

嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：64

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：翻躍跳板-彈跳板彈跳情形之探討

關 鍵 詞：肌肉收縮 骨骼運動

編 號：A114

摘要

彈跳板是一種簡單有趣的科學玩具，經實驗發現，彈跳板的高度和橡皮筋的拉長量有關係，並且與板子展開後，藉彈力收合的速度有關係，而不同重心位置的板子，收合速度不同，會影響其彈跳高度，而且藉由兩邊重心不同位置的安排，可以製造出不同程度的翻轉（垂直）；而且板子兩側收合快慢不一致的話，也會造成另一種翻轉模式（水平）。此外，展開時能否完全貼合後再收合，也是板子是否能跳更高的因素。

與課本相關單元：

【五年級】：力與運動

【六年級】：巧妙的施力工具

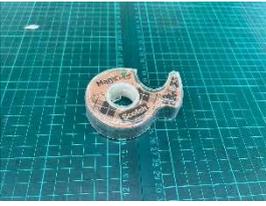
壹、研究動機

科學社團中，老師教我們製作彈跳板，夾著橡皮筋，只要一翻面放桌上，會看到它慢慢翻開，之後迅速往上彈跳，很有趣，我們想說，那什麼樣的條件下，可以讓他跳得更高，或者可以製造出不同跳躍效果，因此我們設計一連串實驗來驗證彈跳結果。

貳、研究目的

- 一、不同寬度的彈跳板，對彈跳高度的影響。
- 二、不同寬度，同樣橡皮筋拉長量，對彈跳高度的影響。
- 三、不同寬度，相同橡皮筋拉長量且同重量的彈跳板，對彈跳高度的影響。
- 四、不同長度的彈跳板，對彈跳高度的影響
- 五、不同重心位置的彈跳板，對彈跳高度的影響
- 六、兩側重心不同的彈跳板，對彈跳翻轉情況的影響
- 七、彈跳板兩側不同時著地，對彈跳翻轉情況的影響
- 八、不同膠帶圈數，對彈跳高度的影響
- 九、不同中空面的彈跳板，對彈跳高度的影響
- 十、不同膠帶材質的彈跳板，對彈跳高度的影響

參、研究設備及器材

	彈跳板本體			製作工具
名稱	塑膠瓦楞板	橡皮筋	絕緣膠帶	剪刀、美工刀
圖片				
	製作工具	測量工具		
名稱	切割墊	三腳架、手機（相機）	尺、捲尺	高度測量板
圖片				
	測量工具		測試膠帶	
名稱	電子秤	彈簧秤、攪拌棒	透明膠帶	透明膠帶
圖片				
	測試膠帶			
名稱	隱形膠帶	彩色 OPP 膠帶	撒隆巴斯	透氣膠帶
圖片				

肆、研究過程

一、文獻資料

(一) 彈跳板：

本實驗器材可以跳得很高的原因，其中原理是利用橡皮筋被拉長，彈性位能被儲存在橡皮筋裡，當一鬆開手，橡皮筋就會恢復原狀，同時將能量釋放出來，轉換為彈跳所需的動能。一開始折好放開時，板子會先緩慢展開，到貼合桌面後，橡皮筋的張力會迅速把兩側的板子收合，板子對桌面施加往下作用力，而桌面給予板子同樣反作用力，因此造板子向上彈起。如下圖。

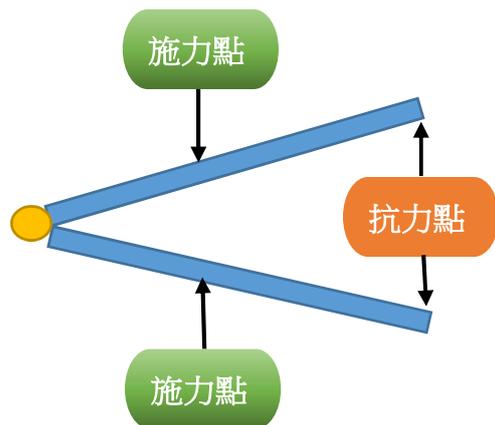


(二) 槓桿原理：

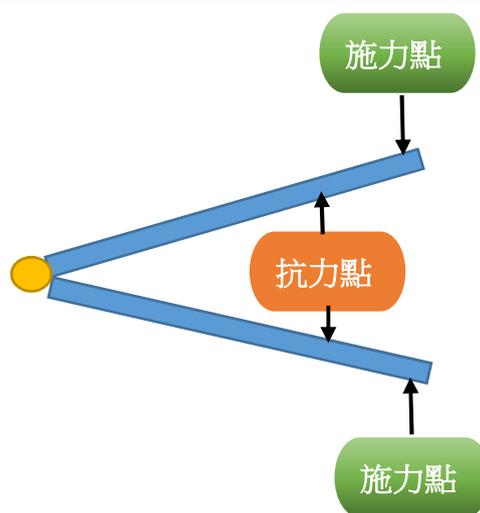
使用工具時，在工具上能找到支點、施力點和抗力點，它就是一種槓桿，槓桿有三種不同類型：

- 1、支點在中間：可能省力、費力，或不省力不費力。
- 2、施力點在中間：屬於費力裝置。
- 3、抗力點在中間：屬於省力裝置。

在彈跳板實驗中，會出現施力點在中間、抗力點在中間情況如【圖一】、【圖二】。

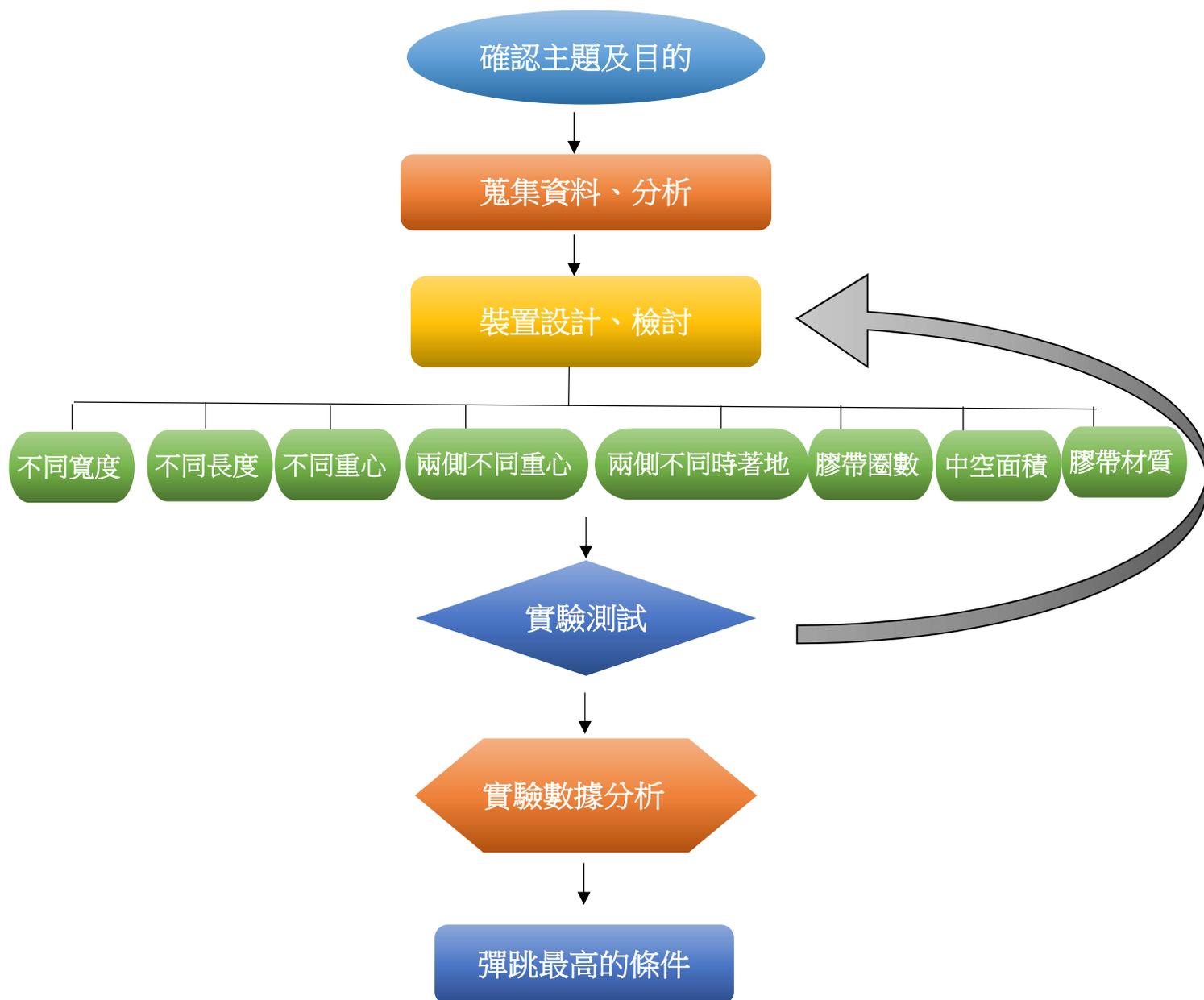


【圖一】：情況一（費力）



【圖二】：情況二（省力）

二、研究流程



伍、研究過程及方法

製作彈跳板

- 1、利用塑膠瓦楞板，裁成 5×10 公分的長方形二塊。
- 2、用絕緣膠帶纏繞瓦楞板兩圈 測量出瓦楞板的厚度為 2.5mm，因此兩個瓦楞板中間要隔 5mm 的間距。
- 3、尋找拉力一致的橡皮筋，我們訂為拉力 200 公克時拉長量為 10.5 公分的橡皮筋。如【圖三】
- 4、利用絕緣膠帶把兩塊板子纏繞兩圈
- 5、板子另一側由外算起 1 公分處切割 1 公分溝槽，並放入橡皮筋後，用透明膠帶黏好，如【圖四】



【圖三】利用彈簧秤尋找拉長量一致的橡皮筋



【圖四】彈跳板外觀

實驗結果：

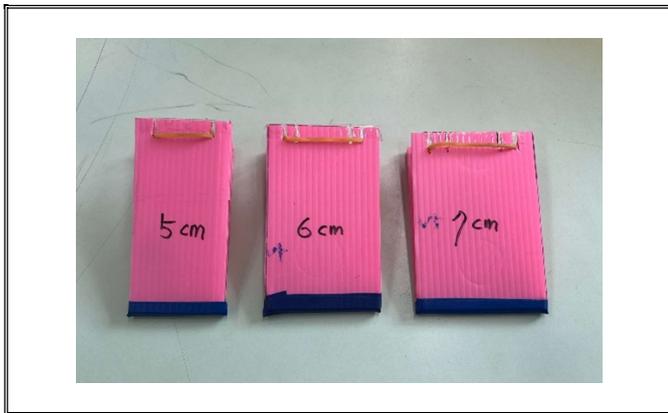
- 一、我們發現，每條橡皮筋看起來都相同，但固定彈簧秤的拉力後我們發現其實每一條橡皮筋被拉長量都有所不同。
- 二、因此我們挑選了同樣是 200 公克拉力下伸長量為 10.5 公分的橡皮筋來做這一系列的實驗。

【實驗一】不同寬度的彈跳板，對彈跳高度的影響。

- 1、操縱變因：使用長度 10cm，寬度 5、6、7cm 如【圖五】。
- 2、控制變因：(1) 瓦楞板厚度：0.25cm
(2) 板子間間距：0.5cm

(3) 膠帶纏繞數：2 圈

3、置於地面後，我們使用高度測量板來測試彈跳板的彈跳高度。如【圖六】



【圖五】各種不同寬度彈跳板

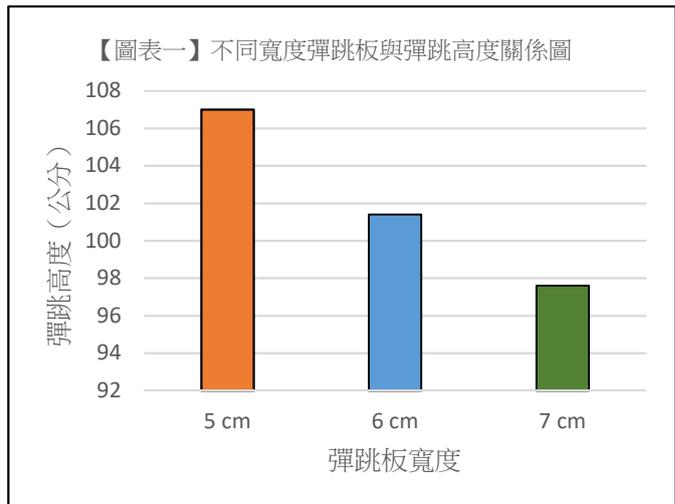


【圖六】用高度測量板測試彈跳高度

【實驗結果】

次 寬度	一	二	三	四	五	平均
5 cm	115	107	96	107	110	107
6 cm	104	99	106	96	102	101.4
7 cm	94	105	96	92	101	97.6

【表一】不同寬度彈跳板與彈跳高度關係表



【發現與討論】

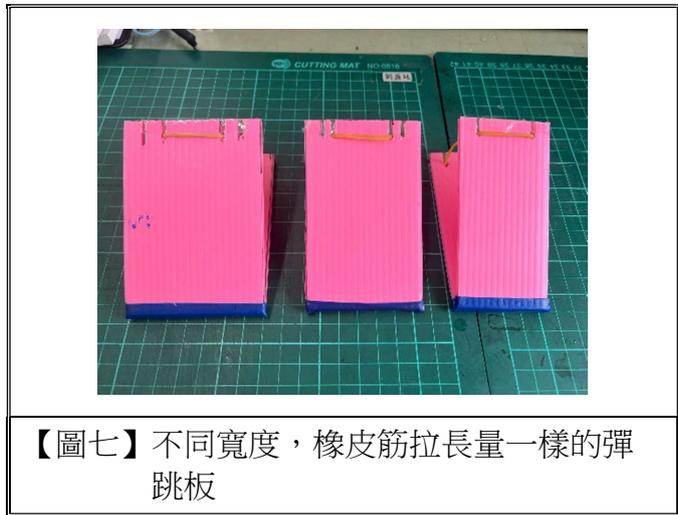
- 1、彈跳高度比較：5cm > 6cm > 7cm。
- 2、我們推測應該是 5 公分寬的板子，重量最輕，所以彈跳起的高度最高
- 3、我們測量了三個不同寬度的板子的重量，結果如【表二】。
- 4、但是寬度愈大的板子，上面橡皮筋的伸長量也愈大，應該也會影響實驗的結果。如【表二】
- 5、因此我們決定調整相同伸長量的橡皮筋，再做一次實驗。

寬度	重量(g)	橡皮筋拉長量 (公分)
5 cm	5.2	38.2 cm
6 cm	6.4	42.2 cm
7 cm	6.8	45.6 cm

【表二】 不同寬度彈跳板的重量與橡皮筋拉長量

【實驗二】 不同寬度，相同橡皮筋拉長量的彈跳板，對彈跳高度的影響

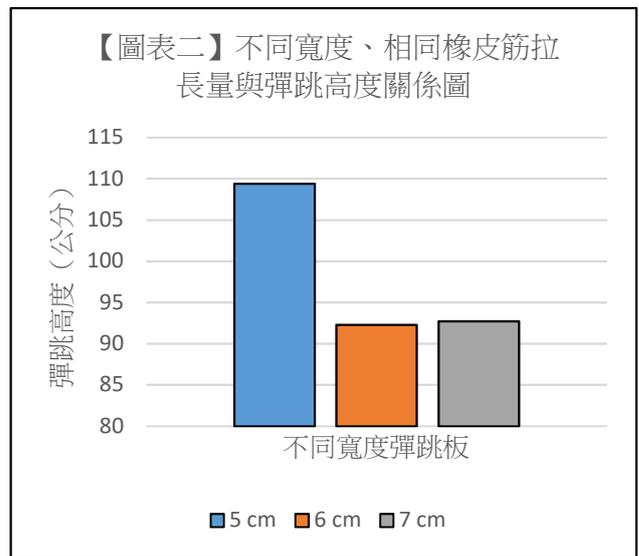
- 1、我們讓橡皮筋綁定的間距與 5 公分寬板子的間距寬度一樣，這樣就可以形成一樣的拉長量，如【圖七】。
- 2、操縱變因：使用長度 10cm，寬度 5、6、7cm 瓦楞板
- 3、控制變因：(1) 瓦楞板厚度：0.25cm
(2) 板子間間距：0.5cm
(3) 膠帶纏繞數：2 圈
(4) 橡皮筋拉長量：38.2 公分



【實驗結果】

次 寬度	一	二	三	四	五	平均
5 cm	109	111	105.5	113.5	108	109.4
6 cm	89	89	100	90	93.5	92.3
7 cm	96	94	87.5	90	96	92.7

【表三】 不同寬度、相同橡皮筋拉長量與彈跳高度關係表

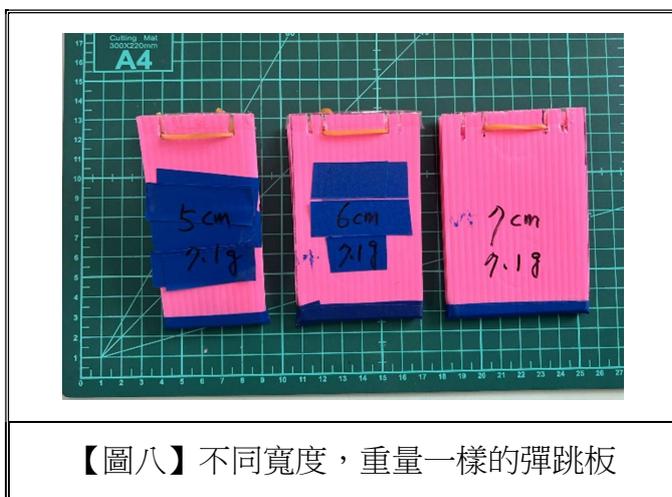


【發現與討論】

- 1、彈跳高度：5 公分 > 7 公分 > 6 公分。
- 2、6 公分和 7 公分寬度沒有顯著的差距。
- 3、5 公分寬的板子會跳比較高，我們推測，應是較輕的緣故所造成
- 4、因此我們想設計在不同寬度，但橡皮筋拉長量和重量都一樣時的彈跳板，他們的彈跳高度有何差距。

【實驗三】不同寬度相同橡皮筋拉長量，且同重量的彈跳板，對彈跳高度的影響

- 1、我們使用絕緣膠帶來增加彈跳板重量，而且是從板子中心貼起，才不會因重心位置不同而影響實驗結果，如【圖八】
- 2、操縱變因：使用長度 10cm，寬度 5、6、7cm 瓦楞板
- 3、控制變因：
 - (1) 瓦楞板厚度：0.25cm
 - (2) 板子間間距：0.5cm
 - (3) 膠帶纏繞數：2 圈
 - (4) 橡皮筋拉長量：38.2 cm
 - (5) 板子重量：7.1 公克

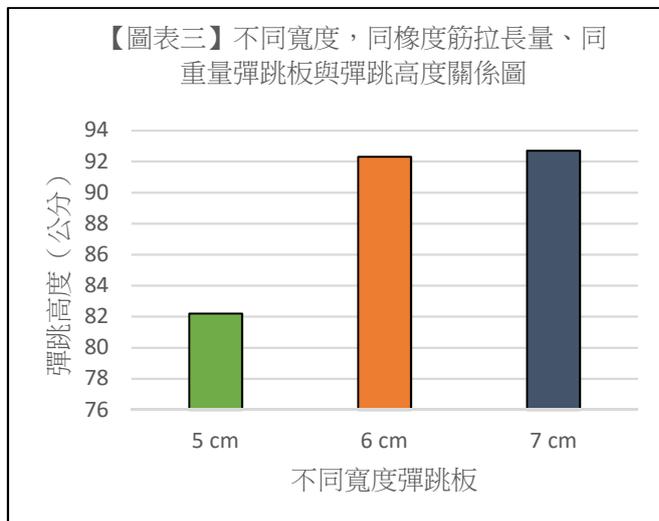


【圖八】不同寬度，重量一樣的彈跳板

【實驗結果】

次 寬度	一	二	三	四	五	平均
5 cm	83	83	78	79	88	82.2
6 cm	92.5	88	92	87	92	92.3
7 cm	96	94	87.5	90	90	92.7

【表四】不同寬度，同橡皮筋拉長量、同重量彈跳板與彈跳高度關係表

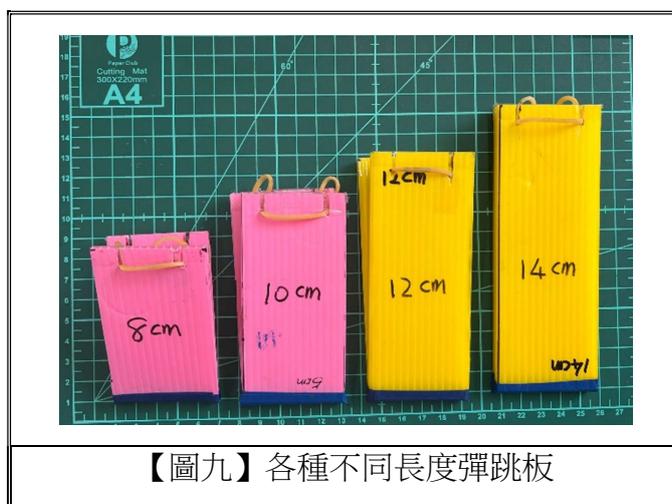


【發現與討論】

- 1、彈跳高度：7 公分>6 公分>5 公分
- 2、6 公分和 7 公分的彈跳高度接近，但是 5 公分寬度的彈跳最低。
- 3、我們預測，同樣重量，面積不同情況下，應該面積愈小的板子，空氣阻力小，會有較高的彈跳高度，但是結果和我們所預測的不同，有可能增加重量的膠帶貼法有所影響。

【實驗四】不同長度的彈跳板，對彈跳高度的影響

- 1、我們想知道在同寬度，不同長度的彈跳板，對彈跳高度是否有影響
- 2、操縱變因：使用長度 8、10、12、14cm 的瓦楞板，如【圖九】
- 3、控制變因：
 - (1) 瓦楞板厚度：0.25cm
 - (2) 板子間間距：0.5cm
 - (3) 膠帶纏繞數：2 圈
 - (4) 板子寬度：5 cm

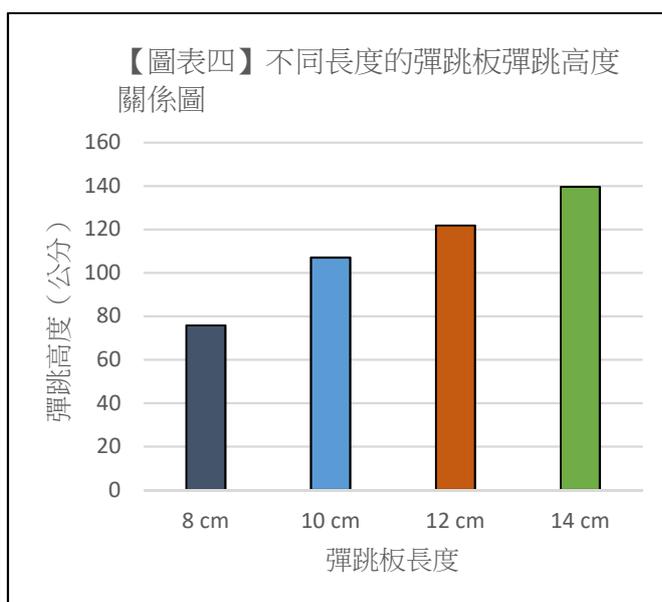


【圖九】各種不同長度彈跳板

【實驗結果】

次 長度	一	二	三	四	五	平均
8 cm	77	79	73	76	74	75.8
10 cm	115	107	96	107	110	107
12 cm	116	122	124	122	125	121.8
14 cm	140	139	140	125	154	139.6

【表五】不同長度的彈跳板與彈跳高度關係表



【發現與討論】

- 1、14cm 長度的板子彈跳最高，8cm 的板子彈跳最低，符合我們之前的預測。
- 2、我們探討結果，長度愈長的板子，橡皮筋的拉長量也愈長，因此拉力愈大的情況下，彈跳高度愈高。
- 3、我們另外也測量了不同板子的重量和拉長量的關係，如【表六】
- 4、我們發現，重量愈重的板子，彈跳的高度不會變低，反而愈高。
- 5、表示彈跳的高度和橡皮筋的拉長量比較有相關性，和重量大小相關性不大

板子長度	8	10	12	14
重量	4.2	5.2	5.6	6.4
橡皮筋拉長量	33.8	38.2	48	52

【表六】不同長度彈跳板，重量與橡皮筋拉長量關係表

【實驗五】不同重心位置的彈跳板，對彈跳高度的影響

- 1、我們想知道相同重量的彈跳板，若重心在不同位置，會不會跳起高度不一樣
- 2、我們用重心靠近膠帶、板子中間、靠近邊緣等三種重心位置來做實驗如【圖十】。
- 3、我們都貼一樣多條的膠帶，而且兩面的板子都有貼，以達到對稱的效果
- 4、操縱變因：使用不同重心的板子
- 5、控制變因：(1) 瓦楞板厚度：0.25cm
(2) 板子間間距：0.5cm
(3) 膠帶纏繞數：2 圈
(4) 板子寬度：5 cm
(5) 重量：6.5 公克

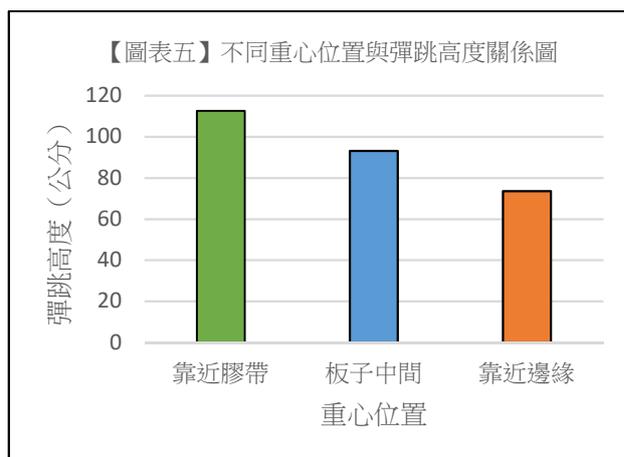


【圖十】不同重心位置的彈跳板

【實驗結果】

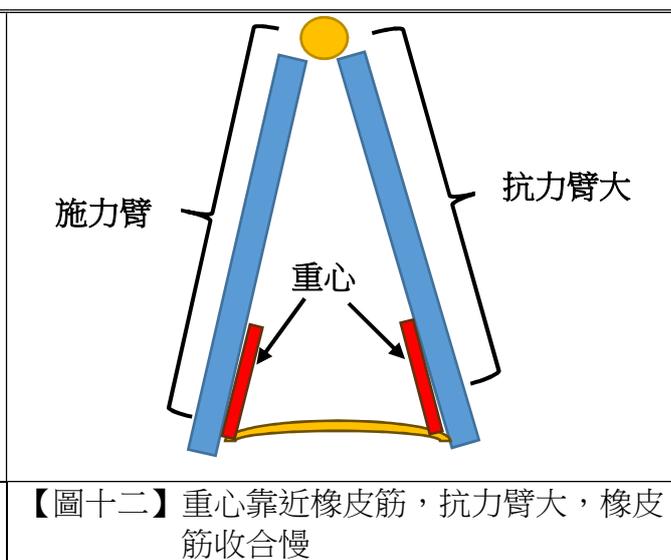
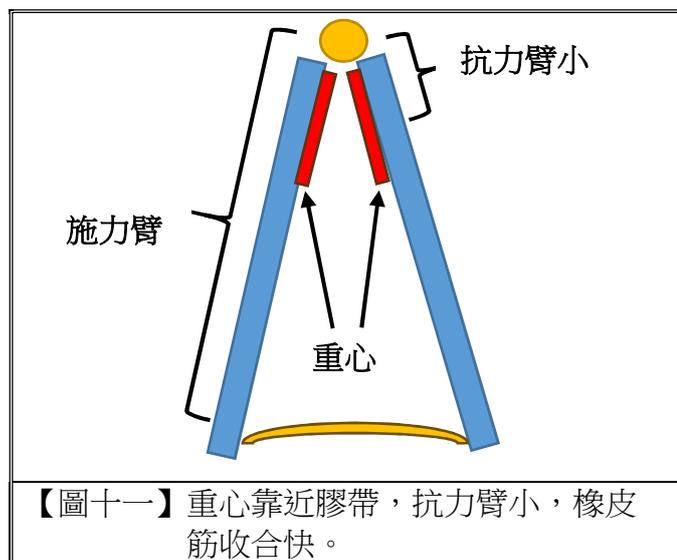
次 重心	一	二	三	四	五	平均
靠近膠帶	111	105	112	122	113	112.6
板子中間	89	92	97	90	98	93.2
靠近邊緣	72	79	75	71	71	73.6

【表七】不同重心的彈跳板與彈跳高度關係圖



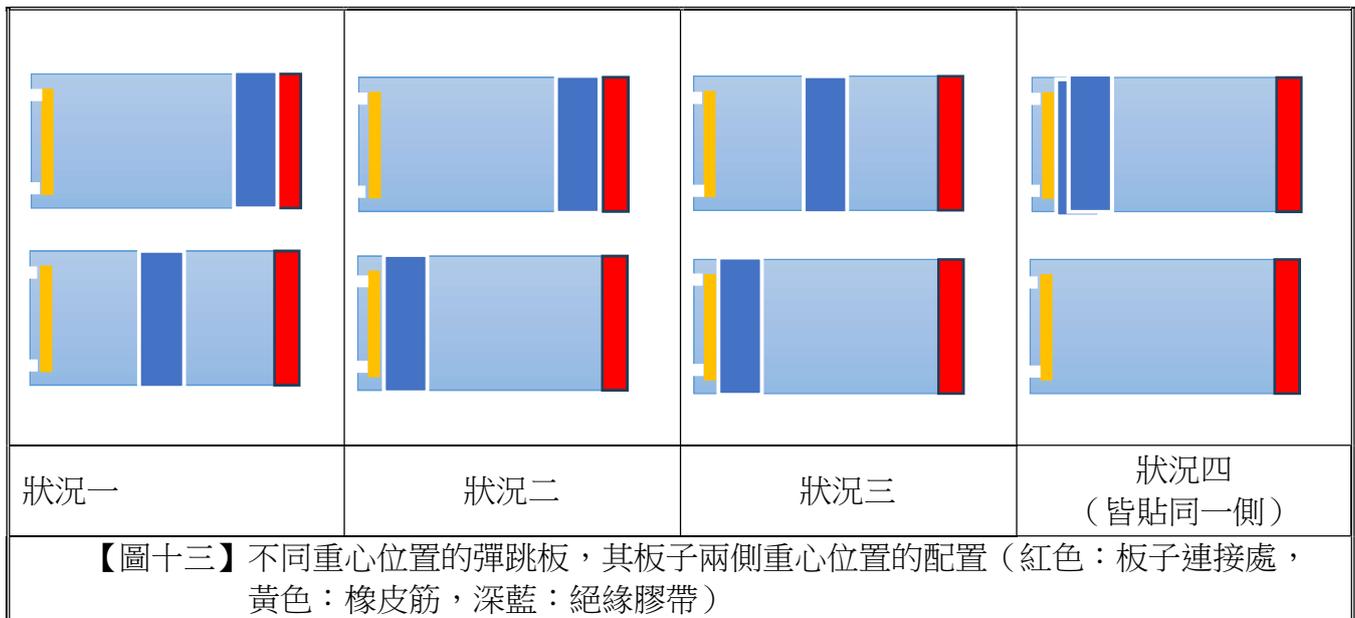
【發現與討論】

- 1、重心靠近膠帶的板子跳最高，在板子中間其次，重心靠邊緣的板子跳最低。
- 2、同樣重量的板子會因重心不同造成不同彈跳高度，令我們覺得很訝異。
- 3、但是依據槓桿原理我們發現，重心愈靠近邊緣的板子，他是屬於抗力較大的裝置，是一種較費力的裝置，會造成板子在收合的速度較慢，也造成彈跳較低，如【圖十二】。
- 4、重心愈靠近內側的彈跳板，就是抗力較小的的裝置，使同樣施力大小的橡皮筋，能造成愈快的收合效果，就會跳得愈高，如【圖十一】。
- 5、至此我們發現，影響彈跳高度的原因和板子在展開平貼於桌面後，收合速度的快慢有關，收合愈快則跳愈高，收合愈慢則跳愈低。



【實驗六】兩側重心不一樣的彈跳板，對彈跳狀況的影響

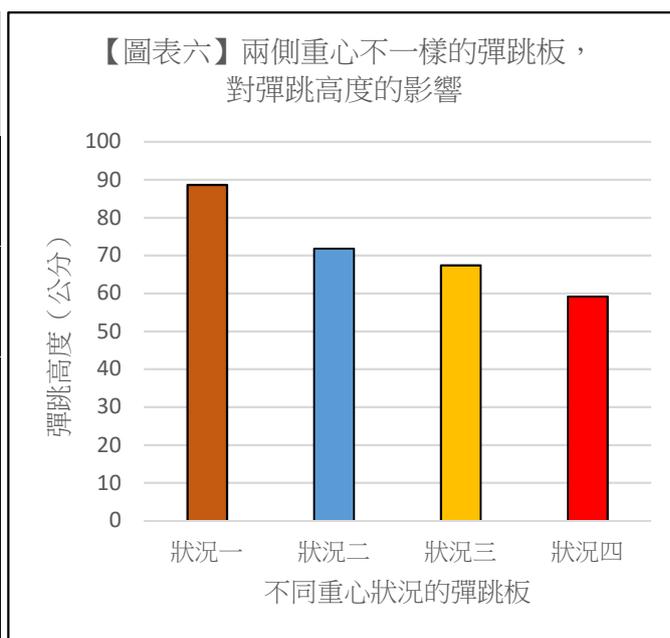
- 1、我們打算兩側的板子貼重心位置不同的膠帶，看看會不會有不同的彈跳現象出現，例如翻轉等情形。
- 2、兩側所貼的重心分別如【圖十三】，貼的膠帶數量長度一樣，所以每個板子總重量皆一樣。
- 3、操縱變因：兩側重心位置不同
- 4、控制變因：
 - (1) 瓦楞板厚度：0.25cm
 - (2) 板子間間距：0.5cm
 - (3) 膠帶纏繞數：2 圈
 - (4) 板子寬度：5 cm
 - (5) 總重量：6.5 公克



【實驗結果】

次 狀況	一	二	三	四	五	平均
狀況一	87	90	85	88	93	88.6
狀況二	74	69	74	69	73	71.8
狀況三	72	63	69	67	66	67.4
狀況四	61	60	62	57	56	59.2

【表八】兩側重心位置不一樣的彈跳板，對彈跳高度的影響



【發現與討論】

- 1、總重量相同的板子，彈跳高度不同，應該和兩側重心不同有關係。
- 2、整體說來，兩側重心平均愈靠膠帶側的板子，彈跳高度愈高，重心平均愈靠邊緣側的板子，彈跳高度愈低，和上一個實驗的結果相符合。
- 3、我們發現兩側重心位置不同的板子，在空中會呈現特別的翻滾現象，是屬於垂直翻轉。
- 4、我們用慢動作攝影來計算板子在空中的翻轉圈數，看看哪種情況的翻轉圈數最多，如【表九】
- 5、我們計算每公分的轉轉圈數如【表十】，發現兩側重心位置差距愈遠，翻轉的圈數愈多，而重心都集中在同一側的板子（狀況四）翻轉圈數最多
- 6、經慢動作鏡頭發現，兩邊重心不同的板子，收合的速度不一樣，一側快一側慢的結果，造成整個板子的翻轉現象，重心愈邊緣（靠橡皮筋）收合愈慢，愈靠近膠帶收合愈快，旋轉方向則是快往慢的那一方翻轉，如【圖十四】。



【圖十四-1】重心在左側的彈跳板

【圖十四-2】收合後往左側（重心側）傾

【圖十四-3】跳起後往重心那一側垂直翻轉

次 圈數	一	二	三	平均
狀況一	0.75	0.75	0.75	0.75
狀況二	2.75	2.75	2.5	2.66
狀況三	2.25	2	2.25	2.17
狀況四	3.25	3	3	3.08

【表九】不同狀況彈跳板空中翻轉圈數

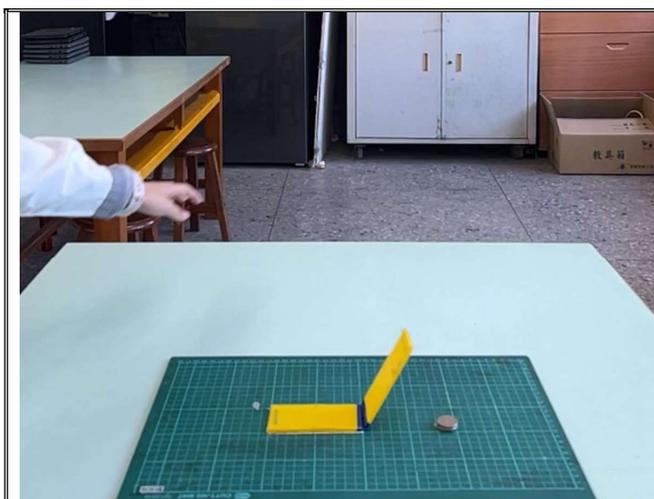
次 圈數	翻轉圈數	停留空中高度(公分)	每公分翻轉圈數(圈/公分)
狀況一	0.75	88.6	0.0042
狀況二	2.66	71.8	0.018
狀況三	2.17	67.4	0.016
狀況四	3.08	59.2	0.026

【表十】單位距離翻轉圈數： $\text{圈數} \div (\text{停留空中高度} \times 2)$

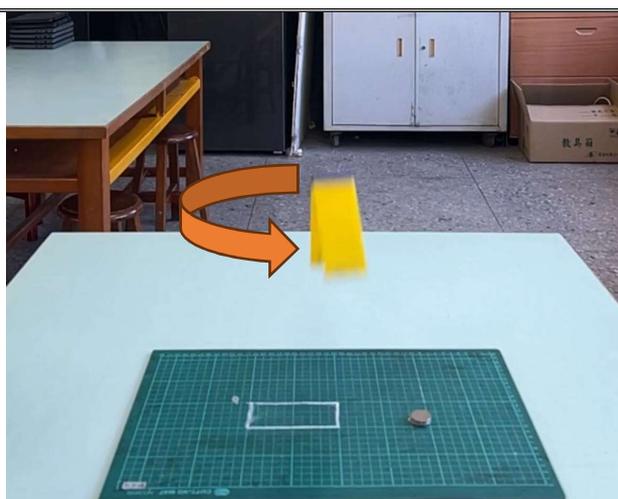
【實驗七】板子兩側不同時著地，對彈跳狀況的影響

- 1、我們發現在板子的其中一個角落若有墊東西，在板子收合跳起時，會造成水平翻轉的現象如【圖十五】、【圖十六】，所以我們想知道，墊的東西高度會不會影響板子水平翻轉的圈數
- 2、我們使用伍元硬幣來代表所墊東西的高度，經測量四個硬幣的高度為 0.6 公分，經計算而推算出一個伍圓硬幣的厚度是 0.15 公分
- 3、操縱變因：硬幣高度，分別是一枚到五枚。
- 4、控制變因：(1) 瓦楞板厚度：0.25cm
(2) 板子間的問題：0.5cm
(3) 膠帶纏繞數：2 圈

(4) 板子寬度：5 cm



【圖十五】在彈跳板一角落疊放硬幣

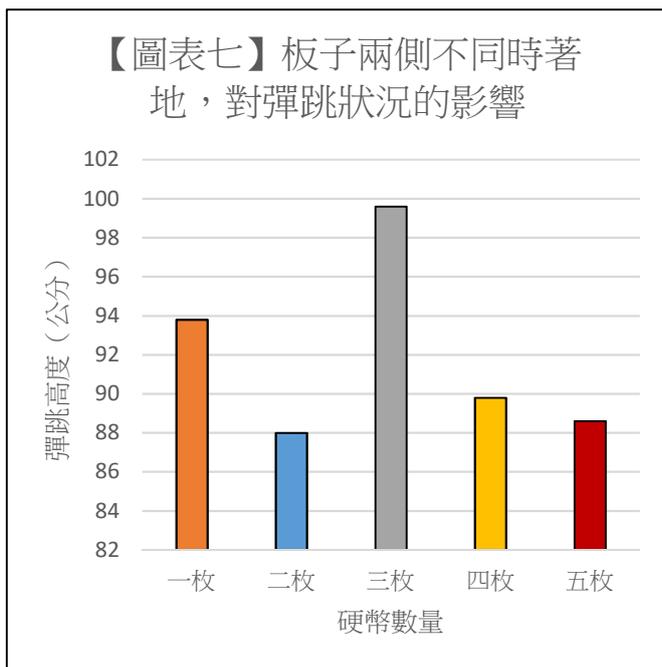


【圖十六】跳起後呈逆時針方向水平旋轉

【實驗結果】

次 硬幣	一	二	三	四	五	平均
一枚	94	93	95	97	90	93.8
二枚	88	87	87	88	90	88
三枚	94	103	99	104	98	99.6
四枚	93	93	84	89	90	89.8
五枚	92	88	88	85	90	88.6

【表十一】板子兩側不同時著地與彈跳高度關係表



同時我們也用慢動作鏡頭拍攝板子水平翻轉狀況，計算它的轉圈數

次 硬幣	一	二	三	平均
一枚	2.5	2.5	3.25	2.75
二枚	2.25	2.5	2.25	2.3
三枚	5	4.25	4.5	4.58
四枚	5.25	5	4.5	4.9
五枚	5	4.5	4.75	4.75
【表十二】彈跳板在空中水平翻轉圈數表				

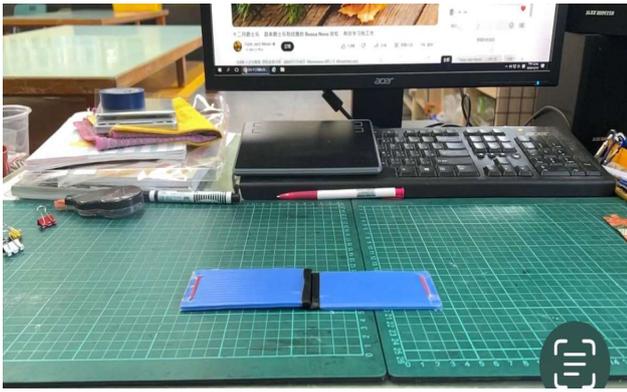
次 圈數	翻轉圈數	停留空中高度 (公分)	每公分翻轉 圈數 (圈/公分)
一枚	2.75	93.8	0.0146
二枚	2.3	88	0.0131
三枚	4.58	99.6	0.0230
四枚	4.9	89.8	0.0258
五枚	4.75	88.6	0.0268
【表十三】單位距離翻轉圈數：圈數÷(停留空中高度×2)			

【發現與討論】

- 1、墊三枚以上硬幣的板子，水平翻轉的現象比較明顯。
- 2、經由慢動作鏡頭可看出，地面高度差造成兩邊收合速度不同，所以形成水平翻轉。
- 3、先碰到硬幣那側先收合，旋轉方向會往較慢收合那側旋轉。
- 4、在三枚以後，高度愈高，水平翻轉的圈數並不會隨著更多，影響有一定的極限。
- 5、不過若換算成每公分的圈數後，發現硬幣疊愈高，每公分旋轉的圈數會愈多。

【實驗八】不同膠帶圈數對彈跳高度的影響

- 1、之前的實驗，我們都是用膠帶纏二圈來做實驗，所以好奇若是不同的圈數，是否會對跳起高度產生影響
- 2、操縱變因：絕緣膠帶的圈數，分別是一圈、二圈、三圈及四圈
- 3、控制變因：(1) 瓦楞板厚度：0.25cm
(2) 板子間間距：0.5cm
(3) 板子長度：10 cm
(4) 板子寬度：5 cm



【圖十七】膠帶圈數夠多，可完全貼合桌面再收合彈起

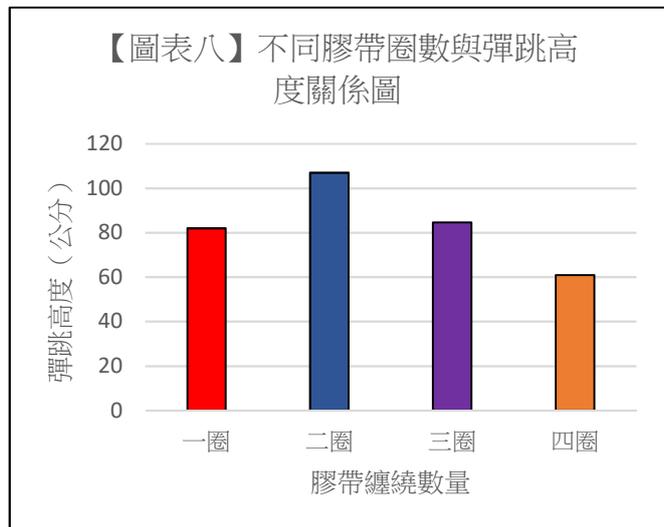


【圖十八】膠帶圈數太少，尚未貼合桌面就已收合彈起

【實驗結果】

次 膠帶	一	二	三	四	五	平均
一圈	80	72	77	88	93	82
二圈	115	107	96	107	110	107
三圈	87	85	81	86	84	84.6
四圈	68	68	53	62	54	61

【表十四】不同膠帶圈數與彈跳高度關係表



【發現與討論】

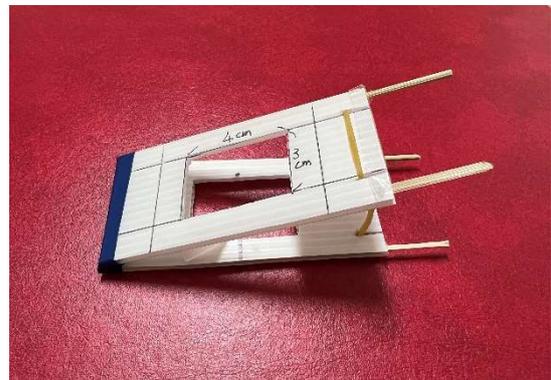
- 1、二圈的時候，板子的彈跳高度來到最高，再來是三圈，最低的則是四圈的。
- 2、我們用慢動作鏡頭發現，膠帶一圈的板子，展開速度太快。結果還沒展開到貼合桌面的時候，就已經開始收合了，沒有辦法吃到桌面提供的反作用力，就跳得不高，如【圖十八】。
- 3、三圈和四圈因為纏的圈數太多，比較緊，所以展開的速度很慢，收合的速度也較慢，所以也就跳得不高。

【實驗九】不同中空面積的彈跳板，對彈跳高度的影響

- 1、如果板子中間挖空，是否會阻力變小，使得彈跳高度變高呢？所以我們設計幾種不同中空面積的彈跳板，來研究是否影響彈跳高度。
- 2、操縱變因：不同中空面積，如【圖十九】：
 - (1) 0 平方公分。
 - (2) $2 \times 3 \times 2 = 12$ 平方公分
 - (3) $4 \times 3 \times 2 = 24$ 平方公分
 - (4) $6 \times 3 \times 2 = 36$ 平方公分
- 3、控制變因：
 - (1) 瓦楞板厚度：0.25cm
 - (2) 板子間間距：0.5cm
 - (3) 板子長度：10 cm
 - (4) 板子寬度：5 cm
- 4、因為中空面積不同造成重量不一致，因此我們用削細的竹籤置入板子內以維持板子重量一致，竹籤的長度一律為 10 公分，避免重心集中某部位影響彈跳結果。



【圖十九】不同中空面積的彈跳板

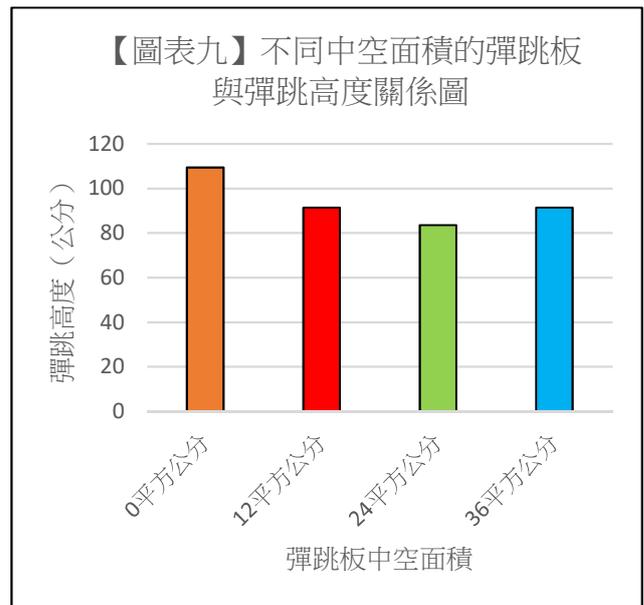


【圖二十】將削細的竹籤（10 cm）置入板子使重量一致

【實驗結果】

次 中空面積	一	二	三	四	五	平均
0 平方公分	109	111	105.5	113.5	108	109.4
12 平方公分	94	90	91	93	89	91.4
24 平方公分	81	83	90	80	84	83.6
36 平方公分	90	93	91	93	90	91.4

【表十五】不同中空面積的彈跳板與彈跳高度關係表



【發現與討論】

- 1、中空面積 12 和 36 平方公分比中空面積 24 平方公分高，但都比沒有中空的板子低。
- 2、我們推測，沒有挖洞的板子，彈跳時的氣流順著板子流過，風阻較低，所以跳得高。
- 3、有挖洞的板子，部分氣流會從中空處經過，反而擾亂氣流，增加風阻，所以不如預期的
高。
- 4、為何中空面積 24 平方公分的板子會比其它兩個低，我們需進一步再研究。

【實驗十】不同膠帶材質的彈跳板，對彈跳高度的影響

- 1、我們實驗一直都使用絕緣膠帶來測試，我們想看看市售的其他膠帶，對彈跳的高度是否會有不一樣的差別。
- 2、操縱變因：不同材質膠帶，如【圖二十一】。
 - (1) 隱形膠帶
 - (2) 彩色 OPP 膠帶
 - (3) 透氣膠帶
 - (4) 撒隆巴斯
 - (5) 強力布膠帶
 - (6) 透明膠帶

3、控制變因：

- (1) 瓦楞板厚度：0.25cm
- (2) 板子間間距：0.5cm
- (3) 板子長度：10 cm
- (4) 板子寬度：5 cm
- (5) 膠帶寬度：2 cm



【圖二十一】不同膠帶材質的彈跳板

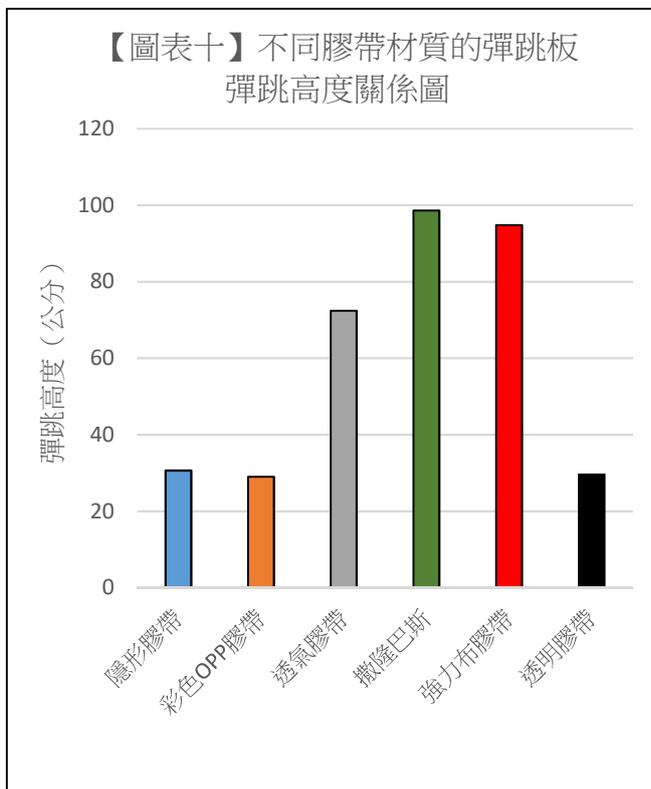


【圖二十二】隱形膠帶還沒貼合桌面就開始收合

【實驗結果】

次 膠帶 材質	一	二	三	四	五	平均
隱形膠帶	27	32	30	31	33	30.6
OPP膠帶	27	30	30	31	27	29
透氣膠帶	69	80	71	69	73	72.4
撒隆巴斯	101	101	94	96	101	98.6
強力布膠帶	97	94	98	93	92	94.8
透明膠帶	33	30	27	31	27	29.6

【表十六】不同膠帶材質的彈跳板彈跳高度關係表



【發現與討論】

- 1、撒隆巴斯、強力布膠帶的彈跳高度較高，而隱形膠帶、OPP 膠帶及透明膠帶的彈跳高度較低。
- 2、撒隆巴斯、強力布膠帶的共通性是材質比較厚，所以展開速度較慢，可以兩邊都貼合桌面後再彈起，高度較高。
- 3、隱形膠帶、OPP 膠帶及透明膠帶的材質很薄，所以放手後的展開速度超快，都沒有貼合桌面就迅速收合，所以彈跳高度超低，如【圖二十二】。
- 4、而且我們發現彈跳較低的板子都有垂直翻轉現象，是因為展開太快，沒有辦法兩邊都貼合桌面，所以造成某一邊先彈起而翻轉的現象。

陸、討論與結論

- 一、彈跳板跳得高與否，和展開時有沒有完全貼合桌面有關，有完全貼合桌面的板子，收合時施加的彈力會使桌面提供完整的反作用力，板子跳得較高，若沒有完全貼合桌面就收合的板子，就沒有辦法得到桌面提供的反作用力，因此跳得低。
- 二、另一個影響彈跳高度的因素是收合的速度，收合速度愈快，提供的彈跳初速快，也能造成較高的彈跳高度；收合速度慢，提供彈跳初速慢，自然彈跳高度較低。
- 三、不同寬度的板子，彈跳高度與重量有關，愈輕則彈跳高度愈高。
- 四、在板子上貼膠帶增加重量，會因膠帶貼的位置影響彈跳高度。
- 五、貼膠帶增加重量的位置愈接近支點(二塊板子接合處)，抗力臂愈小，橡皮筋(施力點)的收合愈省力，收合愈快，可以彈跳愈高。
- 六、膠帶位置愈接近邊緣(橡皮筋那邊)，形成的抗力臂愈大，橡皮筋(施力點)的收合愈費力，收合愈慢，彈跳愈低。
- 七、至此可以發現，彈跳的高度和板子展開後收合的速度有關。以不同長度的板子為例，長度愈長，拉力愈大，收合速度愈快，就跳愈高，即使重量也愈重，但還是跳得愈高。
- 八、兩側重心位置不一樣的板子，會呈現翻轉現象。翻轉方向會繞著重心較外側的那邊做旋轉。
- 九、使用硬幣層疊能使先碰到的那側先收合，造成水平旋轉。旋轉方向則是往較慢收合那一側旋轉。
- 十、膠帶圈數的多少會和展開時是否可以貼合桌面有關。圈數太少，展開過快，沒有貼合桌面

就收合，無法藉桌子提供反作用力跳起，所以跳不高。

十一、但若圈數過多，板子纏繞過緊，造成展開很慢，收合速度也變慢，所以彈跳高度不高。

十二、板子中空的跳板，不會因中空面積愈多跳得愈高，有可能會因中空部份造成氣流不順，使風阻變大，可進一步研究。

十三、不同材質的膠帶，要跳得高的條件，就是在完全展開時能完整合桌面，但又不會太緊而降低收合速度，只要符合這兩個條件就可以跳更高。

柒、參考資料

- 1、休伊特（民 106）。觀念物理 I。台北市：遠見天下文化。
- 2、南一出版社編輯群（民 112 年）。自然科學五上。台南市：南一書局
- 3、南一出版社編輯群（民 104 年）。自然與生活科技六下。台南市：南一書局
- 4、許良榮（民 99）。彈跳玩具。NTCU-科學遊戲實驗室，取自：
<https://scigame.ntcu.edu.tw/power/power-057.html>
- 5、維基百科。槓桿，民 113 年 1 月 4 日，取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%A0%E6%9D%86>