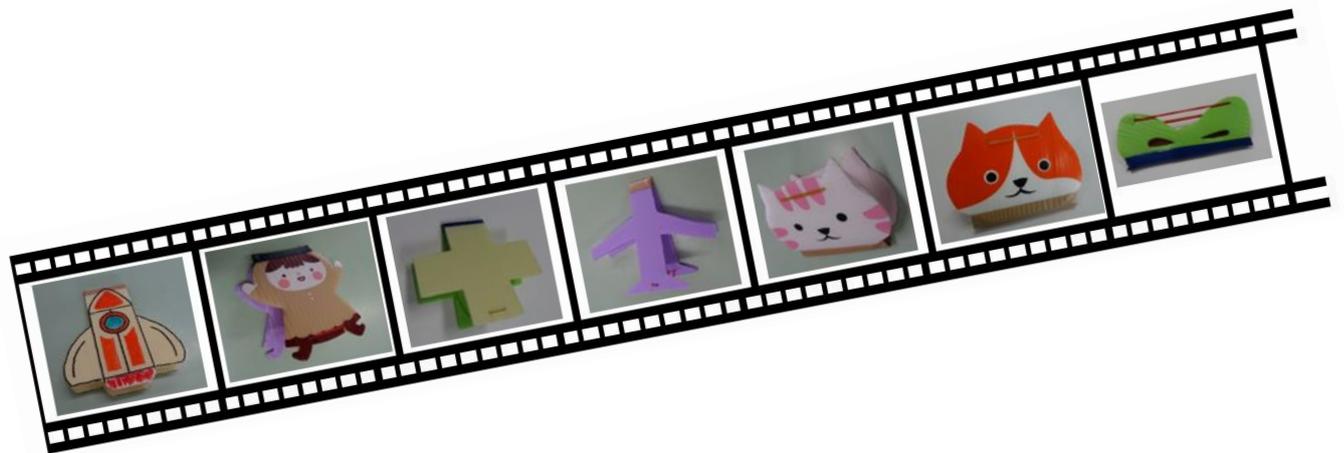


嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：天翻 ya 彈---探究彈跳板跳動之條件



關 鍵 詞：彈跳板、橡皮筋、彈跳

編 號：

摘要

本研究在探討影響彈跳板跳動的條件有哪些，我們發現影響因素有：(1)瓦楞板的紋路方向、長寬度、切口距離與深度。(2)膠帶的種類、黏貼間距、層數。(3)橡皮筋大小、數量。以切割二片 3.5×19cm 的瓦楞板，並注意橡皮筋伸展的方向要與瓦楞板的紋路平行，瓦楞板切口距離 1.5cm、深度 1cm，且間格距離 0.6cm 黏貼二層布紋膠帶的彈跳高度最佳。瓦楞板的形狀以梯形且膠帶黏貼長底邊，並套上二條橡皮筋，也有不錯的彈跳效果。透過彩繪或裝飾可以將彈跳變得更有趣，也能做為趣味競賽的活動呢！

壹、研究動機

下課時間看到同學們在比賽彈跳板，看誰跳得最高？好奇之下問了同學如何製作，沒想到只要簡單的材料就可以完成。沒經驗的我當然是一直慘敗，不過，我可不這麼認輸，利用課餘不但做了好幾種彈跳板，也約幾個好友不斷研究如何製作出可以彈跳得更高的瓦楞板，過程中發現這真是很有趣的研究，所以它成為我們這次的科展題目！

◎ 作品與教材應用的相關性：

1. 康軒版自然與生活科技 第五冊 第四單元 力與運動
2. 康軒版自然與生活科技 第八冊 第一單元 簡單機械

貳、研究目的

- 一、探討瓦楞板間隔的距離對彈跳高度的影響
- 二、探討膠帶黏貼層數對彈跳高度的影響
- 三、探討瓦楞板寬度對彈跳高度的影響
- 四、探討膠帶種類對彈跳高度的影響
- 五、探討瓦楞板長度對彈跳高度的影響
- 六、探討瓦楞板切口的距離和深度對彈跳高度的影響
- 七、探討瓦楞板形狀對彈跳高度的影響
- 八、探討橡皮筋的尺寸和數量對彈跳高度的影響
- 九、創意彈跳板增加趣味性

參、研究設備及器材

塑膠瓦楞板(厚 0.3cm)、橡皮筋(#18、#14)、電氣膠帶(寬 1.8cm)、透明膠帶(寬 1.8cm)、透氣膠帶(寬 1.8cm)、書背膠帶(寬 1.8cm)、布紋膠帶(寬 1.8cm)、智高積木、方格紙、相機、腳架、計時器、切割墊、美工刀、直尺、砝碼(10g)、電子秤(BS-Series 200×0.01g)。

肆、研究過程

一、文獻探討

我們參考台中教育大學『科學實驗室』網站有相關的內容，其原理如下：由於橡皮筋被拉長，彈性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。

二、研究架構

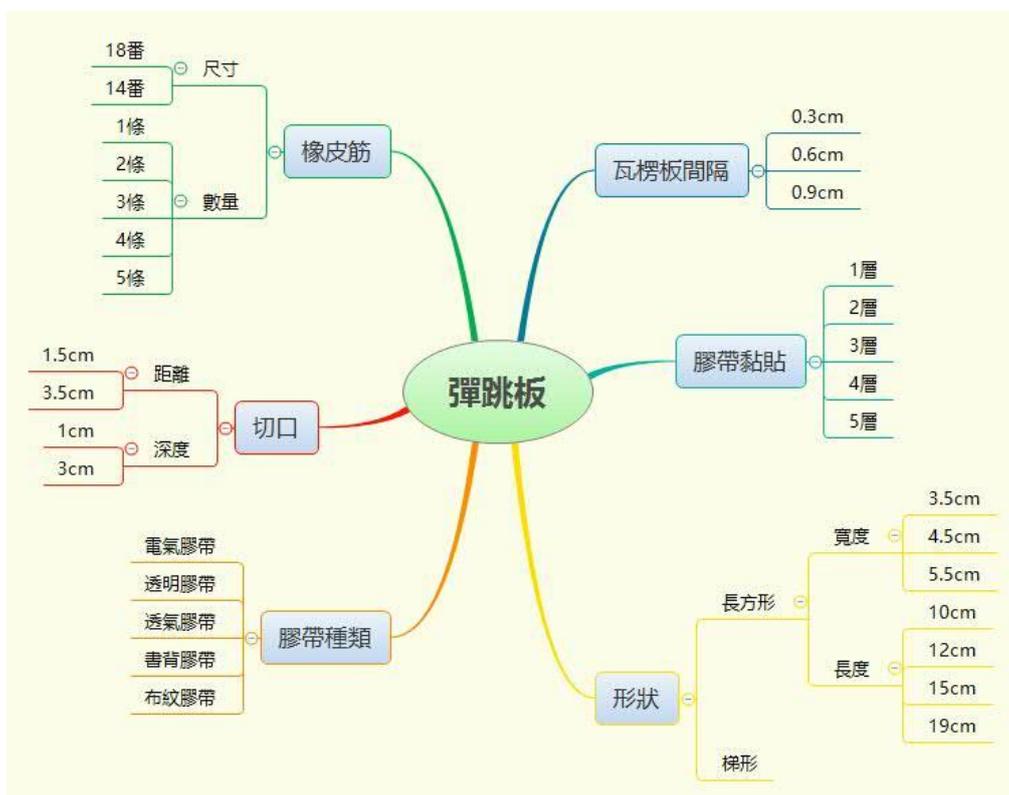


圖 1.研究架構圖

三、彈跳板的製作過程

(一) 彈跳板

1. 將厚 0.3 公分瓦楞板，裁成長方形共二片，橡皮筋伸展的方向要與瓦楞板的紋路平行。
2. 在每一片瓦楞板的底端，以美工刀切出二道同深度的切口（圖 2.）。
3. 用膠帶將二片瓦楞板黏貼固定（圖 3.）。
4. 把橡皮筋套進二片瓦楞板的切口中，就完成製作了（圖 4.）。



圖 2.



圖 3.



圖 4.

(二) 橡皮筋挑選

1. 實驗中的橡皮筋尺寸是 18 番、寬度 1.5mm 和 14 番、寬度 1.5mm，因為二者寬度相同，且生活中較為易見取得。
2. 利用二把直尺找出壓平長度相同的橡皮筋（圖 5、6。）。

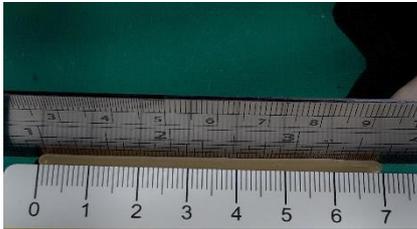


圖 5.橡皮筋(18 番)壓平長度為 7 cm



圖 6.橡皮筋(14 番)壓平長度為 5.2 cm

3. 從壓平長度相同的橡皮筋中，再利用電子秤找出重量相同的橡皮筋。（圖 7、8。）



圖 7.橡皮筋(18 番)重 0.35g



圖 8.橡皮筋(14 番)重 0.23 g

4. 最後利用砝碼找出伸長量相同的橡皮筋。

利用虎克定律-重量與伸長量的關係，選出彈性相近的橡皮筋。分別在橡皮筋上掛 1 顆和 10 顆的砝碼(圖 9~12.)，計算其伸長量，找出相同伸長量的橡皮筋，此實驗選擇伸長量為 1.3cm 的 18 番橡皮筋及 1.5cm 的 14 番橡皮筋。



圖 9.橡皮筋(18 番)
掛 1 顆砝碼，
長度 6.5cm。



圖 10.橡皮筋(18 番)
掛 10 顆砝碼，
長度 7.8cm。



圖 11.橡皮筋(18 番)
掛 1 顆砝碼，
長度 4.6cm。



圖 12.橡皮筋(14 番)
掛 10 顆砝碼，
長度 6.1cm。

(三) 膠帶黏貼方式

1. 方法一：

- (1) 先將尺黏到膠帶上，並對齊刻度。
- (2) 放上瓦楞板，二片瓦楞板的黏貼寬度(註1)要相同(圖 13.)。
- 【註 1：黏貼寬度=(膠帶寬度 1.8cm—瓦楞板間隔寬度)÷2】
- (3) 再將膠帶環繞瓦楞板至所需層數。

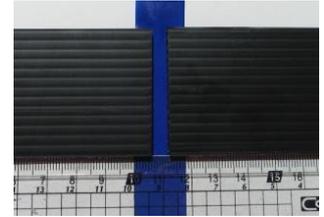


圖 13.

2. 方法二：(瓦楞板間隔 0.6 公分的簡易黏貼方法)

- (1) 將二片瓦楞板對齊相疊用紙膠帶暫時固定(圖 14.)。
- (2) 打開瓦楞板，利用刻度尺對齊膠帶黏貼位置(圖 15~17.)。
- (3) 再將膠帶環繞瓦楞板至所需層數(圖 18.)。



圖 14.

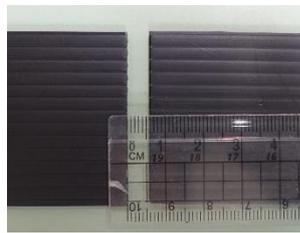


圖 15.

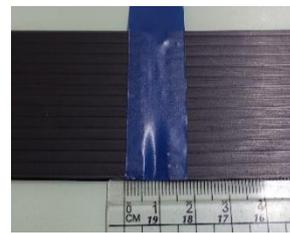


圖 16.



圖 17.



圖 18.

(四) 測量彈跳裝置

1. 利用智高積木來製作壓板器，減少人為按壓造成位移或跳動的誤差(圖 19.)。
2. 選用方格紙製作高度測量表(圖 20.)。



圖 19.



圖 20.

(五) 實驗基本操作流程：

1. 將瓦楞板開口朝下接觸桌面，一人張開瓦楞板二端後，另一人協助在貼膠帶處往下壓平，再反向對摺（圖 21.~25.）。
2. 把瓦楞板開口朝左邊彈跳裝置，並將壓板器壓住瓦楞板（圖 26.）。
3. 計時 5 秒開啟壓板器，當瓦楞板彈跳並落地後，休息 5 秒才能繼續下一次實驗。
4. 每一條橡皮筋只做 10 次彈跳實驗^(註 2)，共做 3 組數據。
(註 2：避免橡皮筋彈性疲乏)

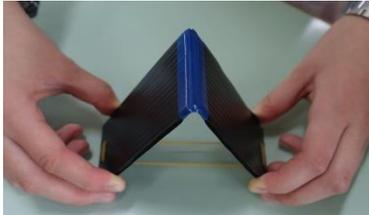


圖 21.



圖 22.



圖 23.

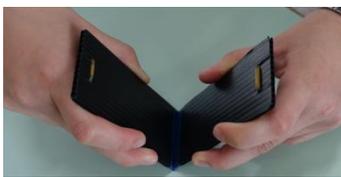


圖 24.



圖 25.



圖 26.

(六) 彈跳過程 (圖 27.~32)

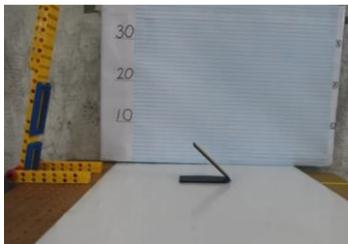


圖 27.壓板器開啓。



圖 28.上方瓦楞板會先緩慢的張開。

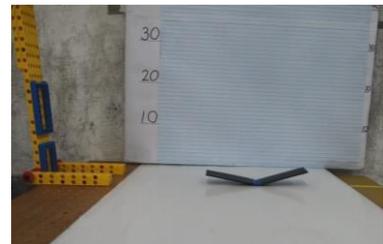


圖 29. 瓦楞板張開成大 V 字型，且會左右微晃。



圖 30.二片瓦楞板完全張開平貼於桌面。



圖 31.瓦楞板給桌面向下的作用力。

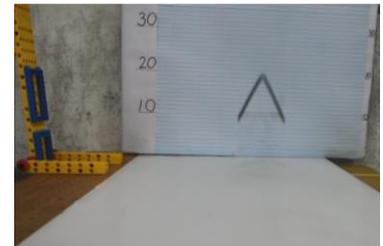


圖 32.桌面給瓦楞板向上的作用力，而向上彈跳。

四、研究內容

研究一、探討瓦楞板的間隔距離對彈跳高度的影響

(一) 實驗說明：

從文獻探討中是將二片瓦楞板對齊相疊並用膠帶黏貼，瓦楞板打開後的間隔距離是 0.6 cm，所以我們想先了解瓦楞板的間隔距離會不會影響到彈跳高度的影響。

(二) 實驗設計：

操縱變因：瓦楞板間格距離：0.3cm、0.6 cm、0.9 cm

控制變因：1.瓦楞板（4.5×10cm）

2.瓦楞板底端切口相距 1.5cm 深 1cm(圖 33.)

3.電氣膠帶黏貼 3 層

4.橡皮筋（18 番）

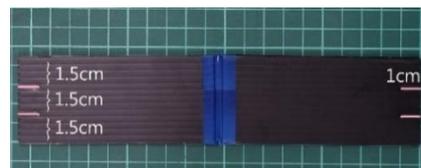


圖 33.

應變變因：彈跳板彈跳的高度

(三) 實驗步驟：依基本操作流程。

(四) 實驗結果：

表 1. 瓦楞板間隔距離對彈跳高度的影響

| | 瓦楞板的間隔(cm) | | |
|---------|------------|------|------|
| | 0.3 | 0.6 | 0.9 |
| 平均(cm) | 65.4 | 78.1 | 77.8 |
| 最大值(cm) | 69 | 81 | 85 |
| 最小值(cm) | 63 | 76 | 72 |
| 全距 | 6 | 5 | 13 |
| ✧標準差 | 1.6 | 1.9 | 3.5 |

✧標準差越小即表示彈跳的穩定度越好。(後續實驗亦同)

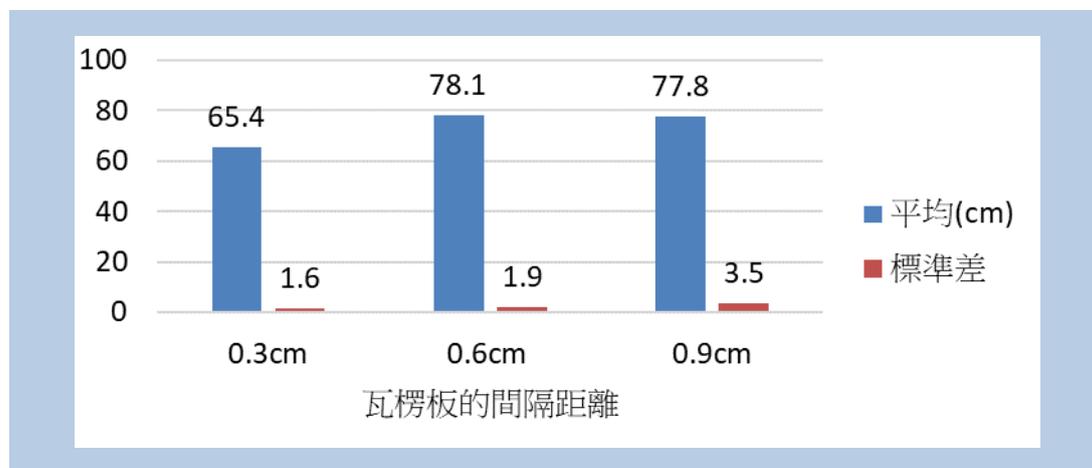


圖 34.瓦楞板間隔距離對彈跳高度的影響

(五) 實驗討論

1. 實驗結果，彈跳高度以膠帶黏貼二片瓦楞板的間格距離為 $0.6\text{cm} > 0.9\text{cm} > 0.3\text{cm}$ ，其中距離為 0.6cm 與 0.9cm 的平均彈跳高度是非常相近的，但距離為 0.6cm 的標準差小於距離 0.9cm ，所以取瓦楞板的間隔距離為 0.6cm ，作為之後實驗的設定值。
2. 實驗操作中發現，瓦楞板的間格距離為 0.3cm ，在反摺時兩片瓦楞板反摺處會有被擠壓的感覺。
3. 每條橡皮筋在經過 10 次的彈跳實驗後，其壓平長度由原來的 7cm 平均被拉到 7.2cm (圖 35.)，經過多天會回復到約 7.05cm (圖 36.)。



圖 35.



圖 36.

研究二、探討膠帶黏貼圈數對彈跳高度的影響

(一) 實驗設計：

操縱變因：電氣膠帶黏貼層數（1 層、2 層、3 層、4 層、5 層）

控制變因：1. 瓦楞板（ $4.5 \times 10\text{cm}$ ）

2. 瓦楞板底端切口相距 1.5cm 深 1cm

3. 瓦楞板間隔 0.6cm

4. 橡皮筋（18 番）

應變變因：彈跳板彈跳的高度

(二) 實驗步驟：依基本操作流程。

(三) 實驗結果：

表 2. 電氣膠帶黏貼層數對彈跳高度的影響

| | 膠帶層數 | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|
| | 1 層 | 2 層 | 3 層 | 4 層 | 5 層 |
| 平均(cm) | 69.8 | 88.3 | 78.1 | 60.8 | 54.4 |
| 最大值(cm) | 81 | 95 | 81 | 64 | 58 |
| 最小值(cm) | 57 | 83 | 76 | 58 | 51 |
| 全距(cm) | 24 | 12 | 5 | 6 | 7 |
| 標準差 | 8.8 | 4.1 | 1.9 | 1.7 | 2.6 |

* 電氣膠帶黏貼 3 層的數據是取自表 1-瓦楞板間隔距離 0.6cm 的數據。

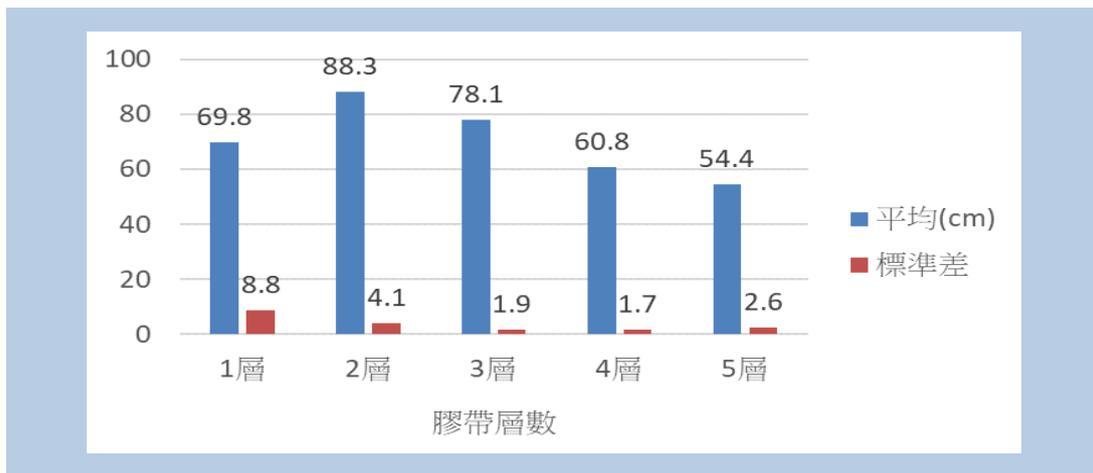


圖 37.電氣膠帶黏貼層數對彈跳高度的影響

(四) 實驗討論：

1. 實驗結果發現，膠帶黏貼層數之彈跳高度以 2 層>3 層>1 層>4 層>5 層，其中以 4 層的彈跳穩定性最佳，可惜彈跳不高。
2. 在實驗過程中，發現黏貼 5 層膠帶的瓦楞板是最難將其反摺的，當瓦楞板在張開時的速度會變得更加緩慢，橡皮筋的張力將二片瓦楞板相互拉近，由於膠帶黏貼層數較多而較厚，所以造成彈跳很低。
3. 黏貼 1 層膠帶的瓦楞板則是很容易拉開反摺就緒，當壓板器開啟後，瓦楞板會很快的張開，時有以 A 字型旋轉而上（圖 38.），時有打圈翻轉而上（圖 39.）的情形，所以彈跳的穩定性不佳。

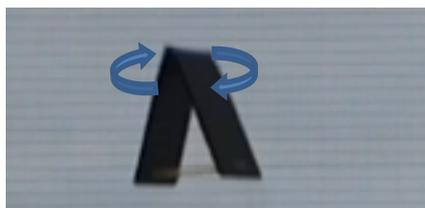


圖.38

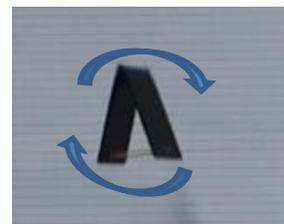


圖.39

研究三、探討瓦楞板寬度對彈跳高度的影響

(一) 實驗設計：

操縱變因：瓦楞板寬度（3.5 cm、4.5 cm、5.5 cm）

- 控制變因：
- 1.瓦楞板長度（10cm）
 - 2.二片瓦楞板間隔 0.6 cm
 - 3.瓦楞板底端切口相距 1.5cm 深 1cm
 - 4.電氣膠帶黏貼二層
 - 5.橡皮筋（18 番）

應變變因：彈跳板彈跳的高度



圖 40.瓦楞板寬度從左到右是 3.5 cm、4.5 cm、5.5 cm。

(二) 實驗步驟：依基本操作流程。

(三) 實驗結果：

表 3. 瓦楞板寬度對彈跳高度的影響

| | 瓦楞板寬度 | | |
|---------|--------|--------|--------|
| | 3.5 cm | 4.5 cm | 5.5 cm |
| 平均(cm) | 105.1 | 88.3 | 69 |
| 最大值(cm) | 112 | 95 | 72 |
| 最小值(cm) | 98 | 83 | 65 |
| 全距(cm) | 14 | 12 | 7 |
| 標準差 | 4.8 | 4.1 | 2.4 |

* 瓦楞板寬度 4.5cm 的數據是取自於表 2-電氣膠帶黏貼 2 層的數據。

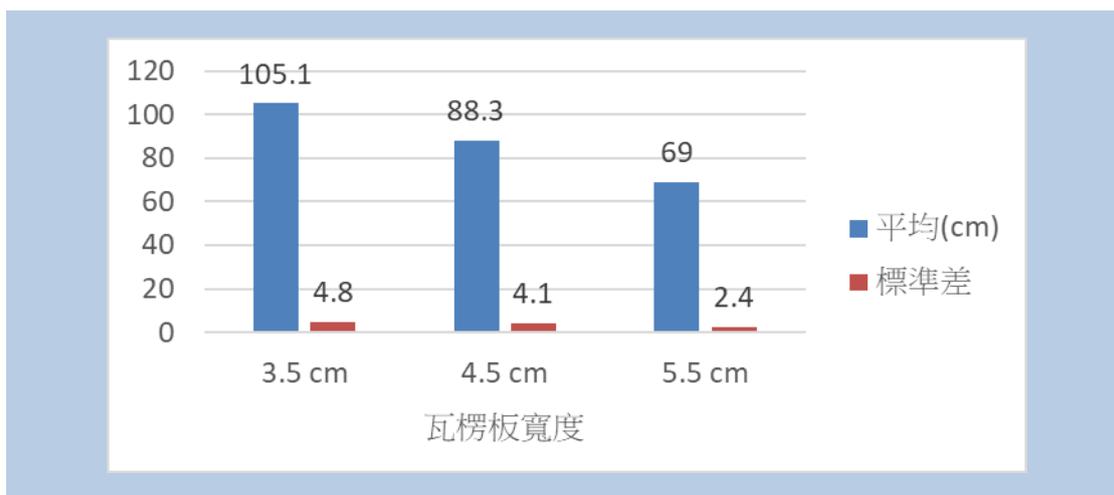


圖 41.瓦楞板寬度對彈跳高度的影響

(四) 實驗討論：

1. 實驗結果發現，彈跳高度以瓦楞板寬度為 $3.5\text{ cm} > 4.5\text{ cm} > 5.5\text{ cm}$ 。
2. 我們認為瓦楞板寬度越寬，會增加彈跳板重量，進而影響到彈跳高度。
3. 我們以彈跳高度最佳的瓦楞板寬度（ 3.5 cm ）來做進一步的實驗。

研究四、探討膠帶種類對彈跳高度的影響

(一) 實驗設計

操縱變因：膠帶種類（電氣膠帶、透明膠帶、透氣膠帶、書背膠帶、布紋膠帶）

- 控制變因：
1. 瓦楞板長度（ $3.5 \times 10\text{ cm}$ ）
 2. 瓦楞板底端切口相距 1.5 cm 深 1 cm
 3. 二片瓦楞板間隔 0.6 cm
 4. 膠帶黏貼二層
 5. 橡皮筋（18 番）

應變變因：彈跳板彈跳的高度



圖 42.不同種類的膠帶，從左到右依序是電氣膠帶、透明膠帶、透氣膠帶、書背膠帶、布紋膠帶。

(二) 實驗步驟：依基本操作流程。

(三) 實驗結果：

表 4. 不同膠帶種類對彈跳高度的影響

| | 膠帶種類 | | | | |
|---------|-------|------|------|-------|-------|
| | 電氣膠帶 | 透明膠帶 | 透氣膠帶 | 書背膠帶 | 布紋膠帶 |
| 平均(cm) | 105.1 | 18 | 14.1 | 102.6 | 112.3 |
| 最大值(cm) | 112 | 40 | 26 | 107 | 118 |
| 最小值(cm) | 98 | 9 | 8 | 97 | 105 |
| 全距(cm) | 14 | 31 | 18 | 10 | 13 |
| 標準差 | 4.8 | 8.5 | 5.5 | 3.1 | 4.0 |

* 電氣膠帶的數據是取自於表 3-瓦楞板寬度 3.5 cm 的數據。

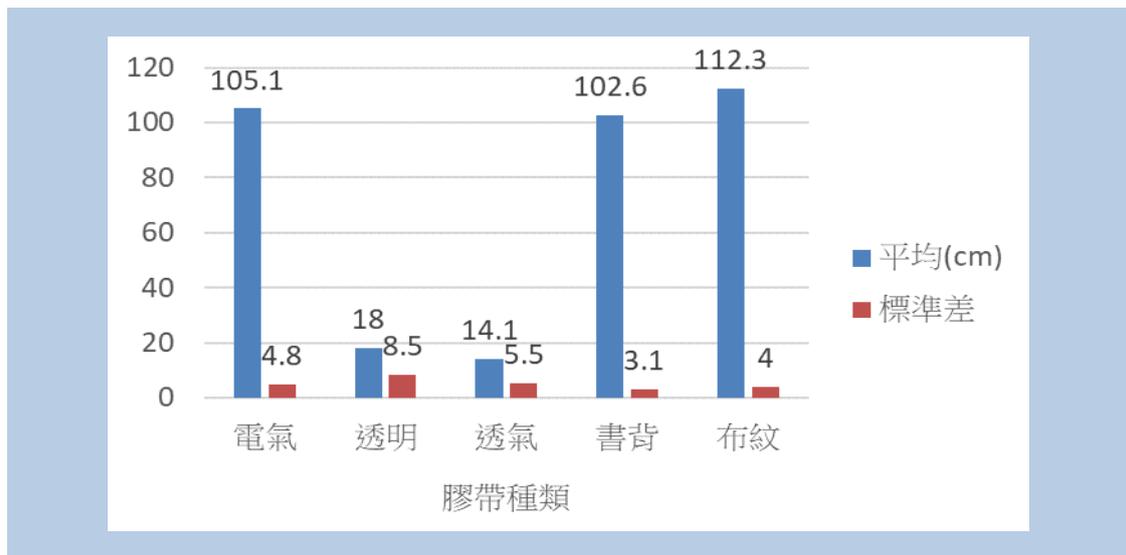


圖 43.膠帶種類對彈跳高度的影響

(四) 實驗討論

1. 實驗結果發現，平均彈跳高度以布紋膠帶>電氣膠帶>書背膠帶>透氣膠帶>透明膠帶，前三名的平均高度都有超過 100 cm。
2. 透氣和透明膠帶彈跳高度都很低，甚至比黏貼一圈電氣膠帶的實驗高度還低。我們認為這是和膠帶的厚薄度有關，實驗時彈跳板很容易被橡皮筋拉開，當壓板器打開後，瓦楞板會立即張開，此時二邊的瓦楞板容易與桌面接觸不同步，在彈跳時只有一側獲得桌面的反作用力，因此彈跳板會向外側打圈翻轉，導致彈跳很低(圖 44.~49.)。

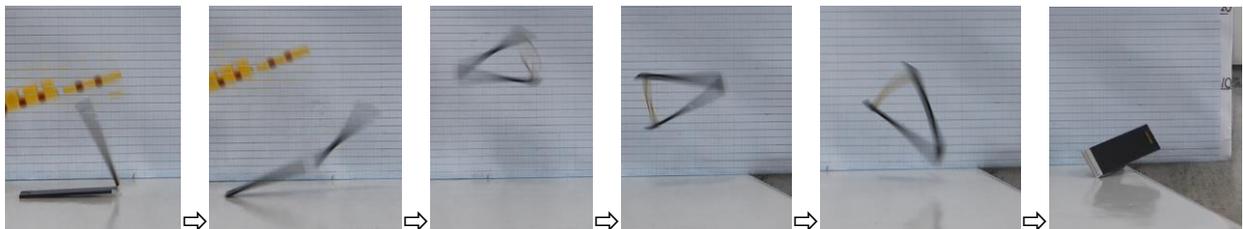


圖 44.

圖 45.

圖 46.

圖 47.

圖 48.

圖 49.

研究五、探討瓦楞板長度對彈跳高度的影響

(一) 實驗說明：

我們想了解增加瓦楞板長度是不是也會增加彈跳的高度？由於橡皮筋（18 番）拉到最長大約 42 cm，扣掉瓦楞板厚度(0.3×4=1.2cm)和切口距離(1.5cm)後除以二，是 19.65cm，原設定瓦楞板長度為 19+1(切口深度)=20 cm，但橡皮筋在伸展開時易下壓切口，使切口深度加深，且瓦楞板會形變呈彎月狀，所以瓦楞板僅設定長度最長 19cm。

(二) 實驗設計

操縱變因：瓦楞板長度（10 cm、12cm、15cm、19cm）

控制變因：1.瓦楞板寬度（3.5 cm）

2.瓦楞板底端切口相距 1.5cm 深 1cm

3.二片瓦楞板間隔 0.6 cm

4.布紋膠帶黏貼二層

5.橡皮筋（18 番）

應變變因：彈跳板彈跳的高度

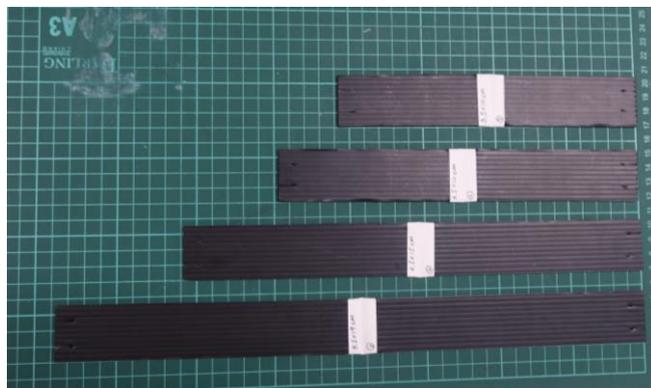


圖 50.不同長度的瓦楞板，從上到下依序是 10 cm、12cm、15cm、19cm。

(三) 實驗步驟：依基本操作流程。

(四) 實驗結果：

表 5. 不同瓦楞板長度對彈跳高度的影響

| | 瓦楞板長度 | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| | 10cm | 12cm | 15cm | 19cm |
| 平均(cm) | 112.3 | 128.8 | 136.4 | 179.6 |
| 最大值(cm) | 118 | 140 | 145 | 199 |
| 最小值(cm) | 105 | 122 | 130 | 166 |
| 全距(cm) | 13 | 18 | 15 | 33 |
| 標準差 | 4.0 | 5.5 | 5.0 | 8.2 |

* 瓦楞板 10cm 長度的數據是取自於表 4-布紋膠帶的數據。

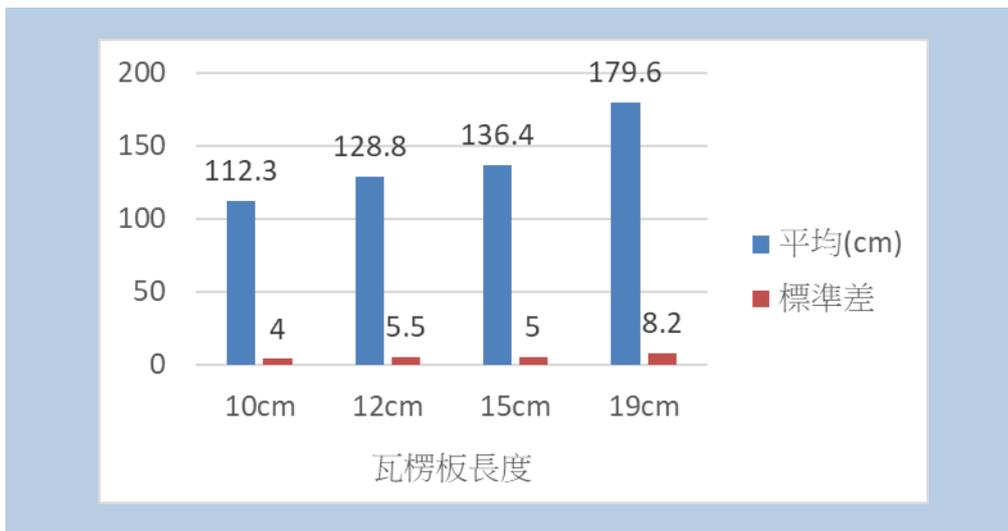


圖 51.不同瓦楞板長度對彈跳高度的影響

(五) 實驗討論

1. 實驗結果發現，彈跳高度以瓦楞板長度為 $19\text{cm} > 15\text{cm} > 12\text{cm} > 10\text{cm}$ 。
2. 實驗過程中發現， 19cm 長度的瓦楞板在壓板器開啟時，其橡皮筋的拉力將二片瓦楞板相互拉近使板子微微彎曲(圖 52.)，每 10 次實驗結束後測量橡皮筋的長度平均被拉長了 0.6cm (圖 53.)，經過數天該條橡皮筋也僅回復至 7.2cm 。
3. 15cm 瓦楞板的橡皮筋經實驗後平均被拉長了 0.5cm ， 12cm 瓦楞板的橡皮筋則是平均被拉長了 0.3cm ，經過數天橡皮筋都只能回復至 7.2cm 。
4. 當橡皮筋被拉越長，彈性能被儲存在橡皮筋裡的能量就越多，當一開啟壓板器釋放能量後，瓦楞板彈跳的高度就會越高。



圖 52.



圖 53.

研究六、探討瓦楞板切口的距離和深度對彈跳高度的影響

子題一：改變切口的距離

(一) 實驗說明：

由於要改變瓦楞板的切口距離，所以瓦楞板的寬度是以 4.5cm 來做實驗，才有足夠寬度能做比較。

(二) 實驗設計：

操縱變因：瓦楞板的切口距離（1.5cm、3.5cm）

控制變因：1.瓦楞板（4.5×10cm）
2.二片瓦楞板間隔 0.6 cm
3.瓦楞板底端切口深 1cm
4.電氣膠帶黏貼二層
5.橡皮筋（18 番）

應變變因：彈跳板彈跳的高度

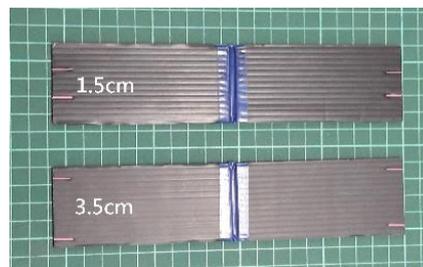


圖 54.切口距離從上到下分別是 1.5cm、3.5cm。

(三) 實驗步驟：依基本操作流程。

(四) 實驗結果：

表 6. 不同瓦楞板的切口距離對彈跳高度的影響

| | 切口距離 | |
|---------|-------|-------|
| | 1.5cm | 3.5cm |
| 平均(cm) | 88.3 | 89.8 |
| 最大值(cm) | 95 | 93 |
| 最小值(cm) | 83 | 83 |
| 全距(cm) | 12 | 10 |
| 標準差 | 4.1 | 2.7 |

*切口距離為 1.5cm 的數據是取自於表 2-電氣膠帶黏貼 2 圈的數據。

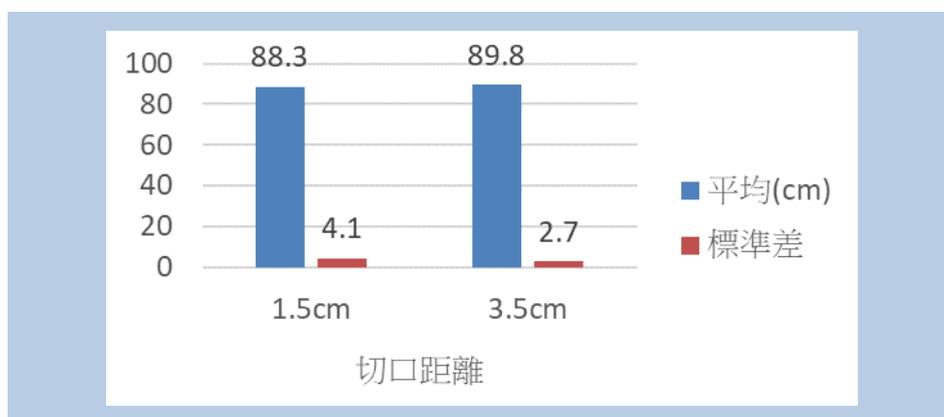


圖 55.不同瓦楞板的切口距離對彈跳高度的影響

(五) 實驗討論

1. 實驗結果發現，彈跳高度以瓦楞板的切口距離為 $3.5\text{cm} > 1.5\text{cm}$ 。
2. 切口距離越大，橡皮筋會被拉越長，所以彈跳高度也會越高。

子題二：改變切口的深度

(一) 實驗說明：

想要研究不同的切口深度會不會影響到彈跳的高度，又要考慮彈跳板橡皮筋伸展長度和彈跳板重量須要相同的，所以我們固定面積 (45cm^2)，只有調整長和寬做出 2 個相異的瓦楞板。

(二) 實驗設計：

操縱變因：1. 瓦楞板的邊長 [(a) $10 \times 4.5\text{cm}$ 、(b) $12 \times 3.75\text{cm}$]
2. 切口深度 (1cm、3cm)

控制變因：1. 瓦楞板面積 (45cm^2)
2. 二片瓦楞板間隔 0.6 cm
3. 瓦楞板底端切口相距 1.5cm
4. 電氣膠帶黏貼二層
5. 橡皮筋 (18 番)
6. 橡皮筋伸展長度

應變變因：彈跳板彈跳的高度



圖 56. 上為(a)切口深度 3cm
下為(b)切口深度 1cm。

(三) 實驗步驟：依基本操作流程。

(四) 實驗結果：

表 7. 不同切口深度對彈跳高度的影響

| | 瓦楞板 | |
|---------|--|---|
| | (a) $10 \times 4.5\text{cm}$ 切口深度 1cm | (b) $12 \times 3.75\text{cm}$ 切口深度 3cm |
| 平均(cm) | 88.3 | 85.6 |
| 最大值(cm) | 95 | 95 |
| 最小值(cm) | 83 | 77 |
| 全距(cm) | 12 | 18 |
| 標準差 | 4.1 | 5.6 |

* 切口深度為 1cm 的數據是取自於表 2-電氣膠帶黏貼 2 圈的數據。

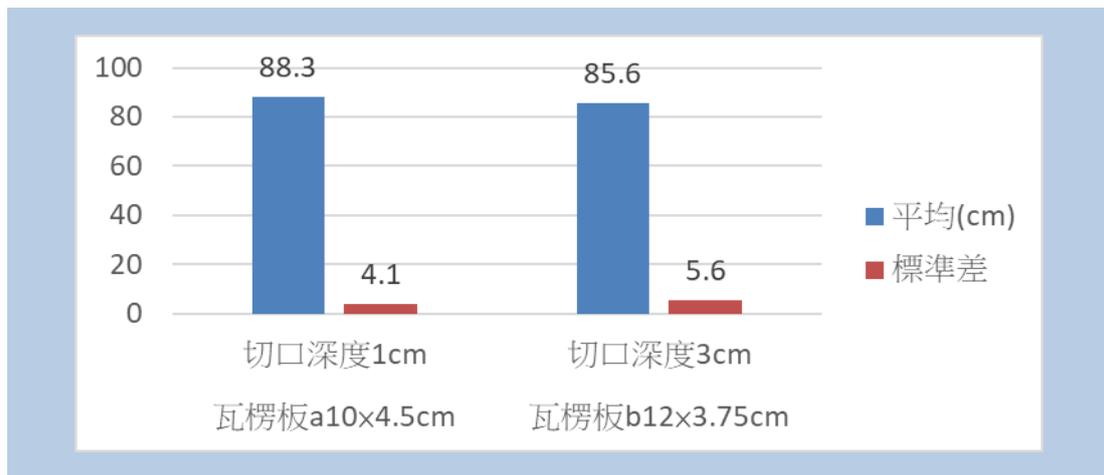


圖 57.不同切口深度對彈跳高度的影響

(五) 實驗討論

1. 實驗結果發現，彈跳高度以瓦楞板的切口深度為 $1\text{cm} > 3\text{cm}$ 。
2. 我們認為這是槓桿原理的因素，瓦楞板的切口到黏貼帶處距離為施力臂，而瓦楞板的長度為抗力臂(圖 58.)。槓桿原理內容說明當力臂越長會越省力，也就表示當我們使用相同拉力的橡皮筋，瓦楞板越長，對桌面的作用力越小，得到的反作用力(抗力)也就越小，因此以相同拉力之橡皮筋釋放相同能量，使彈跳板彈跳的高度相對也會越低。

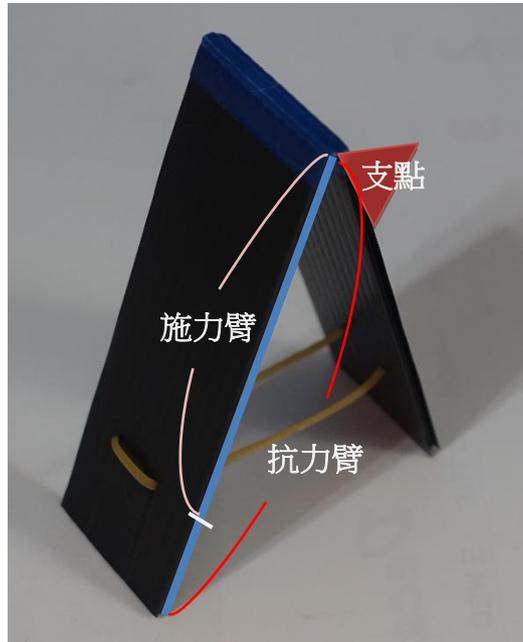


圖 58.

研究七、探討瓦楞板形狀對彈跳高度的影響

(一) 實驗說明：

由於梯形有不同的上下底長，所以膠帶黏貼方式也分成二種，梯形 a 為膠帶黏貼二片瓦楞板的上下底的短邊、梯形 b 為膠帶黏貼二片瓦楞板的上下底的長邊。

(二) 實驗設計

操縱變因：瓦楞板形狀（長方形、梯形 a、梯形 b）

控制變因：1.瓦楞板面積（45 平方公分）
2.瓦楞板長度（10cm）
3.瓦楞板底端切口相距 1.5cm 深 1cm
4.瓦楞板間隔 0.6 cm
5.電氣膠帶黏貼二層
6.橡皮筋（18 番）

應變變因：彈跳板彈跳的高度



圖 59.瓦楞板-上為梯形 a、
下為梯形 b。

(三) 實驗步驟：依基本操作流程。

(四) 實驗結果：

表 8.不同瓦楞板形狀對彈跳高度的影響

| | 瓦楞板形狀 | | |
|---------|-------------------|---------------------------------|------|
| | 長方形 (4.5×10cm) | 梯形 $(2.5+6.5) \times 10 \div 2$ | |
| | | c | d |
| 平均(cm) | 88.3 | 59.6 | 99.8 |
| 最大值(cm) | 95 | 72 | 110 |
| 最小值(cm) | 83 | 48 | 97 |
| 全距(cm) | 12 | 24 | 13 |
| 標準差 | 4.1 | 8.4 | 3.6 |

*長方形 4.5×10cm 的數據是取自於表 2-電氣膠帶黏貼 2 圈的數據。

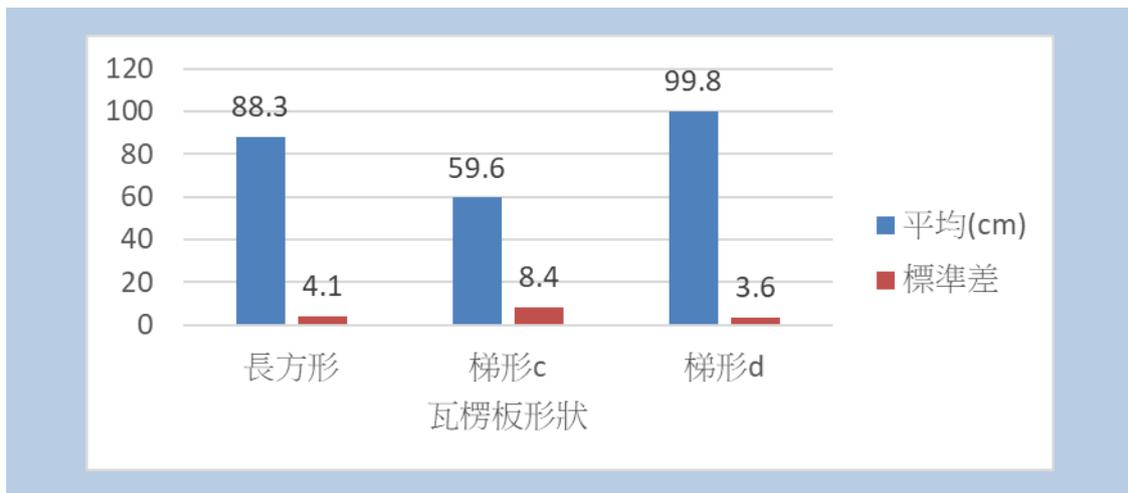


圖 60.瓦楞板形狀對彈跳高度的影響

(五) 實驗討論：

1. 實驗結果發現，彈跳高度以瓦楞板形狀為梯形 d>長方形>梯形 c。
2. 我們推測結果與瓦楞板連接的長度有關，當橡皮筋的張力將二片瓦楞板相互拉近，連接的長度較短，容易使二片瓦楞板二邊運動方向不一致，彈跳時常有會打圈翻轉情形，而造成高度表現不佳，甚至比長方形（4.5×10cm）黏貼一層電氣膠帶的彈跳高度還要低。

研究八、探討橡皮筋對彈跳高度的影響

子題一：改變橡皮筋的尺寸

(一) 實驗設計：

操縱變因：橡皮筋的尺寸（18 番、14 番）

控制變因：1.瓦楞板形狀（梯形 d）

2.瓦楞板間隔 0.6 cm

3.瓦楞板底端切口相距 1.5cm 深 1cm

4.電氣膠帶黏貼二層

應變變因：彈跳板彈跳的高度

(二) 實驗步驟：依基本操作流程。

(三) 實驗結果：

表 9. 不同橡皮筋尺寸對彈跳高度的影響

| | 橡皮筋尺寸 | |
|---------|-------|-------|
| | 18 番 | 14 番 |
| 平均(cm) | 99.8 | 112.7 |
| 最大值(cm) | 110 | 118 |
| 最小值(cm) | 97 | 102 |
| 全距(cm) | 13 | 16 |
| 標準差 | 3.6 | 4.5 |

* 18 番橡皮筋的數據是取自於表 8-梯形 d 彈跳板的數據。

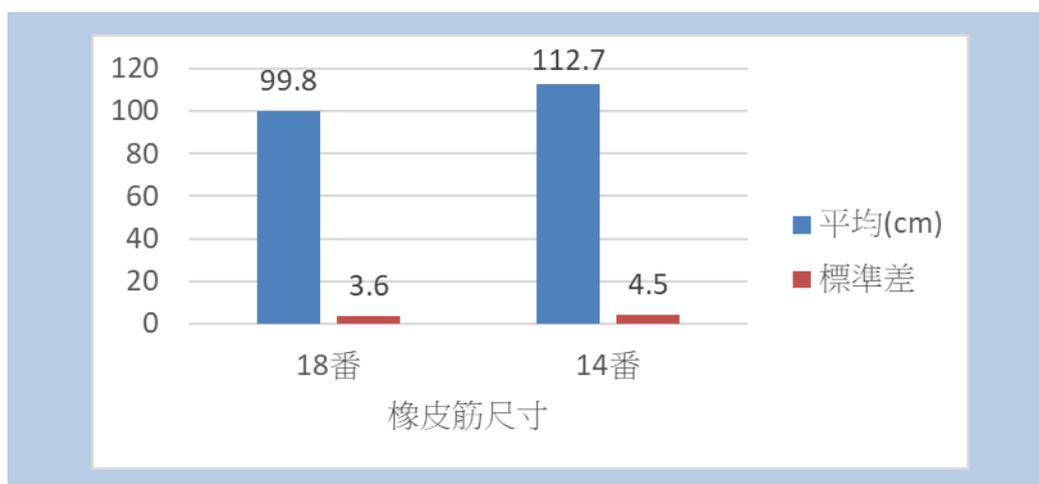


圖 61.不同橡皮筋尺寸對彈跳高度的影響

(四) 實驗討論：

1. 實驗結果發現，彈跳高度以橡皮筋尺寸為 14 番>18 番。
2. 我們推測原因是 14 番橡皮筋小於 18 番橡皮筋，所以在拉開彈跳板時，橡皮筋被拉開的長度對於 14 番橡皮筋而言所產生的形變程度是大於 18 番橡皮筋的，那麼相對 14 番橡皮筋釋放出來力量也就會越大於 18 番橡皮筋。

子題二：改變橡皮筋的數量

(一) 實驗說明：

從子題一中發現 14 番橡皮筋的彈跳高度最佳，因此想要比較改橡皮筋的數量的彈跳情形。

(二) 實驗設計

操縱變因：橡皮筋的數量（1、2、3、4、5 條）

控制變因：1.瓦楞板形狀（梯形 d）
2.瓦楞板底端切口相距 1.5cm 深 1cm
3.瓦楞板間隔 0.6 cm
4.電氣膠帶黏貼二層
5.橡皮筋（14 番）

應變變因：彈跳板彈跳的高度

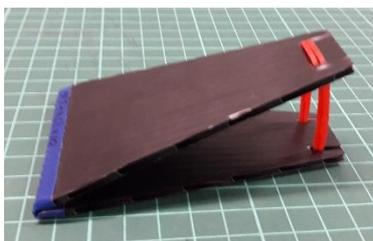


圖 62. 2 條橡皮筋的梯形 d 彈跳板



圖 63. 3 條橡皮筋的梯形 d 彈跳板

(三) 實驗步驟：依基本操作流程。

(四) 實驗結果：

表 10. 不同橡皮筋數量對彈跳高度的影響

| | 橡皮筋數量 | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 條 | 2 條 | 3 條 | 4 條 | 5 條 |
| 平均(cm) | 112.7 | 135.7 | 168.0 | 177.5 | 160.5 |
| 最大值(cm) | 118 | 152 | 190 | 193 | 176 |
| 最小值(cm) | 102 | 128 | 160 | 160 | 140 |
| 全距(cm) | 16 | 24 | 30 | 33 | 36 |
| 標準差 | 4.5 | 7.5 | 7.9 | 10.6 | 10.1 |

* 1 條橡皮筋的數據是取自於表 9-14 番橡皮筋的數據。

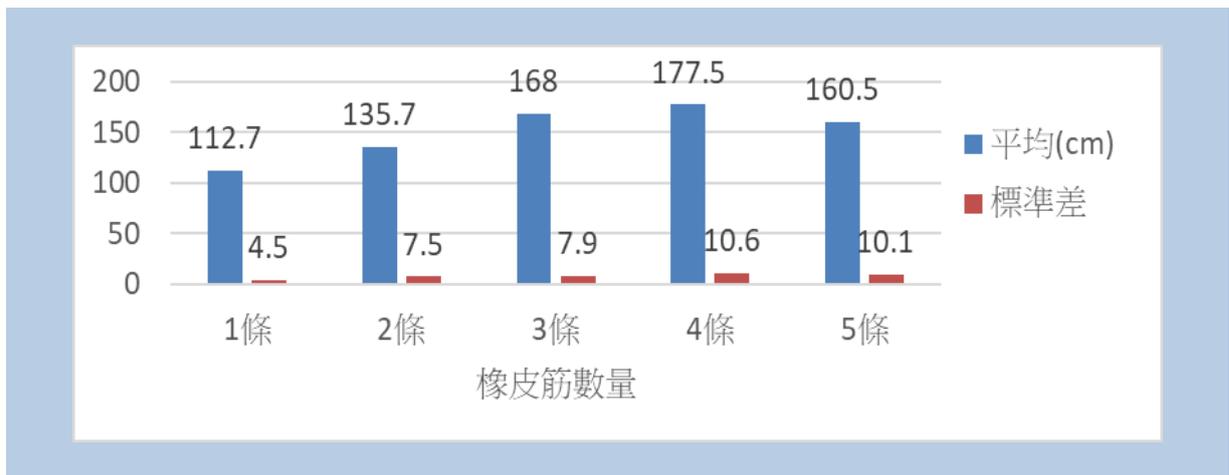


圖 64.不同橡皮筋數量對彈跳高度的影響

(五) 實驗討論：

1. 實驗結果發現，彈跳高度以橡皮筋數量為 4 條>3 條>5 條>2 條>1 條。
2. 橡皮筋的數量太多，會使得彈跳板難被拉開，且 3 條橡皮筋以上會使得瓦楞板的切口深度增加（圖 65.）。

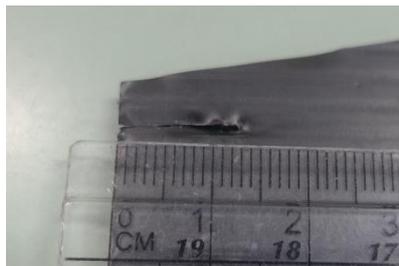


圖 65.

研究九、創意彈跳板增加趣味性

(一) 實驗步驟：

1. 在瓦楞板上畫二個相同大小的外形後剪下。
2. 每一片瓦楞板底端用美工刀割出二道等距離且等深的切口。
3. 將二片瓦楞板對齊相疊，再用膠帶黏貼固定。
4. 將一條橡皮筋(14 番)套進二片瓦楞板的切口，即完成製作（圖 66.~71.）。



圖 66.面具



圖 67.十字號



圖 68.貓臉兒



圖 69.小女孩



圖 70.火箭

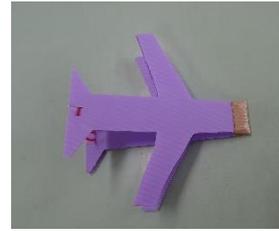


圖 71.飛機

(二) 實驗操作：

1. 將瓦楞板的二端向外張開往下壓後反摺。
2. 放在桌面後鬆手。

(三) 實驗結果：

表 11. 不同造型對彈跳高度的影響

| | 彈跳板造型 | | | | | |
|--------------|-------|------|------|------|------|------|
| | 面具 | 十字號 | 貓臉兒 | 小女孩 | 火箭 | 飛機 |
| 平均高度 (cm) | 34.7 | 87.7 | 44.7 | 91.0 | 65.7 | 61.0 |
| 名次 | 6 | 2 | 5 | 1 | 3 | 4 |

(四) 實驗討論：

1. 不同造型中，平均彈跳高度以小女孩>十字號>火箭>飛機>貓臉兒>面具。
2. 遊戲過程中發現，飛機造型的玩法以直接張開瓦楞板按壓（圖 72.）後放開，比再多一次反摺的彈跳高度來的好。因飛機的機身太細了，橡皮筋在拉回瓦楞板時容易滑掉而使彈跳失敗。
3. 變化創意造型，讓科學變得好好玩。

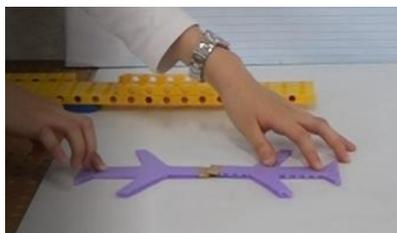


圖 72.

伍、研究結論

一、瓦楞板的條件：

- (一) 切割瓦楞板時要注意紋路方向，橡皮筋伸展的方向要與瓦楞板的紋路平行。
- (二) 二片瓦楞板的間格距離以 0.6cm 彈跳高度最佳，也最穩定。彈跳高度以瓦楞板形狀為梯形 b>長方形>梯形 a。
- (三) 瓦楞板寬度為 3.5 cm>4.5 cm>5.5 cm。
- (四) 瓦楞板長度為 19cm>15cm>12cm>10cm。因為當橡皮筋被拉越長，彈性能被儲存在橡皮筋裡的能量就越多，所以瓦楞板彈跳的高度也就會越高。
- (五) 相同大小的瓦楞板，其切口距離為 3.5cm>1.5cm。因切口距離越大，橡皮筋會被拉越長，所以彈跳高度也會越高。
- (六) 相同面積的瓦楞板，其切口深度為 1cm>3cm。

二、膠帶的選擇：

- (一) 黏貼圈數以 2 層的平均彈跳高度最高；穩定性以 4 層最好，可惜彈跳不高。
- (二) 膠帶種類以布紋膠帶最為合適。
- (三) 透氣和透明膠帶的厚度太薄，當按壓板開啓時，瓦楞板會馬上張開，且向外側打圈翻轉，導致彈跳高度很低。

三、橡皮筋的選擇：

- (一) 橡皮筋尺寸為 14 番>18 番，因橡皮筋被拉開時，14 番橡皮筋所產生的形變程度是大於 18 番橡皮筋的，所以相對 14 番橡皮筋釋放出來力量也就會越大於 18 番橡皮筋。
- (二) 橡皮筋數量為 4 條>3 條>5 條>2 條>1 條，並非橡皮筋的數量越多，彈跳高度就會越高。

四、創意彈跳板

- (一) 變化創意造型，讓科學變得好好玩。
- (二) 可趣味競賽，看誰的彈跳板彈跳得最高。

陸、未來研究

- 一、瓦楞板的其他形狀是否會影響彈跳高度。
- 二、探討彈跳板的跳遠情形。

柒、參考資料及其他

- 一、國小自然與生活科技(2016)。第五冊。第四單元 力與運動。臺北：康軒出版社。
- 二、國小自然與生活科技(2016)。第八冊。第四單元 簡單機械。臺北：康軒出版社。
- 三、NTCU 科學遊戲實驗室 (2018)。彈跳玩具。2018 年 9 月 19 日取自
<http://scigame.ntcu.edu.tw/power/power-057.html>
- 四、2014 第二十屆遠哲科學趣味競賽~跳跳板。2018 年 9 月 19 日取自
<https://www.youtube.com/watch?v=Q0kPlnlDqxY>
- 五、「奔跑吧！橡皮筋～」(2017)。(5-6 頁)。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會。