軸與 XY 軸的平面有夾角存在。在系統維持穩定平衡的狀況下，Z 軸與 XY 軸的平面有夾角的大小，直接會影響本系統的重心的位移。夾角小時重心向前移，反之則向後移。
  9. 規則圖形重心偵測為各對角線的交點，不規則形則利用週邊各定點固定畫出鉛垂線，其鉛垂線的交點就是重心。
  10. 本實驗的大吸管中裝入比重大的鐵球，當椅子單邊腳著地時，館中鐵球會朝著地邊移動，導致重心往單方向位移，使該椅重心低，穩度大不易倒，神椅與地面的夾角在 15 度到 75 度時都能站立，其中以 60 度時在地面上駐留時間最久。
  11. 戲童玩，從遊戲中學習；從觀察中享受遊戲中的樂趣。由不斷不斷的比較與找尋、蒐集發現各類童玩間有著相同的規律性：如(1)重心越低，穩度越大(2)底面積越大，穩度越大(3)重量越大，穩度越大(4)力偶矩和力偶臂較小，穩度越大。

## 陸、參考資料及其他

1. 大不列顛百科全書 廖瑞銘主編
2. 兒童科學實驗三百題 周東川譯 銀禾文化事業公司 二版 1992(民 82)印
3. 國民中小學科學研習活動 參考手冊 國立台灣科學教育館編印 82. 3 再版
4. 不可思議的科學實驗物理篇 清華大學物理系教授黃幸美總審訂 林怡芬譯 1998 年 10 月初版
5. 重力與穩度 5~6 年級自然與生活科技資訊融入教學課程研發小組

[www.contest.ntue.edu.tw/data/](http://www.contest.ntue.edu.tw/data/)

6.[www.kelabhk.com/contents/contentframes/photoframes/boundingbean.htm](http://www.kelabhk.com/contents/contentframes/photoframes/boundingbean.htm) - 1k 聰明  
筋斗丸

7.[www.hhsh.cy.edu.tw/dean/toys/database/c1.pdf](http://www.hhsh.cy.edu.tw/dean/toys/database/c1.pdf) - 60k - 向高度和穩度挑戰 設計者:台北科技大學電子系 房漢彬 教授

附件一

**實驗進度表**

日期	執行項目	預定進度	實際進度	檢討
95/ 06/ 01	製作筋斗丸 測試 討論	0601~ 0630	0601~ 0630	在製作筋斗丸時，常因為裡面鋼珠的重量抓不準，而讓筋斗丸滾的不理想。
95/ 07/ 01	製作怪坡表演 測試 討論	0701~ 0731	0701~ 0731	在測試怪坡時高度和角度會影響怪坡爬坡的時間。
95/ 08/ 01	製作漂浮管 測試 討論	0801~ 0831	0801~ 0831	漂浮管在水面上時，浮浮沈沈較難測出角度。
95/ 09/ 01	製作旋轉不倒翁 測試 討論	0901~ 0930	0901~ 0930	測試時會因為旋轉時的我的專心度不夠而影響到穩度。
95/ 10/ 01	製作長瓶 測試 討論	1001~ 1031	1001~ 1031	測試時需要人手幫忙，才不會延誤了測量的時間。
95/ 11/01	製作高度挑戰 測試 討論	1101~ 1130	1101~ 1130	測試時會因為瓶蓋不平，影響到結果。
95/ 12/ 01	製作疊疊樂 測試 討論	1201~ 1231	1201~ 1231	測試時會因為地面不平，而讓測量出來的結果差異較大。
96/ 01/ 01	製作平衡針 測試 討論	0101~ 0131	0101~ 0131	測試時會因為沒有專業儀器，影響到結果。
96/ 02/ 01	製作不同圖形重心 測試 討論	0201~ 0230	0201~ 0305	測試時會因為沒有專業儀器，讓畫出來的重心不準。
96/ 03 / 01	製作神椅 測試 討論	0301~ 0331	0306~ 0331	製作神椅時會因為模型和實際不合，而影響到結果。

【評語】 080806 戲童玩~重心穩如泰山

製作完成許多有關重心的童玩，內容相當豐富有趣，並且進行了改變變因的實驗，探討了重心對於童玩操作上的原理。另外，該類童玩常見販售於市面，頗具鄉土性。