

跳跳板探究與實作 實驗與分析報告

班級：二年七班

座號：7

姓名：陳可祐

學號：1131085

期程：114學年度第一學期

目錄

一、前言

二、實驗目的

- (一) 探討橡皮筋條數對起跳高度的影響。
- (二) 比較不同板子材質（壓克力板、紙板）對起跳高度的差異。
- (三) 分析深度不同時對彈射高度的影響。
- (四) 研究板子長度改變時對起跳高度的影響。
- (五) 研究板子寬度改變時對起跳高度的影響。

三、實驗原理

四、實驗材料

五、實驗結果（數據整理與趨勢分析）

- (一) 變因一：橡皮筋條數對起跳高度的影響（壓克力板）
- (二) 變因二：板子材質對彈跳高度的影響（紙板）
- (三) 變因三：深度差別對起跳高度的影響（壓克力板）
- (四) 變因四：板子長度對起跳高度的影響（壓克力版）
- (五) 變因五：板子寬度對起跳高度的影響（壓克力版）

六、實驗討論

- 1. 彈性位能與動能轉換
- 2. 材質影響
- 3. 長度影響
- 4. 數據分散性與異常值

七、反思

八、實驗心得

橡皮筋彈射起跳高度探究實驗報告

一、前言

在日常生活中，橡皮筋的彈性常被應用於各種裝置中，例如彈射結構與簡易動力模型。影響橡皮筋彈射高度的因素有很多，如材料、結構、拉伸深度與長度等。本實驗透過控制變因並改變不同操作條件，探討各因素對起跳高度的影響，進而了解彈性位能轉換為動能的關係。

二、實驗目的

- （一）探討橡皮筋條數對起跳高度的影響。
- （二）比較不同板子材質（壓克力板、紙板）對起跳高度的差異。
- （三）分析深度不同時對彈射高度的影響。
- （四）研究板子長度改變時對起跳高度的影響。
- （五）研究板子寬度改變時對起跳高度的影響。

三、實驗原理

橡皮筋在拉伸時會儲存**彈性位能**。當外力釋放後，彈性位能會轉換成**動能**，使物體向上彈起。橡皮筋的條數、拉伸深度、板子材質與板子長度都可能影響彈性位能的大小，進而影響起跳高度。

四、實驗材料

- 橡皮筋（同廠牌）
- 壓克力板
- 紙板
- 測量捲尺
- 跳跳板

五、實驗結果（數據整理與趨勢分析）

(一)

變因一：橡皮筋條數對起跳高度的影響（壓克力板）

操縱變因：橡皮筋的條數（2、3、4、5條）。

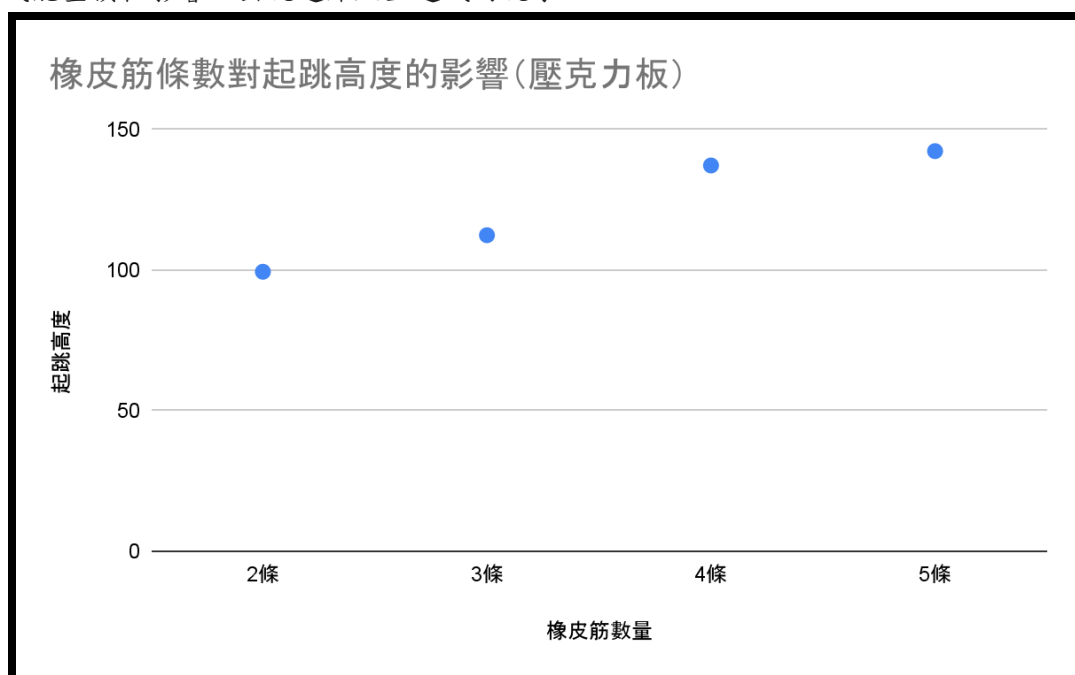
控制變因：使用壓克力板、測量捲尺相同、同廠牌橡皮筋、同跳跳板、起跳場地同、操作人員同。

應變變因：起跳高度（單位：公分）。

步驟：固定控制變因，改變橡皮筋條數，測量起跳高度並記錄10次數據。。

實驗次數	2條	3條	4條	5條
1	94	96	128	137
2	98.5	99	143	148
3	105	110	150	150
4	98.5	122	135	138
5	97	123	146	148
6	103	121	136	147.5
7	105	103	133	124
8	96	124	138	144
9	100	114	130	136.5
10	97	112	133	150
平均	99.4	112.4	137.2	142.3

趨勢觀察：由實驗結果可知，橡皮筋條數與起跳高度呈現正相關關係，當橡皮筋由2條增加至5條時，平均起跳高度由99.4公分提升至142.3公分，顯示彈性能隨條數增加而提高，使物體獲得更大的動能。然而從4條增加至5條時，高度僅小幅增加，成長趨勢趨緩，顯示系統可能受到材料彈性極限或能量損耗影響，出現邊際效益遞減的現象。



(二)

變因二：板子材質對彈跳高度的影響（紙板）

操縱變因： 橡皮筋條數（紙板材質）。

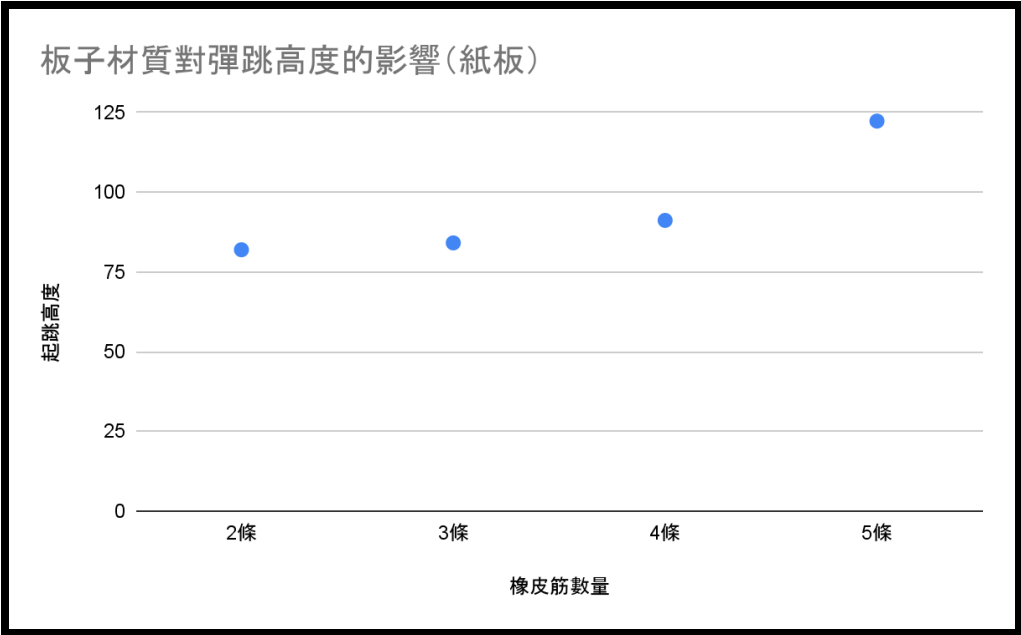
控制變因： 深度2cm，起跳場地同、操作人員同。

應變變因： 彈跳高度。

步驟： 使用紙板板進行實驗，測量起跳高度並記錄數據。

實驗次數	2條	3條	4條	5條
1	90	96	117	125
2	85	98	120	135
3	78	87	115	135
4	83	97	100	150
5	69	86	98	140
6	57	87	20（離群值）	142
7	70	60	50	140
8	94	65	56	100
9	95.5	79	81.5	80
10	98	86	83	76
平均	82.0	84.1	91.2	122.3

趨勢觀察： 由實驗結果可知，在相同橡皮筋條數下，使用紙板時的彈跳高度整體低於壓克力板，且數據波動較大。隨橡皮筋條數增加，平均高度仍呈上升趨勢（2條82.0公分、3條84.1公分、4條91.2公分、5條122.3公分），但提升幅度不如壓克力板明顯，且出現離群值（如20公分），顯示紙板因材質較軟、剛性不足，容易吸收或耗散彈性能，導致能量轉換效率較低。因此板子材質會影響彈跳高度，剛性較高的材料較有利於提升彈跳表現。



(三)

變因三：深度差別對起跳高度的影響（壓克力板）

操縱變因：深度（2cm、3cm、4cm、5cm）。

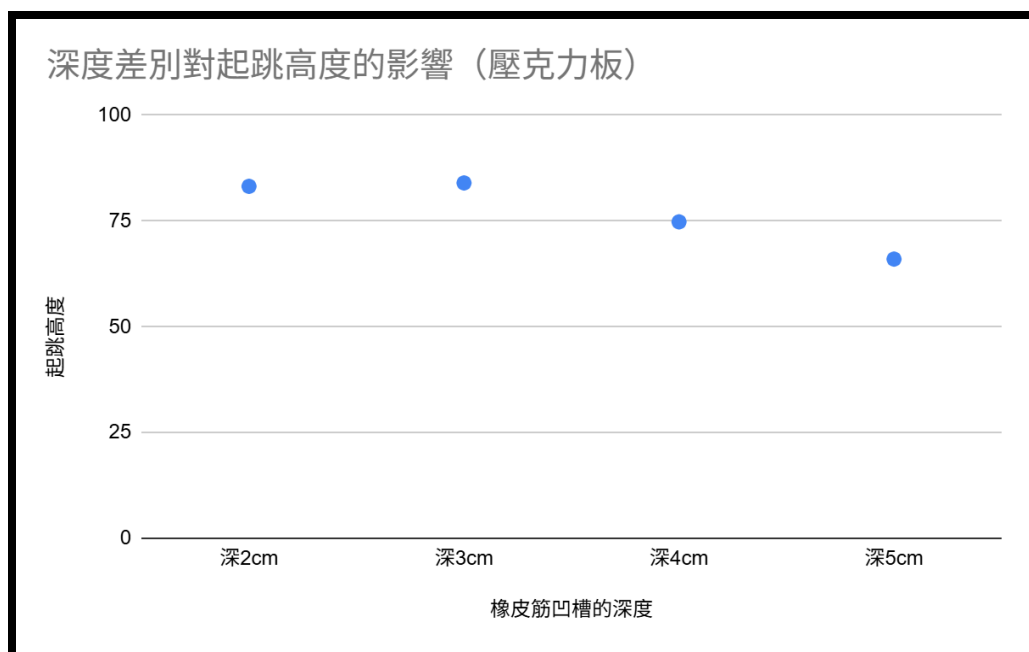
控制變因：板尺相同、同廠牌橡皮筋、同次板、操作人員相同、起跳地點相同、使用壓克力板。

應變變因：起跳高度。

步驟：固定控制變因，改變彈射深度，測量起跳高度，然後記錄10次數據。

實驗次數	深2cm	深3cm	深4cm	深5cm
1	87	85	65	69
2	90	92	79	83
3	94	88	77	90
4	70	74	75	30（離群值）
5	8（離群值）	83	50（離群值）	63
6	86	83	78	70
7	85	82	75	67
8	80	89	73	63
9	76	83	70	65
10	89	81	78	68
平均	83.2	84.0	74.8	66.0

趨勢觀察：由實驗結果可知，當深度由 2cm 增加至 3cm 時，起跳高度幾乎不變（83.2→84.0 公分）；但當深度增加至 4cm 與 5cm 時，高度明顯下降（74.8→66.0 公分），呈現遞減趨勢。理論上拉伸越深應儲存更多彈性能，但實驗結果顯示超過約 3cm 後反而降低，推測可能因橡皮筋進入非線性拉伸區域或能量損耗增加所致。整體而言，約 2－3cm 為較適合的彈射深度範圍。



(四)

變因四：板子長度對起跳高度的影響（壓克力板）

操縱變因：板子長度（長邊：15cm、13cm、11cm、9cm）。

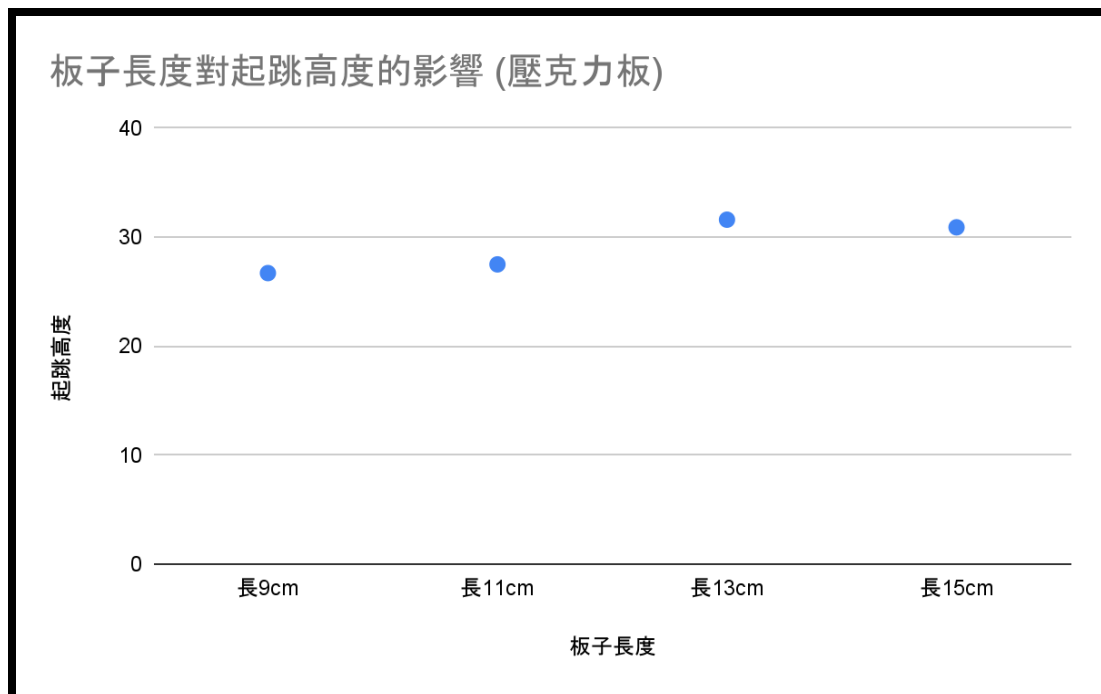
控制變因：橡皮筋，板子寬邊長（8cm），板尺相同、同廠牌橡皮筋、同次板、操作人員相同、起跳地點相同、使用壓克力板，套2條橡皮筋。

應變變因：起跳高度。

步驟：固定控制變因，改變板子長度，測量起跳高度並記錄10次數據。

實驗次數	長9cm	長11cm	長13cm	長15cm
1	30	31	34	35
2	31	30	32	34
3	30	29	33	31
4	27	28	30	30
5	25	27	31	29
6	24	26	32	30
7	26	27	33	31
8	25	27	32	30
9	24	25	30	28
10	25	25	29	31
平均	26.7	27.5	31.6	30.9

趨勢觀察：由實驗結果可知，板子長度與起跳高度之間呈現先上升後微幅下降的趨勢。當板長由9cm增加至13cm時，平均高度由26.7公分上升至31.6公分，顯示適度增加板長有助於提升彈射效果，可能因受力範圍增加，使彈性位能轉換較為充分。然而當長度增加至15cm時，平均高度略降至30.9公分，顯示板子過長可能導致結構彎曲增加或能量分散，降低回彈效率。因此在本實驗條件下，約13cm為較適合的板子長度。



(五)

變因五：板子寬度對起跳高度的影響（壓克力板）

操縱變因： 板子寬度（4.5cm、6cm、8cm、10cm）、板尺相同、同廠牌橡皮筋、同次板、操作人員相同、起跳地點相同、使用壓克力板。

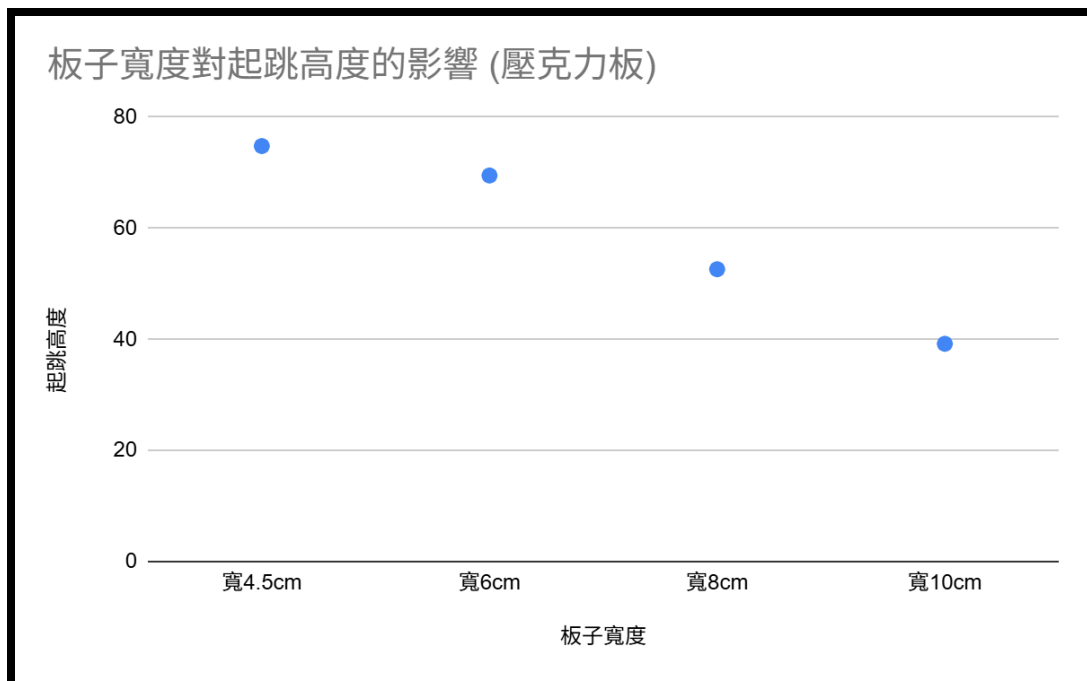
控制變因： 橡皮筋長邊長（10cm），高度標示1cm、3cm，套2條橡皮筋。

應變變因： 起跳高度。

步驟： 固定控制變因，改變板子寬度，測量起跳高度，然後記錄10次數據。

實驗次數	寬4.5cm	寬6cm	寬8cm	寬10cm
1	76	67	45	35
2	77	68	51	36
3	75	65	55	38
4	80	73	60	39
5	65	80	50	33
6	74	75	51	32
7	76	68	52	31
8	73	73	73（離群值）	68
9	75	64	57	39
10	77	62	33（離群值）	41
平均	74.8	69.5	52.6	39.2

趨勢觀察： 由實驗結果可知，板子寬度與起跳高度呈現明顯負相關關係。當寬度由4.5cm增加至10cm時，平均起跳高度由74.8公分逐漸下降至39.2公分，顯示板子越寬，彈跳高度越低。推測原因可能為寬度增加使板材剛性提升、變形幅度減少，導致彈性能無法有效集中並轉換為動能，進而降低彈射效果。此外數據中出現少數離群值（如73公分、33公分），但整體趨勢仍相當明顯，因此在本實驗條件下，較窄的板子較有利於提升起跳高度。



六、實驗討論

1. 橡皮筋條數的影響分析

從實驗數據看，橡皮筋從2條增加到5條時，起跳高度確實提升，但增長幅度逐漸變小。特別是4條到5條只增加5.1cm，遠小於2條到3條的13cm增幅。這個現象說明不是無限增加條數就能持續提高高度。

可能的原因是：當橡皮筋條數太多時，板子本身開始吃掉一部分力量，或是橡皮筋之間互相干擾，導致力量無法完全傳遞到起跳上。這告訴我們系統有個「效率天花板」，不是單純疊加就有用。

2. 材質差異的數據比較

紙板和壓克力板的對比很明顯。以5條橡皮筋為例，壓克力板平均142.3cm，紙板只有122.3cm，差了20cm。更重要的是紙板數據很不穩定，4條橡皮筋那組甚至出現20cm的極端值，而壓克力板數據相對集中。

這說明紙板在承受力量時會彎曲變形，把應該用來彈射的能量消耗掉了。壓克力板夠硬，能把橡皮筋的力量直接傳給起跳，不會中途流失。實際應用上，如果要做彈射裝置，材料的硬度比重量更關鍵。

3. 深度實驗的反常結果

這組數據最出乎意料。理論上拉得越深應該彈得越高，但實驗顯示2cm（83.2cm）和3cm（84.0cm）差不多，4cm掉到74.8cm，5cm更低到66.0cm。深度每增加1cm，高度反而降低約8-10cm。

我們認為橡皮筋被拉太長時，已經超過它的「有效工作範圍」。可能是：(1)橡皮筋拉到快斷裂時反而鬆軟，力量變小；(2)拉太深時板子的角度改變，力量沒有往正上方，而是斜的，浪費掉了。這個發現很實用：做彈射裝置時，不是拉越深越好，要找到「剛好的深度」。

4. 長度的最佳點

板子長度從9cm增加到13cm時，高度從26.7cm穩定上升到31.6cm，增加了約5cm。但15cm反而降到30.9cm。13cm是這組實驗的「最佳長度」。

推測原因：板子太短時，接觸橡皮筋的面積小，力量傳遞不完整；太長時，板子本身會晃動或彎曲，反而干擾了彈射。13cm刚好在「夠長能施力」和「不會太軟」之間取得平衡。

5. 寬度的明顯趨勢

寬度實驗是五組中趨勢最清楚的：4.5cm（74.8cm）→6cm（69.5cm）→8cm（52.6cm）→10cm（

39.2cm)，幾乎是直線下降，每增加2cm寬度就降低約15-20cm高度。

這個結果顯示板子越寬，雖然看起來更穩固，但「硬梆梆」反而不利於彈射。窄板子比較容易彎曲，能把橡皮筋的力量集中釋放；寬板子太硬，力量分散了，彈射效果大打折扣。

6. 數據異常值的處理

實驗中出現幾個離群值：紙板4條橡皮筋的20cm、深度5cm的30cm、寬度8cm的73cm和33cm。這些異常可能來自：

- 測量當下板子沒放穩，歪掉了
- 橡皮筋沒套好，彈射時脫落
- 地面不平，起跳點有高低差
- 讀數時角度問題，看錯刻度

這些異常值提醒我們：實驗要重複多次，單次數據不能完全相信。我們在計算平均時這些極端值會被其他正常數據「稀釋」，但如果異常值太多，就代表實驗控制有問題，需要改進流程。

七、反思

實驗場地與環境控制的不足

這次實驗最大的問題是場地不夠理想。我們在教室地板做實驗，地面有些微傾斜，導致每次起跳的初始條件不完全一樣。尤其是紙板實驗，數據跳動很大，很可能就是地面問題造成的。如果能在水平桌面或專用平台上做，數據應該會更穩定。

測量方式的改進空間

我們用捲尺肉眼讀取高度，這個方法有誤差。起跳物快速上升又快速下降，要抓到「最高點」不容易，可能差個2-3cm。如果能用攝影機慢動作拍攝，或是在牆上貼明顯的高度標記，準確度會提升很多。

一致性的挑戰

雖然是同一個人操作，但每次拉橡皮筋的力道、角度、速度不可能完全一樣。特別是深度實驗，要準確控制2cm、3cm、4cm、5cm很困難，可能實際拉伸深度有0.5cm的誤差。這解釋了為什麼有些組別數據波動較大。

控制變因的疏漏

回頭看實驗設計，我們雖然列了控制變因，但執行上有些地方不夠嚴謹。例如：

- 板子實驗時，壓克力板的厚度有沒有確認都一樣？

- 橡皮筋用久了會鬆弛，我們有換新的嗎？
- 測量10次的時間跨度多長？橡皮筋會不會因為疲勞而失去彈性？

這些細節都可能影響結果，但我們當時沒注意到。

實驗次數的考量

每組做10次測量，理論上夠了，但遇到異常值時就顯得不足。例如紙板4條橡皮筋出現20cm的離譜數據，如果只做5次，這個異常值的影響會更大；做20次的話，異常值佔比會更低，平均值更可信。不過實際操作時，做太多次也會累，要在「數據品質」和「可行性」之間取捨。

未探討的變因

這次實驗沒有測試的因素還有很多：

- 橡皮筋的品牌和新舊程度
- 起跳物的重量（我們都用同一個，但如果換不同重量呢？）
- 環境溫度（橡皮筋在冷熱不同時彈性可能不同）
- 板子的厚度（我們只改變長寬，厚度沒變）

如果時間允許，這些都值得深入研究。

八、實驗心得

這次實驗最大的收穫是體會到「數據不會配合預期」。實驗前我理所當然認為橡皮筋拉越深應該彈越高，但深度實驗的數據顯示：2cm高度83.2cm、3cm是84.0cm、4cm降到74.8cm、5cm更低至66.0cm，完全違反直覺。這個結果一開始讓我懷疑是不是測錯了，但重複確認後才接受事實——橡皮筋超出彈性範圍後會失效。同樣的，條數從4條增加到5條，高度只多5.1cm，遠少於2條到3條的13cm增幅，顯示系統有效率上限。這些「不漂亮」的數據比符合預期的數據更有價值，因為它們揭示了材料的真實限制。在執行過程中，我也深刻感受到控制變因的困難——即使是同一個人操作，每次拉橡皮筋的力道、板子放置的角度都不可能完全一樣，這反映在紙板實驗數據波動特別大，甚至出現20cm的離群值。但透過重複測量10次取平均，整體趨勢依然清楚：條數增加高度上升（但邊際效益遞減）、寬度增加高度下降（負相關明顯）、深度過深反而降低（存在最佳區間）。這讓我學到實驗的重點不是追求每次測量都精準，而是從多次測量的波動中看出真正的規律。面對異常值時，我們選擇保留並標註而非刪除，因為這些「失敗」的數據指出了實驗弱點——板子不穩、橡皮筋鬆脫、測量角度問題——比假裝它們不存在更誠實也更有意義。這次實驗也讓我理解理論與實際的差距：彈性能公式 $U=\frac{1}{2}kx^2$ 在教科書上很明確，但它有適用範圍，當橡皮筋超出彈性限度、當板子長度過長開始晃動，公式就不再準確。真實世界比課本複雜，做實驗不是驗證公式，而是找出公式在什麼條件下有效、什麼時候會失效。整體而言，這次探究讓我從「會做實驗」進步到「會分析實驗」——不只是收集數據，更要解讀數據背後的物理意義，從趨勢變化推論原因，用邏輯串連結果與理論。科學探究的價值不在於得到完美數據，而在於誠實記錄、合理分析、找出規律，即使結果不如預期，只要過程嚴謹、推論有據，就是有意義的研究。